

Научная статья

УДК 595.32; 502.3/7; 57.017.6

<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-72-82>

EDN CLDFNG

Биотехнические показатели товарного выращивания красноклешневого рака в прудовой аквакультуре в условиях юга России

**Ольга Викторовна Пятикопова[✉], Ирина Николаевна Бедрицкая,
Ралина Расимовна Тангатарова, Бибигуль Махаббатовна Анкешева**

*Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»,
Астрахань, Россия, piatikopova.olga@yandex.ru[✉]*

Аннотация. Проведены работы по товарному выращиванию австралийского красноклешневого рака (АККР) *Cherax quadricarinatus* в прудовой аквакультуре Астраханской области в летне-осенний период 2021 и 2022 гг. В ходе эксперимента исследовали молодых раков, сформированных в 5 групп в соответствии с исходной средней массой 0,17, 0,18, 1,8, 5,1 и 7,8 г и культивируемых в прудах площадью 0,1 га каждый. Продолжительность выращивания составляла 62–99 суток в зависимости от рассматриваемых групп. При проведении работ определяли основные размерно-массовые характеристики раков в каждой группе, рассчитывали линейный прирост, прирост массы, биомассы, выживаемость, общую ракопродуктивность, выход товарной продукции. Также осуществляли контроль гидрохимических параметров среды и кормовой базы прудов, значения которых характеризовали состояние прудов как удовлетворительное для культивирования раков. Среднесуточная температура воды в период работ в среднем находилась в пределах 24,0–25,0 °С. Определено, что оптимальный период культивирования АККР в условиях естественных температур должен составлять не менее 3 месяцев. Средняя масса молодых раков, высаживаемых в пруды на выращивание, может составлять 0,2–8,0 г в зависимости от поставленных задач: получение большего числа раков в пределах средней массы 40 г, получение меньшего количества, но более крупных особей (60–80 г). Наиболее эффективно высаживать в пруды молодь средней массой не менее 2 г. Культивирование ранней молоди АККР в прудах Юга России для получения товарного рака менее эффективно, но может быть целесообразным в связи с наиболее высоким выходом товарной продукции с гектара площади среди рассматриваемых групп раков. Гидрохимический режим водоемов должен соответствовать биологическим требованиям вида. Состояние прудов, в частности бурное развитие водной растительности в толще воды в период культивирования, может заметно снизить естественную ракопродуктивность водоемов.

Ключевые слова: австралийский красноклешневый рак, прудовая аквакультура, выращивание, размерно-массовые характеристики, прирост, товарная масса

Для цитирования: Пятикопова О. В., Бедрицкая И. Н., Тангатарова Р. Р., Анкешева Б. М. Биотехнические показатели товарного выращивания красноклешневого рака в прудовой аквакультуре в условиях юга России // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 4. С. 72–82. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-72-82>. EDN CLDFNG.

Original article

Biotechnical indicators of red-clawed crayfish commercial cultivation in pond aquaculture in the conditions of the South of Russia

Olga V. Pyatikopova[✉], Irina N. Bedritskaya, Ralina R. Tangatarova, Bibigul M. Ankesheva

*Volga-Caspian Branch Russian Federal "Research Institute of Fisheries and Oceanography",
Astrakhan, Russia, piatikopova.olga@yandex.ru[✉]*

Abstract. Work was carried out on commercial cultivation of the Australian red-clawed crayfish *Cherax quadricarinatus* in the pond aquaculture of the Astrakhan region in the summer-autumn period of 2021 and 2022. During the experiment, young crayfish were studied, formed in 5 groups in accordance with the initial average weight of 0.17, 0.18,

1.8, 5.1 and 7.8 g and cultivated in ponds with an area of 0.1 hectares each. The duration of cultivation was 62-99 days, depending on the groups under consideration. During the work, the main size and mass characteristics of cancers in each group were determined, linear growth, weight gain, bio-mass, survival, overall cancer productivity, and the yield of marketable products were calculated. Also, the hydrochemical parameters of the environment and the feed base of the ponds were monitored, the values of which characterized the condition of the ponds as satisfactory for the cultivation of crayfish. The average daily water temperature during the work period was in the range of 24.0-25.0 °C on average. It is determined that the optimal period of cultivation of ARCC under natural temperatures should be at least 3 months. The average weight of young crayfish planted in ponds for cultivation can be 0.2-8.0 g, depending on the tasks set: obtaining a larger number of crayfish within an average weight of 40 g, obtaining a smaller number, but larger individuals (60-80 g). It is most effective to plant juveniles of an average weight of at least 2 g in ponds. Cultivation of early ARCC juveniles in ponds in the South of Russia to produce commercial cancers is less effective, but it is possible due to the highest yield of commercial products per hectare of area among the groups of cancers under consideration. The hydrochemical regime of reservoirs must meet the biological requirements of the species. The condition of ponds, and in particular, the rapid development of aquatic vegetation in the water column during cultivation can significantly reduce the natural cancer productivity of reservoirs.

Keywords: australian red-clawed crayfish, pond aquaculture, cultivation, size and mass characteristics, growth, marketable weight

For citation: Pyatikopova O. V., Bedritskaya I. N., Tangatarova R. R., Ankesheva B. M. Biotechnical indicators of red-clawed crayfish commercial cultivation in pond aquaculture in the conditions of the South of Russia. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2023;4:72-82.* (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-72-82>. EDN CLDFNG.

Введение

Природно-климатические условия южных районов России позволяют осваивать нетипичные для этих регионов теплолюбивые виды гидробионтов. Среди них относительно новым и наиболее перспективным является быстро растущий и созревающий пресноводный австралийский красноклешневый рак (АККР) *Cherax quadricarinatus*. Большое количество биологических свойств, а также коммерческая ценность дают ему определенные преимущества перед другими классами ракообразных и делают его превосходным объектом для разведения и выращивания. Структуру мяса и вкус австралийских раков специалисты сравнивают с другими видами морских ракообразных, употребляемых в пищу. Красноклешневый рак представлен на мировом рынке как деликатес. Раков в основном продают живыми, но зачастую их варят и замораживают. Потребителем наиболее востребованы раки массой от 40 г и более.

