

УДК 502504:639.517

А.В. ЖИГИН, В.А. АРЫСТАНГАЛИЕВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Д.В. ТЫРИН, Н.П. КОВАЧЕВА

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО), г. Москва, Российская Федерация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ПРИ ПОДРАЦЦИВАНИИ МОЛОДИ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА

*Австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) обладает ценными потребительскими, хозяйственными качествами и является перспективным объектом выращивания. Цель исследований — определение оптимальной температуры воды, при которой наилучшим образом сочетаются скорость роста, выживаемость и другие показатели выращивания красноклешневых раков в условиях циркуляционной установки и последующее изучение кислородных потребностей подращиваемой молоди в данном оптимальном диапазоне температуры воды. Молодь в возрасте 60 сут. после вылупления подращивали в четырёх одинаковых аквариумах с циркуляцией и очисткой воды объёмом по 180 л в течение 70 сут. при плотности посадки 44,4 шт./м². При определении кислородных потребностей использовали стеклянный аквариум общим объёмом 49 л, применяли метод замкнутого сосуда и балансовые расчёты. Для подращивания молоди в качестве оптимального рекомендован диапазон температур 27,1...29,0°C, температуру воды 25,1...27,0°C можно считать допустимой для эффективного выращивания. В диапазоне температур 27...29°C удельное потребление кислорода молодь при средней массе особи 7,23 ± 1,62 г составило 871,1 ± 273,8 мг на 1 кг живой массы в 1 ч и снижалось до 427,7 ± 107,2 мг/кг в 1 ч по мере роста массы особи до 14,81 ± 3,07 г.*

*Австралийский красноклешневый рак, *Cherax quadricarinatus*, подращивание молоди, температура воды, потребление кислорода, циркуляционная установка.*

Введение. Австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) относится к тепловодным гидробионтам и является перспективным объектом выращивания (рис. 1), так как обладает ценными потребительскими и хозяйственными качествами. Рак характеризуется высокой скоростью роста, неприхотливостью к условиям содержания, отсутствием стадий пелагических личинок, а самое главное — относительно низкими показателями агрессивности и проявления каннибализма. В природе вид распространён в пресных водоёмах на севере Австралийского континента. Кроме того, этот рак акклиматизирован во многих тропических странах. Длина тела раков может достигать 20...25 см. Живая масса (ЖМ) самцов — до 500 г, самок — до 400 г. Половой

зрелости эти раки достигают в возрасте 7...12 мес. при размере тела около 6...10 см. Средняя продолжительность жизни составляет около 5 лет. В природе основой питания раков является разнообразная пища животного и растительного происхождения [1].

Технология индустриального выращивания австралийских раков ещё недостаточно отработана. Важнейшим элементом такой технологии является отработка подращивания молоди с подбором оптимальной температуры воды и изучение кислородных потребностей вида. Известно, что раки, как и подавляющее большинство других гидробионтов, относятся к пойкилотермным (холоднокровным) — животным с непостоянной температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры внешней среды.

Поэтому влияние температурного фактора при выращивании гидробионтов имеет первостепенное значение. При этом с возрастом температурный оптимум становится шире, поэтому влияние данного показателя на рост наиболее сильно проявляется на ранних стадиях развития.

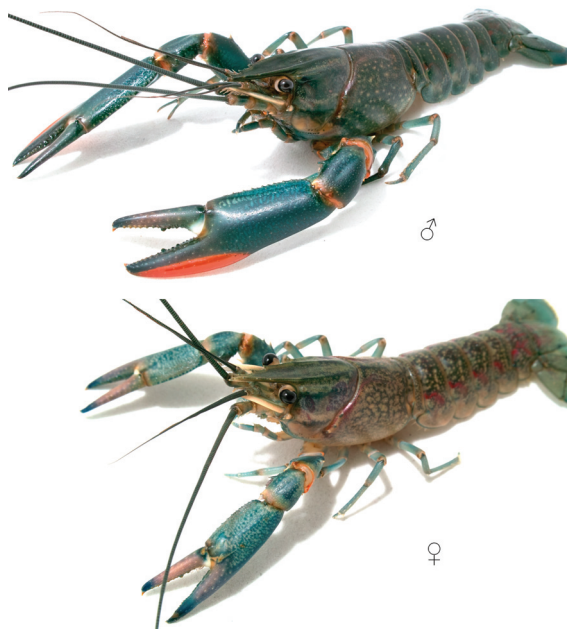


Рис. 1. Австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868))