Несмотря на то, что в настоящее время внедрены прогрессивные производственные технологии культивирования беспозвоночных, проблема производства австралийских раков состоит (в частности, в России) в относительно коротких сроках их культивирования при естественной температуре, в отсутствии разработанных и утвержденных биотехнических нормативов, малых объемах производства и нестабильных поставках товарной продукции.

В настоящее время проведены работы по экспериментальному выращиванию австралийских раков, которые подтвердили высокую эффективность и перспективность прудовой аквакультуры тропических ракообразных на юге России [1]. Дана оценка возможности их культивирования в прудах малой площади на естественной кормовой базе [2, 3].

Для перспективного развития аквакультуры теплолюбивого рака в России необходимо уточнение основных биотехнических показателей культивирования в экстенсивных условиях.

Цель работы – определение и оценка основных биотехнических показателей товарного выращивания АККР в прудовой аквакультуре в условиях юга России.

Материалы и методы исследований

Работу проводили в экспериментальных условиях на базе научно-экспериментального комплекса аквакультуры «БИОС» Волжско-Каспийского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (НЭКА «БИОС»). Материалом исследований служила молодь АККР, полученная и подрощенная в установке замкнутого водообеспечения (УЗВ) и, далее, выращенная в прудовой аквакультуре до товарной массы.

Для определения биотехнических показателей прудового выращивания раков к наступлению оптимального температурного режима в 2021 г. было сформировано 2 группы молоди: первая – исходной средней массой 1,7 г (200 экз.), вторая – массой 7,8 г (150 экз.). В 2022 г. в связи с ограниченностью выростных площадей молодь была получена в 3 этапа и, соответственно, было сформировано 3 группы: первая – исходной средней массой 0,1 г (1 000 экз.), вторая – массой 0,1 г (1 500 экз.), третья – массой 5,0 г (500 экз.), составивших в общем 3 000 экз. Молодь АККР с плотностью посадки соответственно группам в 2021 г. – 2 000 экз./га и 1 500 экз./га; в 2022 г. – 10 000, 15 000 и 5 000 экз./га культивировали в прудах каждый площадью 0,1 га.

С целью формирования естественной кормовой базы подготовка прудов к эксплуатации началась

за 30 дней до посадки гидробионтов при прогреве воды до 18–20 °С. Подачу воды осуществляли через рыбосоруловитель.

Молодь АККР выпускали в пруды при 23,5–24,2 °С (в среднем 24,0 °С) с предварительной адаптацией к температурному режиму прудов. Для этого емкости с раками в исходной воде помещали в воду пруда и выдерживали до достижения в емкостях темпе-

ратуры воды, аналогичной прудам.

Выращивание молоди раков в прудах в 2021 г. осуществляли с 26 июня по 22 сентября (1 и 2 группы). В 2022 г. молодь выращивали с 16 июня по 22 сентября (1 группа), с 06 июля по 21 сентября (2 группа) и с 21 июля по 20 сентября (3 группа) (рис. 1).



Рис. 1. Молодь АККР и процесс выпуска ее в пруд: а, б, в – молодь АККР 2021–2022 гг.; г, д – транспортировочные емкости; е, ж, з – выпуск молоди АККР в пруд

Fig. 1. ARCC juveniles and the process of releasing them into the pond: а, б, в – ARCC juveniles 2021–2022; г, д – shipping containers; е, ж, з – release of ARCC juveniles into the pond

Длительность культивирования в прудах составляла в 2021 г. 89 суток, в 2022 г. 99, 78 и 62 суток соответственно. По окончании эксперимента пруды были полностью спущены с использованием заградительных решеток. Для концентрации раков в пруду оставляли слабую подачу воды. При сборе раков

около 50 % особей концентрировалось в районе водоподводящей трубы и в остальном пространстве ложа пруда. В течение двух последующих суток было собрано еще 10–15 % раков около водоподводящей трубы (рис. 2).

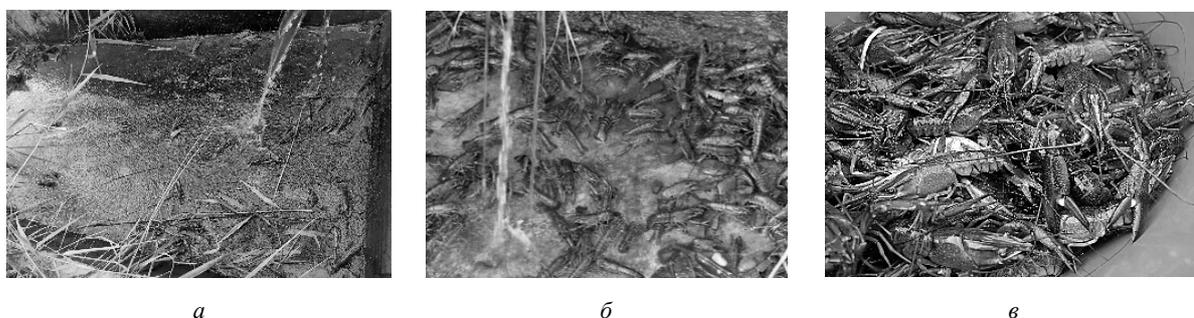


Рис. 2. Раки в пруду перед сбором (а, б) и образцы собранных раков (в)

Fig. 2. Crayfish in the pond before collection (а, б) and samples of collected crayfish (в)

При проведении научных исследований использовали рыбоводно-биологические и гидрохимические методы. Биотехнические показатели в начале и по окончании испытаний определяли по размерно-массовым показателям особей, в конце эксперимента – выживаемость (%) в расчете от исходного количества (N , экз.), изменения линейно-массовых характеристик: среднего массового/линейного прироста, биомассы. Прирост массы (P) вычисляли как разницу между средней массой на конец эксперимента (M_k) и средней массой на его начало (M_n), г [4]. Среднесуточный прирост (P_{cc}) определяли как P / t , где t – период выращивания, сут [5]. Линейный прирост вычисляли аналогично. Прирост биомассы (кг) раков определяли как разницу между общей массой изъятых и посаженных на эксперимент раков.

Измерение длины тела выполняли при помощи

штангенциркуля с точностью до 0,1 см. Определяли зоологическую длину – от конца рострума до конца тельсона без учета щетинок [6]. Определенные массы осуществляли на электронных весах НТ-300 с точностью до 0,01 г.

Для определения условий содержания молоди АККР в прудах 1 раз в неделю проводили контроль за основными гидрохимическими показателями входящей, оборотной УЗВ и прудовой воды: температурой воды [7], содержанием в воде кислорода [8], активной реакцией среды рН [9], содержанием в воде аммонийного азота [10], нитритов [11], нитратов [12]. За технологические нормы состояния среды условно приняты обобщенные химические показатели воды хозяйств по выращиванию речных раков [6], нормативы качества и ПДК [13] (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Химические показатели воды хозяйства по выращиванию речных раков и ПДК
Chemical indicators of the water of the farm for the cultivation of river crayfish and MPC

Показатель	Оптимальное значение*	Предельно допустимое значение* (ПДЗ)	Нормативы качества и ПДК**
O ₂ , мг/л	5,5–9,5	3,0	не ниже 6,0
рН, ед.	7–9	от 4 до 12	соответствие фону
CO ₂ , мг/л	–	до 10	–
NH ₄ ⁺ , мг/л	0,01	летом до 1,5; зимой до 0,5	0,5 (в пересчете на азот 0,4)
NO ₂ ⁻ , мг/л	менее 0,01	0,03	0,08 (в пересчете на азот 0,02)
NO ₃ ⁻ , мг/л	0–25	40,0	40,0 (в пересчете на азот 9,0)

* Согласно [6]; ** согласно [13].

Выращивание раков в прудах осуществляли на естественной кормовой базе, без дополнительного использования комбикормов. Зоопланктон отбирали сетью Апштейна диаметром 25 см (газ № 56), через которую процеживали 100 л воды. Зообентос отбирали дночерпателем Петерсена с площадью раскрытия 1 / 50 м². Весь биологический материал фиксировали 4-м формалином и обрабатывали по общепринятым методикам с использованием определителей в лабораторных условиях [14–20].

Искусственные укрытия в прудах не использовали.

Весь материал по условиям выращивания и биотехническим показателям обработан в программе Excel с получением средних величин (M) и среднего квадратического отклонения (σ).

Результаты

Лимитирующим фактором для определения сроков ведения прудовой аквакультуры АККР в Астра-

ханской области выступает температура воды (ниже 23,0 °С и выше 31,0 °С) [21, 22], ограничивающая эффективное культивирование тропических видов в условиях естественных температур. Анализ температурного режима в годовом аспекте позволил определить оптимальный период для прудовой аквакультуры тропического рака, который может составлять 115–125 суток (с III декады мая по II декаду сентября). Остальное время (240–250 суток) объекты могут содержаться в контролируемых температурных условиях, например в УЗВ [23].

В период прудового выращивания молоди раков проводился контроль гидрохимических показателей. Температура воды, рН, содержание кислорода, углекислоты, нитратов в прудах в период содержания раков были оптимальными для их выращивания. Средние концентрации аммонийного азота и нитритов преимущественно не выходили за верхнюю границу ПДЗ (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Гидрохимические показатели в прудах при содержании молоди АККР

Hydrochemical indicators in ponds with the content of juvenile ARCC

Показатель	2021 г.		2022 г.		
	№ группы				
	1	2	1	2	3
$t, ^\circ\text{C}$	25,13 ± 3,07	25,03 ± 3,12	24,16 ± 2,64	23,78 ± 2,52	24,05 ± 3,06
O_2 , мг/л	7,31 ± 1,44	8,19 ± 1,27	7,50 ± 1,91	7,37 ± 1,88	8,84 ± 1,45
pH, ед.	8,48 ± 0,24	8,42 ± 2,22	8,06 ± 0,20	8,07 ± 0,15	8,14 ± 0,19
CO_2 , мг/л	3,44 ± 3,09	2,61 ± 0,70	4,07 ± 1,27	2,39 ± 1,02	1,97 ± 0,44
NH_4^+ , мг/л	0,16 ± 0,06	0,18 ± 0,07	0,09 ± 0,06	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,05
NO_2^- , мг/л	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,04 ± 0,04	0,02 ± 0,01
NO_3^- , мг/л	0,50 ± 0,49	0,53 ± 0,40	0,70 ± 0,21	1,20 ± 0,62	0,55 ± 0,19

Естественная кормовая база прудов (зоопланктон, бентос) за весь период исследований по видовому и количественному составу существенно не менялась. В процентном соотношении основных групп зоопланктона преобладали веслоногие ракообразные – 60,06 % по численности и 68,42 % по биомассе. Малочисленными являлись коловратки – 15,23 % (численность) и 2,47 % (биомасса). Из всего видового состава по численности доминировали молодье (16 тыс. экз./м³) и взрослые формы (19 тыс. экз./м³) Cyclopoidea; *Diaphanosoma dubium* – 13,75 тыс. экз./м³; яйца *Metacyclops gracilis* – 37, 5 тыс. экз./м³; по биомассе: Cyclopoidea – 283,6 мг/м³; *Paracyclops affinis* – 222,5 мг/м³; *Sinodiaptomus sarsi* – 213,5 мг/м³; *Diaphanosoma dubium* – 260,5 мг/м³. На протяжении всего периода выращивания в прудах концентрация личинок хирономид составляла 0,4–0,6 г/м². Есте-

ственная кормовая база (биомасса зоопланктона и бентоса) соответствовала видовому составу нагульных прудов VI зоны рыбоводства, эксплуатируемых в экстенсивном режиме [24].