Повышение или понижение температуры в допустимых пределах вызывают соответствующие сдвиги в жизнедеятельности гидробионтов. В частности, повышение температуры увеличивает потребление кислорода, экскрецию аммонийного азота, активизирует другие процессы метаболизма, усиливает поиск, потребление, переваривание пищи, ускоряет всасывание растворённых веществ из окружающей среды, повышает чувствительность к токсикантам, ускоряет развитие и половое созревание. Известно, что летальной для австралийского красноклешневого рака является температура ниже 10°C и выше 36°C [2]. При этом некоторые авторы указывают температуру эффективного интенсивного выращивания раков в диапазоне 25...30°C [3, 4].

В связи с приведёнными температурными ограничениями, с точки зрения круглогодичного производства товарной продукции, независимо от климатической зоны рыбоводства, наиболее интересен вариант культивирования этих раков в установках с замкнутым водоиспользованием. Выращивание гидробионтов в таких установках

придаёт температурному фактору особое значение, так как он является полностью управляемым параметром создаваемой искусственной экосистемы. Это в свою очередь позволяет воздействовать на жизненные функции содержащихся гидробионтов и обменные процессы их организма, отражением интенсивности которых является величина потребления кислорода.

Гидробионты (в том числе раки) дышат растворённым в воде кислородом, главным образом – через жабры, поэтому содержание его в воде имеет для них первостепенное значение. Кислородные потребности ракообразных подробно рассмотрены в классической работе Л.М. Суцzeni [5] и изучались нами ранее [6, 7, 8], однако эти исследования не затрагивали красноклешневого рака.

Кислородные потребности могут быть выражены в виде удельного потребления кислорода (количество кислорода, потребляемое 1 кг гидробионтов при определённой температуре выращивания в единицу времени – например, мг/кг в час). Этот показатель определяется интенсивностью обменных процессов в организме ракообразных в зависимости от воздействия факторов окружающей среды, и в первую очередь – температуры. Кислород хуже растворяется в тёплой воде, поэтому при содержании такого ценного теплолюбивого объекта аквакультуры, как австралийский красноклешневый рак, в искусственных условиях фактор достаточного наличия кислорода в воде является одним из определяющих технологических показателей эксплуатации УЗВ.

Тесная взаимосвязь температурного фактора и потребления кислорода привела нас к необходимости комплексного изучения этих факторов в процессе отработки биотехники подращивания молоди в условиях циркуляционных установок.

Целью исследований являлось определение оптимальной температуры воды, при которой наилучшим образом сочетаются скорость роста, выживаемость и другие показатели выращивания австралийских красноклешневых раков и последующее изучение кислородных потребностей подращиваемой молоди в данном оптимальном диапазоне температуры воды.

При этом определяли количество потребляемого кислорода и изучали динамику дыхательного процесса у молодых особей австралийского красноклешневого рака двух групп в зависимости от ЖМ.

Материалы и методы исследований. Работа проводилась в условиях аквариальной лаборатории марикультуры ФГБНУ «ВНИРО». Объектом исследования являлась молодь одной генерации, полученная от одной пары производителей, завезённых из Астраханской области. Период развития икры под абдоменом самки при средней температуре воды 24°C составлял 40...45 сут. Вылупившиеся личинки продолжали находиться на абдомене самки ещё около 28...30 сут. За это время они пережили три личинные стадии и приобрели все черты строения взрослой особи. После этого молодь покинула самку, приобретя способность самостоятельно перемещаться и питаться.

На первом этапе для определения оптимального диапазона температуры полученная молодь в возрасте 60 сут. после вылупления была высажена в четыре одинаковых аквариума с циркуляцией и очисткой воды рабочим объёмом по 180 л и выращивалась в течение 70 сут. Исходная плотность посадки составила 44,4 шт/м². Температура воды поддерживалась в четырёх разных ди-

апазонах: 23,0...25,0; 25,1...27,0; 27,1...29,0 и 29,1...31,0. Основные гидрохимические показатели соответствовали требованиям нормативов для УЗВ [9]. Кормление осуществляли аквариумным кормом для декоративных рыб и ракообразных фирмы «Tetra» (Германия) – «TetraWaferMix» – из расчёта 1,6% в сутки от ЖМ раков.