Для определения биотехнических показателей товарного выращивания красноклещевого рака в прудовой аквакультуре в условиях юга России был проведен ряд экспериментальных работ. Так, в 2021 г. молодь АККР была одновременно высажена в пруды при 23,5–24,2 °C (в среднем 24,0 °C) с плотностью посадки 2 000 и 1 500 экз./га и исходной средней массой 1,7 и 7,8 г соответственно. По окончании выращивания, при среднесуточной температуре воды 17,0 °C собранные особи были просчитаны, определены их размерно-весовые характеристики и пол. Основные биотехнические показатели АККР, выращенных в прудах, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Table 3

Основные биотехнические показатели АККР, выращенных в прудах в 2021 г.

The main biotechnical indicators of ARCCs grown in ponds in 2021

Показатель	Группа № 1		Группа № 2		
	самки	самцы	самки	самцы	
$m_{\text{нач}}$, Г	7,83 ± 3,25		1,76 ± 1,22		
$m_{\text{кон}}$, Г	72,35 ± 22,60		71,14 ± 25,66		
	$m_{\text{средняя}}$, Г	64,08 ± 15,29	84,73 ± 26,05	58,56 ± 14,54	80,08 ± 28,06
	$m_{\text{средняя по полу}}$, Г	31,7	39,9	30,7	19,0
	$m_{\text{min по полу}}$, Г	108,4	170,9	158,4	96,0
$P(m)$, г	64,52		69,38		
	56,28	76,93	56,4	78,38	
$P_{\text{сс}}(m)$, г	0,73		0,78		
	0,63	0,86	0,63	0,88	
$l_{\text{нач}}$, см	6,74 ± 0,94		5,02 ± 0,85		
$l_{\text{кон}}$, см	15,07 ± 1,39		14,94 ± 1,6		
	14,67 ± 1,15	15,67 ± 1,50	14,30 ± 1,35	15,39 ± 1,62	
$P(l)$, см	8,37		9,90		
	7,97	8,97	9,28	10,36	

Окончание табл. 3

Ending of the table 3

Рудикорова О. В., Веддицкая И. Н., Тангайгова Р. Р., Анкешева В. М. Biotechnical indicators of red-clawed crayfish cultivation in pond aquaculture in the conditions of the South of Russia

Показатель	Группа № 1		Группа № 2	
	самки	самцы	самки	самцы
$P_{cc}(l)$, см	0,09		0,11	
	0,09	0,10	0,10	0,11
$N_{нач}$, экз./пруд 0,1 га	150		200	
$N_{кон}$, экз./пруд 0,1 га	125		166	
	75	50	69	97
Плотность посадки, экз./га (экз./м ²)	1 500 (0,15)		2 000 (0,2)	
Выживаемость, %	82,7		78,7	
Возраст _{нач} , сут	120		75	
Возраст _{кон} , сут	209		164	
Период выращивания, сут	89			
Прирост биомассы за период, кг	7,87		11,50	
Общая ракопродуктивность, кг/га	78,69		115,00	

По окончании экспериментального выращивания в 2021 г. было определено, что при исходно значительно различающейся (в 4,6 раза) средней массе раков в исследуемых группах (7,8 и 1,8 г) полученная средняя масса раков в прудах была близка по значениям, составляя 72,4 и 71,1 г соответственно. Абсолютный и среднесуточный прирост был выше на 7,1 % (4,9 г), 7,7 % (0,05 г), как и прирост биомассы – 31,3 % (3,59 кг) у группы молоди с начальной массой 1,7 г.

Возраст раков первой группы на конец эксперимента составил 7 мес, второй – 5,5 мес. Все особи имели ярко выраженные половые признаки. Соотношение полов (♀ : ♂) в группах составляло 1,5 : 1 и 1 : 1,4. Масса самцов была выше, чем у самок, в группе № 1 на 24,3 %, в группе № 2 на 26,9 %.

Длина раков в зависимости от пола различалась незначительно (см. табл. 2). Выживаемость раков более старшего возраста (7 мес) и с исходно более высокими размерно-массовыми характеристиками (группа № 1) была выше на 4 %, чем у раков второй группы (возраст 5,5 месяцев). Выживаемость раков при культивировании была достаточно высокой, в среднем составляя 81 %.

В 2022 г. молодь АККР, разделенная на 3 группы в соответствии с различной средней массой, была помещена в пруды с плотностью посадки 10 000 экз./га (0,18 г), 15 000 экз./га (0,17 г), 5 000 экз./га (5,1 г).

Основные показатели выращивания молоди АККР в прудовой аквакультуре в 2022 г. представлены в табл. 4.

Таблица 4

Table 4

Основные биотехнические показатели АККР, выращенных в прудах в 2022 г.

The main biotechnical indicators of ARCCs grown in ponds in 2022

Показатель	Группа № 1		Группа № 2		Группа № 3			
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы		
$m_{нач}$, Г	0,18 ± 0,10		0,17 ± 0,10		5,1 ± 3,14			
$m_{кон}$, Г	$m_{средняя}$, Г		36,51 ± 11,03		17,27 ± 9,23		32,51 ± 14,41	
	$m_{средняя по полу}$, Г		34,14 ± 8,92	39,29 ± 12,54	16,96 ± 8,50	17,60 ± 9,92	30,49 ± 11,31	34,43 ± 16,66
	$m_{min по полу}$, Г		9,20	6,80	2,50	3,50	10,20	12,30
	$m_{max по полу}$, Г		63,00	79,90	51,10	61,20	73,30	106,60
$P(m)$, Г	36,41		17,17		27,41			
	34,04	39,19	16,86	17,50	25,39	29,33		
$P_{cc}(m)$, Г	0,37		0,22		0,44			
	0,34	0,40	0,22	0,22	0,41	0,47		
$l_{нач}$, см	1,9 ± 0,38		1,9 ± 0,38		5,8 ± 0,95			
$l_{кон}$, см	11,90 ± 1,54		9,54 ± 2,01		11,36 ± 1,70			
	11,54 ± 1,51	12,30 ± 1,48	9,46 ± 1,85	9,60 ± 2,14	11,19 ± 1,58	11,53 ± 1,81		
$P(l)$, см	10,20		7,84		5,56			
	9,84	10,6	7,76	7,90	5,39	5,73		
$P_{cc}(l)$, см	0,10		0,10		0,09			
	0,10	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09		

Окончание табл. 4

Ending of the table 4

Показатель	Группа № 1		Группа № 2		Группа № 3	
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
$N_{нач}$, экз./пруд 0,1 га	1 000		1 500		500	
$N_{кон}$, экз./пруд 0,1 га	847		850		342	
	458	389	430	420	167	175
Плотность посадки, экз./га (экз./м ²)	10 000 (1,0)		15 000 (1,5)		5 000 (0,5)	
Выживаемость, %	84,7		56,5		68,4	
Возраст _{нач} , сут	21		21		105	
Возраст _{кон} , сут	119		98		167	
Период выращивания, сут	99		78		62	
Прирост биомассы за период, кг	30,82		14,53		8,57	
Общая ракопродуктивность, кг/га	308,24		145,30		85,68	

Среди исследуемых групп раков максимальный абсолютный линейно-массовый прирост, прирост биомассы за период выращивания, а также процент выживаемости отмечали в группе молоди исходной массой 0,18 г при плотности посадки 10 000 экз./га и большей длительности выращивания (99 сут). Наиболее высокий среднесуточный массовый прирост регистрировали у раков исходной массой 5,1 г при плотности посадки 5 000 экз./га и выращивании в течение 62 сут.

Выживаемость раков в 1-й группе, несмотря на малую начальную массу (0,18 г), была выше на 16 %, чем при культивировании молоди с исходной средней массой 5 г, и составляла 85 %.

Самые низкие результаты культивирования молоди раков в прудах получены в группе исходной массой 0,17 г при плотности посадки 15 000 экз./га и длительности выращивания 78 сут. Снижение показателей обусловлено не столько более коротким периодом выращивания и более высокой плотностью посадки по сравнению с другой группой с близкой средней массой (0,18 г), сколько большим количеством высшей водной растительности в толще воды, развившейся за время культивирования. Это сказалось в целом на общей ракопродуктивности пруда, которая была ниже в 2 раза, чем в первой группе. Вследствие данного мешающего фактора в эксперименте результаты культивирования данной

группы раков для дальнейшего сравнения с другими вариантами не рассматривали.

По окончании прудового выращивания было определено, что в группах раков произошло разделение по половым признакам. Соотношение полов (♀ : ♂) в 1-й и 3-й группах составляло 1,2 : 1 и 1 : 1. Масса самцов была выше, чем у самок, с наиболее значимыми различиями в первой группе (на 13,0 %). Длина раков в зависимости от пола различалась незначительно (см. табл. 4).

Для дальнейших расчетов использовали данные по выращиванию раков исходной средней массой 1,8 и 7,8 г (2021 г.) и 0,18 и 5,1 г (2022 г.). Среди рассматриваемых групп раков, выращиваемых в прудовой аквакультуре, наибольшие размерно-массовые характеристики в среднем были достигнуты при культивировании молоди наибольшей начальной средней массой (8 г) в течение 3 мес. Сходные результаты получены при такой же длительности выращивания, но значительно меньшей начальной массе раков (2 г). Несколько более длительный эксперимент (на 10 суток дольше) с ранней молодью малой навески (0,18 г) позволил получить раков средней массой 36,5 г. Это в 2 раза ниже, чем у ранее рассматриваемых групп. Близкие размерно-массовые показатели раков, изъятых из пруда, получены при выращивании молоди начальной массой 5 г в течение 2 мес (рис. 3).

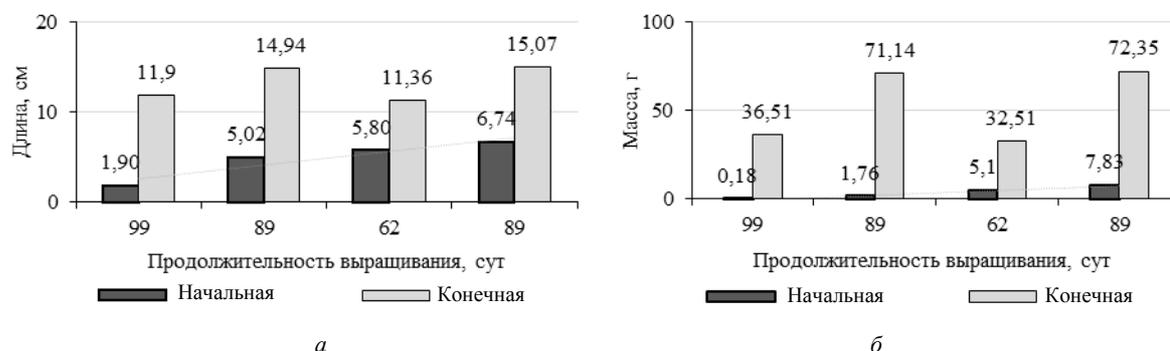


Рис. 3. Размерно-массовые характеристики АКРР в прудовой аквакультуре при разной длительности выращивания: а – по длине; б – по массе

Fig. 3. Size and mass characteristics of ARCC in pond aquaculture at different growing durations: а – in length; б – in weight

По результатам промеров АККР, изъятых из прудов, раки были разделены на группы в зависимости от массы: особи до 40 г (товарная масса речных раков) [25], 40–60, 60–80, 80–100 г и особи более 100 г. Наибольшее количество особей в группах 2021 г. (вне зависимости от исходных размерно-массовых характеристик) имело массу от 60 до 80 г. Количество особей, не достигших 40 г, было выше в 2 раза в группе № 2, где начальная средняя масса составляла 1,8 г. Количество особей, достигших

массы более 100 г, в двух группах было близко по значениям.