После определения оптимальной температуры воды (27...29°C) для подращивания молоди применяли отработанную нами ранее методику эксперимента с другими представителями отряда Decapoda [7, 8]. В качестве экспериментальной системы использовали стеклянный аквариум размерами 50 × 30 × 35 см и общим объёмом 49 л с затемнёнными во избежание дополнительного стресса у рака чёрной полиэтиленовой плёнкой стенками и дном (рисунок 2 – без плёнки). Объём воды в аквариуме составлял 20 л, глубина – 15 см. Аквариум был оборудован циркуляционным насосом «Tunze 110.04», подававшим воду через шланг на электрод мультипараметрового зонда «YSI-550A».



Рис. 2. Экспериментальная система

Молодь была разделена в зависимости от ЖМ на 2 группы по 15 экземпляров. В группу 1 были отобраны особи с ЖМ до 10 г (диапазон – 3,53...9,15 г, средняя – 7,23 ± 1,62 г), во вторую – с ЖМ более 10 г (диапазон – 10,63...21,28 г, средняя – 14,81 ± 3,07 г). Таким образом, получилась двукратная разница по средней ЖМ между группами. Во время эксперимента средняя температура воды находилась в диапазоне 27...29°C.

До эксперимента особи содержались в аквариумах, в которых поддерживалась аналогичная средняя температура воды. Каждого рака взвешивали и поочередно помещали индивидуально в эксперимен-

тальную систему, предварительно измерив начальную концентрацию кислорода (7,5...9,2 мг/л) и температуру воды. После этого поверхность воды закрывали полиэтиленовой плёнкой во избежание диффузионных потерь кислорода и минимизации стресса у рака. В ходе эксперимента измеряли промежуточные концентрации кислорода в воде и её температуру каждые 15 мин в течение трёх часов. Потребление кислорода вычисляли балансовым методом. Количественные показатели результатов исследований подвергали вариационно-статистическому анализу с использованием программного обеспечения PC Microsoft Ex-

cel-2007. Достоверность различий оценивали на основании критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Наибольшие удельная скорость роста молоди, абсолютный прирост биомассы, среднесуточный прирост и биопродуктивность отмечены в третьем варианте опыта, где диапазон температуры воды составлял 27,1...29,0°C (табл.). При этом достоверные различия по конечной средней массе особей отмечены только между третьим и четвертым вариантами опыта. Очевидно, что

температура выше 29°C угнетала жизнедеятельность молоди раков, что отразилось на минимальном приросте индивидуальной массы особей. Вместе с тем в данном случае обращает на себя внимание бо́льшая выживаемость особей. Это можно объяснить меньшей скоростью роста раков, поскольку в этом случае ниже и частота линек особей, а значит, ниже уровень проявления каннибализма – главной причины снижения выживаемости ракообразных в данных условиях.

Таблица

Влияние температуры воды на рост раков

Показатели	Температура воды, °C			
	23,0...25,0	25,1...27,0	27,1...29,0	29,1...31,0
Исходная плотность посадки, шт./м ²	44,4	44,4	44,4	44,4
Общее кол-во, шт.	20	20	20	20
Выживаемость, шт. %	11 55	14 70	13 65	17 85
Средний вес, г: исходный конечный	0,57±0,06 5,87±0,80	0,46±0,05 6,23±0,72	0,44±0,04 8,47±1,20*	0,47±0,04 5,42±0,65*
Абсолютный прирост массы, г	5,30	5,77	8,03	4,94
Общая биомасса, г: исходная конечная	11,4 64,57	9,2 87,22	8,8 110,11	9,4 92,14
Абсолютный прирост биомассы, г	53,17	78,02	101,31	82,74
Удельная скорость роста	0,034	0,037	0,042	0,035
Среднесуточный прирост, г	0,088	0,096	0,134	0,082
Коэффициент вариации по массе, %: исходный конечный	10,53 13,63	10,87 11,56	9,09 14,17	8,51 11,99
Расход корма, г	90,3	85,92	96,9	96,87
Затраты корма, г/г прироста биомассы	1,7	1,1	0,9	1,2
Биопродуктивность, г/м ²	143,49	193,82	244,69	204,76

*Разность достоверна при 95%-ном доверительном интервале.