Наибольшее количество особей в группах 2022 г. (вне зависимости от исходных размерно-массовых характеристик) имело массу до 40 г с более высокими значениями у раков начальной массой 5,1 г и длительностью выращивания 62 сут. Доля особей массой более 100 г в этой группе составляла 1,4 % (табл. 5).

Таблица 5

Table 5

Количественное соотношение АККР по показателям массы, %

Quantitative ratio of the ARCC in terms of mass, %

Период исследований	№ группы	Масса, г					Всего, %
		до 40	40–60	60–80	80–100	более 100	
2021 г.	1	1,2	24,4	29,9	26,5	18,0	100
	2	2,4	21,8	35,4	18,07	22,3	100
2022 г.	1	55,8	38,0	6,2	0	0	100
	3	65,1	25,2	4,7	3,6	1,4	100

Наибольший выход товарной продукции раков, имеющих среднюю массу после выращивания в прудовой аквакультуре более 40 г, отмечен у раков малой исходной навески 0,18 г при культивировании

в течении 99 сут. Несколько ниже получены результаты в группе раков наибольшей начальной средней массой 7,8 г, несмотря на незначительную разницу в сроках выращивания (короче на 10 дней) (рис. 4).



Рис. 4. Выход товарной продукции АККР в зависимости от исходной навески и длительности выращивания

Fig. 4. The yield of commercial ARCC products depending on the initial weight and duration of cultivation

Таким образом, по результатам выращивания молоди АККР в прудовой аквакультуре (на примере Астраханской области) было определено, что:

- сроки эффективного культивирования молоди АККР в естественных условиях определяют значения температуры воды выше 23 °С и ниже 31 °С (в соответствии с биологией вида);
- оптимальный период культивирования молоди АККР с целью получения товарного рака в прудах составляет не менее 3 мес;

дах составляет не менее 3 мес;

- средняя масса молодых раков, высаживаемых в пруды при температуре выше 23 °С, может составлять от 0,2 г (возраст 21 сут) до 8,0 г (возраст 4 мес);
- показатель выживаемости молоди при прудовом выращивании до товарной массы может составлять 70–85 %;
- среди рассматриваемых групп раков, выращиваемых в прудовой аквакультуре, наибольшие раз-

мерно-массовые характеристики в среднем были достигнуты при культивировании молоди начальной средней массой (8 г) по истечении 3 мес;

– сходные результаты, полученные при такой же длительности выращивания, но значительно меньшей начальной массе раков (2 г), позволяют рассматривать данную группу раков как более эффективную для получения товарного рака массой 40 г и выше;

– наибольший выход товарной продукции (136,2 кг/га) раков, имеющих среднюю массу после выращивания в прудовой аквакультуре более 40 г, отмечен в группе раков малой исходной навески 0,18 г при культивировании в течении 99 сут, что также позволяет рассматривать возможность выращивания ранней молоди АККР в прудах Юга России для получения товарного рака.

Заключение

В результате экспериментальных работ по выращиванию в прудах Астраханской области австралийского красноклещевого рака *Cherax quadricarinatus* до товарной массы 40 г и более определено, что оптимальный период культивирования АККР

в условиях естественных температур должен составлять не менее 3 месяцев при прогреве воды не менее 23,0 и не более 31,0 °С. Средняя масса молодых раков, высаживаемых в пруды на выращивание, может составлять 0,2–8,0 г в зависимости от поставленных задач: получение большего числа раков в пределах средней массы 40 г, получение меньшего количества, но более крупных особей (60–80 г). Более эффективно высаживать в пруды молодь средней массой не менее 2 г (оптимальное соотношение материальных затрат на покупку посадочного материала и получения товарной продукции). Культивирование ранней молоди АККР в прудах Юга России для получения товарного рака менее результативно, но возможно, в связи с наиболее высоким выходом общей товарной продукции в линейке рассматриваемых вариантов. Гидрохимический режим водоемов должен соответствовать биологическим требованиям вида. Состояние прудов, в частности бурное развитие водной растительности в толще воды в период культивирования, может заметно снизить естественную ракопродуктивность водоемов.