Сравнительно низкие результаты выращивания отмечены и в первом варианте опыта при температуре воды 23,0...25,0°C, и это несмотря на то, что исходная средняя масса особей в данной емкости была наибольшей. Раки росли заметно медленнее, чем в других вариантах опыта, недостаточно эффективно использовали на рост потребляемые корма (затраты корма на 1 г прироста биомассы составили 1,7 г). Необходимо отметить сравнительно высокую смертность особей, что было связано не с каннибализмом, а, видимо, с относительно неблагоприятным температурным фактором. Всё это в конечном итоге выразилось в минимальной биопродуктивности.

Выращивание раков в диапазоне температур 25,1...27,0°C показало хорошие удельную скорость роста молоди, абсолютный прирост средней массы, среднесуточ-

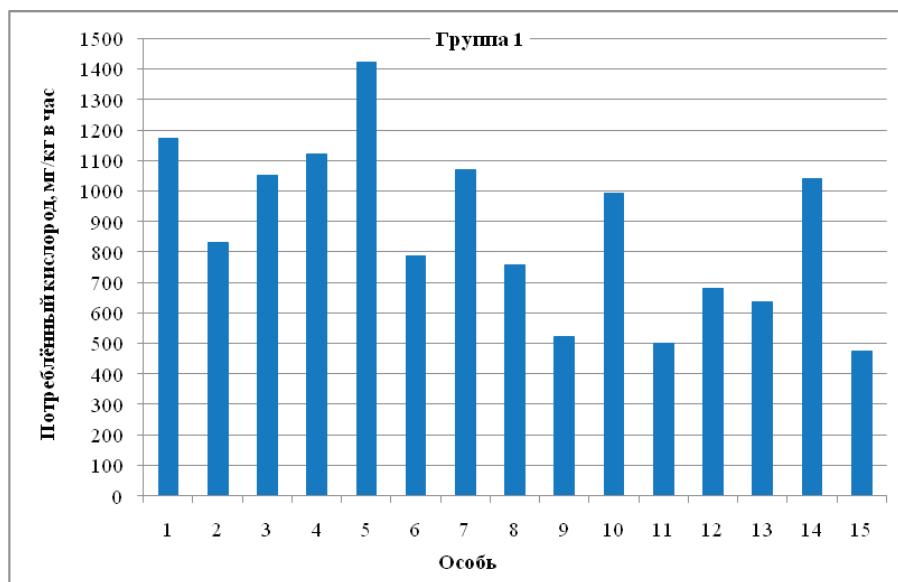
ный прирост, затраты корма и выживаемость, сопоставимые с таковыми при температуре воды 27,1...29,0°C. При этом можно отметить, что несколько меньшими были энергозатраты.

Таким образом, для подращивания молоди австралийского красноклешневого рака в качестве оптимального можно рекомендовать диапазон температур 27,1...29,0°C. Температуру воды 25,1...27,0°C можно считать допустимой для эффективного выращивания. Видимо, можно говорить о возможности объединения этих температурных диапазонов в один благоприятный для выращивания диапазон температуры воды от 25 до 29°C, что действительно практически соответствует диапазону, указанному ранее в обзоре литературы [3, 4]. Снижение или повышение температуры воды относительно указанных

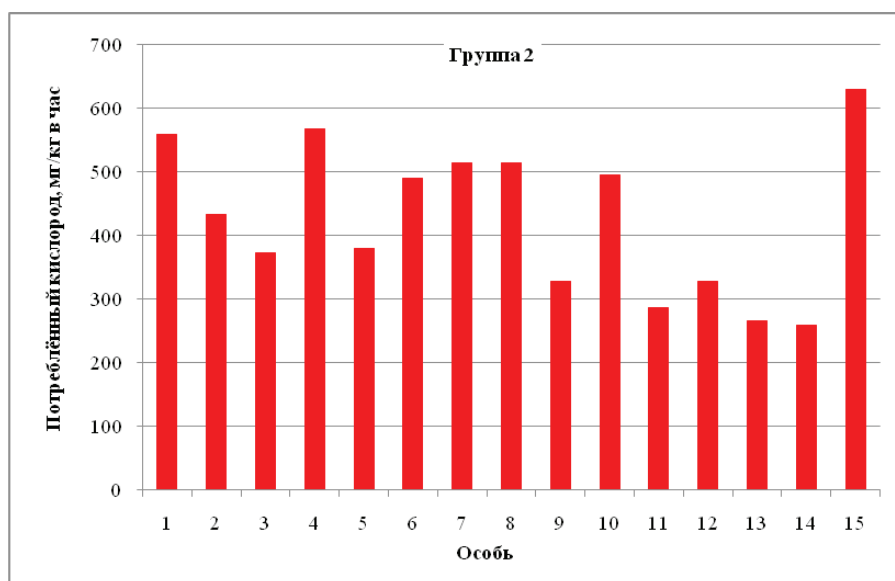
пределов приводит к неудовлетворительным результатам культивирования.