Список источников

1. Лагуткина Л. Ю., Кузьмина Е. Г., Таранина А. А., Ахмеджанова А. Б., Ясинский В. С., Пономарев Р. А. Фактологическое обеспечение практик повышения эффективности выращивания тропических пресноводных видов // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2020. № 2. С. 94–105. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-2-94-105.
2. Лагуткина Л. Ю., Кузьмина Е. Г., Бирюкова М. Г., Першина Е. В. Биопродуктивность прудов VI рыбопродуктивной зоны // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 87–94. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-87-94.
3. Lagutkina L., Evgrafova E., Ponomarev S., Rozhkova P., Grozesku Y., Babajanyan A. On the issue of Australian crayfish cultivation in ponds to ensure sustainable aquaculture development // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Ussurijsk, 20–21 June 2021). Ussurijsk, 2021. P. 032030. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032030.
4. Купинский С. Б. Продукционные возможности рыбохозяйственных водоемов и объектов рыбоводства: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2019. 232 с.
5. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research (Hamburg, Federal Republic of Germany, March 21-23, 1979): EIFAC Tech. pap. 36 / ed. J. D. Castell, K. Tiews. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1980. P. 1–24.
6. Борисов Р. Р., Ковачева Н. П., Чертопруд Е. С. Биология, воспроизводство и культивирование речных раков. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 96 с.
7. РД 52.24.496-2018. Методика измерений температуры, прозрачности и определения запаха воды. Ростов н/Д.: Изд-во Гидрохим. ин-та, 2018. 10 с.
8. РД 52.24.419-2005. Массовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика выполнения измерений йодометрическим методом. Ростов н/Д.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, [б.г.]. 21 с.
9. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом. М.: ФЦАО, 2016. 7 с.
10. ПНД Ф 14.1:2:3.1-95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. М.: ФЦАО, 2017. 24 с.
11. РД 52.24.381-2017. Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса. Ростов н/Д.: Изд-во Гидрохимич. ин-та, 2017. 21 с.
12. РД 52.24.380-2017. Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе. Ростов н/Д.: Изд-во Гидрохимич. ин-та, 2017. 28 с.
13. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 22.11.2022).
14. Инструкция по сбору и обработке планктона. М.: Изд-во ВНИРО, 1977. 72 с.
15. Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресных экосистем. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 320 с.
16. Кутикова Л. А., Старобогатов Я. И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 510 с.
17. Мамаев Б. М., Медведев Л. Н., Правдин Ф. Н.

Определитель насекомых Европейской части СССР. М.: Просвещение, 1976. 304 с.

18. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. Л.: Наука, 1964. 328 с.

19. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолыхина. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. Т. 1. Зоопланктон. 495 с.

20. Плавильщиков Н. Н. Определитель насекомых. Краткий определитель наиболее обычных насекомых Европейской части Союза ССР. М.: Учпедгиз, 1950. 544 с.

21. Борисов Р. Р., Ковачева Н. П., Акимова М. Ю., Паршин-Чудин А. В. Биология и культивирование австралийского красноклещевого рака *Cherax quadricarinatus*

(von Martens, 1868). М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 96 с.

22. Lawrence C., Jones C. Cherax. In *Biology of Freshwater Crayfish*. UK, Oxford: Blackwell Science, 2002. P. 635–670.

23. Пятикопова О. В., Анкешева Б. М., Тангатарова Р. Р., Бедрицкая И. Н. Гидрохимические условия выращивания австралийского красноклещевого рака (*Cherax quadricarinatus*) в Астраханской области // *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2022. Т. 5, № 3. С. 32–47. DOI: 10.47921/2619-1024_2022_5_3_32.

24. Богатова И. Б. Рыбоводная гидробиология. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 168 с.

25. Козлов В. И., Абрамович Л. С. Справочник рыбвода. М.: Россельхозиздат, 1980. 220 с.

References

1. Lagutkina L. Iu., Kuz'mina E. G., Taranina A. A., Akhmedzhanova A. B., Iasinskii V. S., Ponomarev R. A. Faktologicheskoe obespechenie praktik povysheniia effektivnosti vyrashchivaniia tropicheskikh presnovodnykh vidov [Factual support of practices to increase the efficiency of cultivation of tropical freshwater species]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2020, no. 2, pp. 94–105. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-2-94-105.

2. Lagutkina L. Iu., Kuz'mina E. G., Biriukova M. G., Pershina E. V. Bioproduktivnost' prудov VI rybovodnoi zony [Bioproductivity of ponds of the VI fish breeding zone]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2019, no. 4, pp. 87–94. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-87-94.

3. Lagutkina L., Evgrafova E., Ponomarev S., Rozhkova P., Grozescu Y., Babajanyan A. On the issue of Australian crayfish cultivation in ponds to ensure sustainable aquaculture development. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Ussurijsk, 20–21 June 2021)*. Ussurijsk, 2021. P. 032030. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032030.

4. Kupinskii S. B. *Produksionnye vozmozhnosti rybokhoziaistvennykh vodoemov i ob"ektov rybovodstva: uchebnoe posobie* [Productive capabilities of fishery reservoirs and fish farming facilities: study guide]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2019. 232 p.

5. *Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research (Hamburg, Federal Republic of Germany, March 21–23, 1979): EIFAC Tech. pap. 36*. Ed. J. D. Castell, K. Tiews. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1980. Pp. 1–24.

6. Borisov R. R., Kovacheva N. P., Chertoprud E. S. *Biologiya, vosproizvodstvo i kul'tivirovanie rechnykh rakov* [Biology, reproduction and cultivation of river crayfish]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2011. 96 p.

7. *RD 52.24.496-2018. Metodika izmerenii temperatury, prozrachnosti i opredeleniia zapakha vody* [RD 52.24.496-2018. Method of measuring temperature, transparency and determination of the smell of water]. Rostov-on-Don, Izd-vo Gidrokhim. in-ta, 2018. 10 p.

8. *RD 52.24.419-2005. Massovaia kontsentratsiia rastvorenogo kisloroda v vodakh. Metodika vypolneniia izmerenii iodometricheskim metodom* [RD 52.24.419-2005. The mass concentration of dissolved oxygen in the waters. Method of performing measurements by the iodometric method]. Ros-

tov-on-Don, Federal'naiia sluzhba Rossii po gidrometeorologii i monitoringu okruzhaiushchei sredy, [b.g.]. 21 p.

9. *PND F 14.1:2:3:4.121-97. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika vypolneniia izmerenii pH v vodakh potentsiometricheskim metodom* [MON F 14.1:2:3:4.121-97. Quantitative chemical analysis of waters. Method of performing pH measurements in waters by the potentiometric method]. Moscow, FTsAO, 2016. 7 p.