В результате дальнейших исследований, проведённых в оптимальном диапазоне температуры воды, установлено, что удельное потребление кислорода австралийским

красноклешневым раком составляет в среднем $871,1 \pm 273,8$ мг кислорода на 1 кг ЖМ в 1 ч для первой группы и $427,7 \pm 107,2$ мг/кг в 1 ч – для второй, т.е. разница между группами получилась двукратной. Данные по отдельным особям представлены на рисунке 3.



а)



б)

Рис. 3. Потребление кислорода австралийскими красноклешневыми раками: а – группа 1; б – группа 2

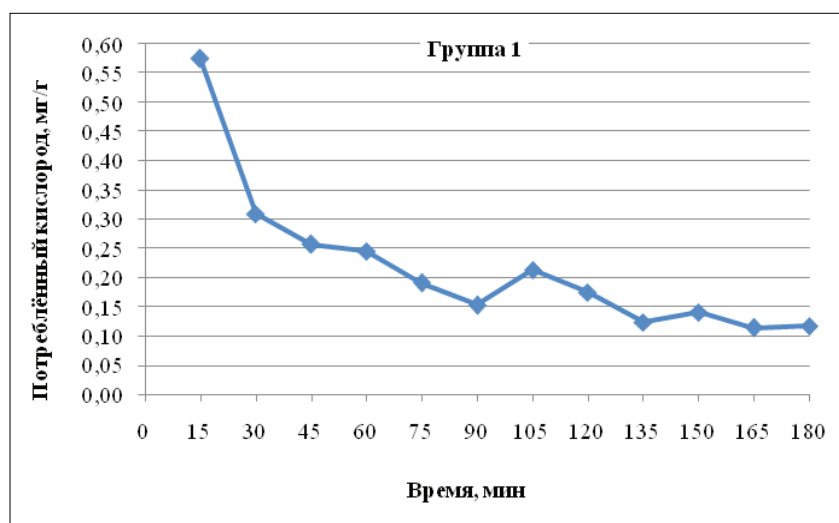
Обработка результатов эксперимента методом расчёта коэффициента Стьюдента показала, что разница между группами статистически достоверна при $p < 0,05$. Наибольшее потребление кислорода наблюдалось в первые 45 мин после посадки, а дальше потребление кислорода держалось примерно на одном уровне с тенденцией снижения (рис. 4). Это можно объяснить относительно спокойным состоянием особей

после первоначального стресса (они укрывались в углах аквариума, рядом с циркуляционным насосом, его шлангом или зондом оксиметра). У особей из группы 2 кривая интенсивности потребления кислорода является более пологой, что, возможно, связано с меньшей восприимчивостью к стрессу у более крупных раков.

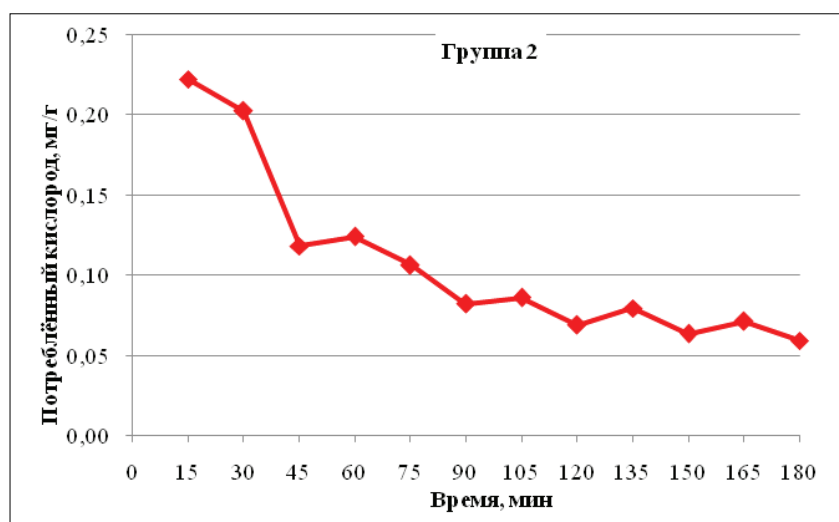
Проведённые нами исследования позволили уточнить диапазон оптимальной