10. *PND F 14.1:2:3.1-95. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii ionov ammoniia v prirodnykh i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s reaktivom Nesslera* [HDPE F 14.1:2:3.1-95. Quantitative chemical analysis of waters. Method of measuring the mass concentration of ammonium ions in natural and wastewater by photometric method with Nessler reagent]. Moscow, FTsAO, 2017. 24 p.

11. *RD 52.24.381-2017. Massovaia kontsentratsiia nitritov v vodakh. Metodika vypolneniia izmerenii fotometricheskim metodom s reaktivom Grissa* [RD 52.24.381-2017. The mass concentration of nitrites in the waters. Method of performing measurements by photometric method with Griss reagent]. Rostov-on-Don, Izd-vo Gidrokhimich. in-ta, 2017. 21 p.

12. *RD 52.24.380-2017. Massovaia kontsentratsiia nitratov v vodakh. Metodika vypolneniia izmerenii fotometricheskim metodom s reaktivom Grissa posle vosstanovleniia v kadmievom reduktore* [RD 52.24.380-2017. The mass concentration of nitrates in the waters. Method of performing measurements by photometric method with Griss reagent after reduction in a cadmium reducer]. Rostov-on-Don, Izd-vo Gidrokhimich. in-ta, 2017. 28 p.

13. *Ob utverzhenii normativov kachestva vody vodnykh ob"ektov rybokhoziaistvennogo znachenii, v tom chisle normativov predel'no dopustimykh kontsentratsii vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob"ektov rybokhoziaistvennogo znachenii: Prikaz Ministerstva sel'skogo khoziaistva RF ot 13 dekabria 2016 g. № 552* [On approval of water quality standards of water bodies of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 552 dated December 13, 2016]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (accessed: 22.11.2022).

14. *Instruktsiia po sboru i obrabotke planktona* [Instructions for collecting and processing plankton]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1977. 72 p.

15. Abakumov V. A. *Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnykh ekosistem* [Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. Saint-Petersburg, Gidrometeoizdat, 1992. 320 p.
16. Kutikova L. A., Starobogatov Ia. I. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeiskoi chasti SSSR* [Determinant of freshwater invertebrates of the European part of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1977. 510 p.
17. Mamaev B. M., Medvedev L. N., Pravdin F. N. *Opredelitel' nasekomykh Evropeiskoi chasti SSSR* [The determinant of insects of the European part of the USSR]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1976. 304 p.
18. Manuilova E. F. *Vetvistousye rachki fauny SSSR* [Branchous crustaceans of the fauna of the USSR]. Leningrad, Nauka Publ., 1964. 328 p.
19. *Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii* [Determinant of zooplankton and zoobenthos of fresh waters of European Russia]. Pod redaktsiei V. R. Alekseeva, S. Ia. Tsalolikhina. Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2010. Vol. 1. Zooplankton. 495 p.
20. Plavil'shchikov N. N. *Opredelitel' nasekomykh. Kratkii opredelitel' naibolee obychnykh nasekomykh Evropeiskoi chasti Soiuzo SSR* [Insect determinant. A brief definition of the most common insects of the European part of the USSR]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1950. 544 p.
21. Borisov R. R., Kovacheva N. P., Akimova M. Iu., Parshin-Chudin A. V. *Biologiya i kul'tivirovanie avstraliiskogo krasnokleshnevo raka Cherax quadricarinatus (von Martens, 1868)* [Biology and cultivation of the Australian red-clawed crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868)]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2011. 96 p.
22. Lawrence C., Jones C. *Cherax*. In *Biology of Freshwater Crayfish*. UK, Oxford, Blackwell Science, 2002. Pp. 635-670.
23. Piatikopova O. V., Ankesheva B. M., Tangatarova R. R., Bedritskaya I. N. *Gidrokhimicheskie usloviia vyrashchivaniia avstraliiskogo krasnokleshnevo raka (Cherax quadricarinatus) v Astrakhanskoj oblasti* [Hydrochemical conditions of cultivation of the Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in the Astrakhan region]. *Vodnye biorekursy i sreda obitaniia*, 2022, vol. 5, no. 3, pp. 32-47. DOI: 10.47921/2619-1024_2022_5_3_32.
24. Bogatova I. B. *Rybovodnaia gidrobiologiya* [Fish-breeding hydrobiology]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1980. 168 p.
25. Kozlov V. I., Abramovich L. S. *Spravochnik rybovoda* [Fish Breeder's Guide]. Moscow, Rossel'khozizdat, 1980. 220 p.

Статья поступила в редакцию 17.03.2023; одобрена после рецензирования 22.06.2023; принята к публикации 06.12.2023
The article was submitted 17.03.2023; approved after reviewing 22.06.2023; accepted for publication 06.12.2023

Информация об авторах / Information about the authors

Ольга Викторовна Пятикопова – кандидат биологических наук; начальник центра аквакультуры; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; piatikopova.olga@yandex.ru

Ирина Николаевна Бедрицкая – кандидат биологических наук; заведующий сектором товарной аквакультуры; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; Bin-68@yandex.ru

Ралина Расимовна Тангатарова – ведущий специалист; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; ralina.batalova@bk.ru

Бибигуль Махаббатовна Анкешева – специалист сектора товарной аквакультуры; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; kurkembraevab@mail.ru

Olga V. Pyatikopova – Candidate of Biological Sciences; Head of the Aquaculture Center; Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; piatikopova.olga@yandex.ru

Irina N. Bedritskaya – Candidate of Biological Sciences; Head of the Commercial Aquaculture Sector; Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; Bin-68@yandex.ru

Ralina R. Tangatarova – Leading Specialist; Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; ralina.batalova@bk.ru

Bibigul M. Ankesheva – Specialist of Commercial Aquaculture Sector; Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; kurkembraevab@mail.ru