температуры воды для наиболее эффективного подращивания молоди австралийского красноклешневого рака и определить среднюю удельную величину потребления кислорода в данном диапазоне. Полученные

данные необходимы для разработки биотехнических нормативов подращивания молоди раков в искусственных условиях и расчёта технических параметров циркуляционной установки для его осуществления.



а)



б)

Рис. 4. Интенсивность дыхания у австралийских красноклешневых раков: а – группа 1; б – группа 2

Выводы

1. Для подращивания молоди австралийского красноклешневого рака в качестве оптимального можно рекомендовать диапазон температур 27,1...29,0°C. Температуру воды 25,1...27,0°C можно считать допустимой для эффективного выращивания.

2. В диапазоне температур 27...29°C удельное потребление кислорода австралийским красноклешневым раком при средней массе особи $7,23 \pm 1,62$ г составило $871,1 \pm 273,8$ мг кислорода на 1 кг живой массы в 1 ч и снижалось до $427,7 \pm 107,2$ мг/кг в 1 ч по мере роста массы особи до $14,81 \pm 3,07$ г.

Библиографический список

1. Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Акимова М.Ю., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). М.: Изд-во ВНИРО, 2013. 48 с.
2. Lawrence C., Jones C. Chapter 17. Cherax. In: Biology of Freshwater Crayfish. Holdich D.M. (Ed.) // UK, Oxford: Blackwell Science. 2002. P. 635-670.
3. Xiaoxuan C., Zhixin W., Licai H. Effects of Water Temperature on Ingestion and Growth of *Cherax quadricarinatus* // Journal

of Huazhong Agricultural. 1995 (In Chinese with English Abstract).

4. Meade M.E., Doeller J.E., Kraus D.W., Watts S.A. Effect of temperature and solinity on weight gain, oxygen consumption rate, and growth efficiency in juvenile red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* // Journal of the World Aquaculture Society. 2002. V. 33. № 2. P. 188-198.

5. Суцения Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев: «Наукова думка», 1972. 195 с.

6. Жигин А.В. Потребление кислорода гигантскими пресноводными креветками при содержании в искусственных условиях // Материалы и доклады Междунар. науч. – практ. конф. «Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта "Развитие АПК"», 17-19 декабря 2007 г. / ГНУ ВНИИР. М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2007. С. 161-163.

7. Тырин Д.В. Биотехнические основы содержания камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* и американского омара *Homarus americanus* в установках с замкнутым водоиспользованием: Диссертация на соискание учёной степени канд. с.-х. наук. М.: РГАУ-МСХА, 2011. 141 с.

8. Тырин Д.В., Арыстангалиева В.А. Потребление кислорода и интенсивность дыхания гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в искусствен-

ных условиях // Аграрная наука. 2013. № 2. С. 25-27.

9. Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре: Монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 664 с.

Материал поступил в редакцию 28.02.2017 г.

Сведения об авторах

Жигин Алексей Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: 8-905-773-83-68; azhigin@gmail.com.

Арыстангалиева Венера Адилевна, аспирант кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: 8-926-859-06-33; bakyt_kusy_kz@mail.ru.

Тырин Дмитрий Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории марикультуры беспозвоночных ФГБНУ ВНИРО 107140, г. Москва, улица Красносельская Верхн., д. 1; тел.: 8-926-266-60-75; tyrin1983@gmail.com

Ковачева Николина Петровна, доктор биологических наук, заведующий лабораторией марикультуры беспозвоночных ФГБНУ ВНИРО, 107140, г. Москва, улица Красносельская Верхн., д. 1; тел.: 8-916-420-52-33; kovatcheva@vniro.ru

A.V. ZHIGIN, V.A. ARYSTANGALIYEVA

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after S.A. Timiryazev», Russia, Moscow

D.V. TYRIN, N.P. KOVACHEVA

Federal state budgetary research institution «All-Russian research institute of Fishery and oceanography» (VNIRO), Moscow, Russia

DETERMINATION OF THE OPTIMAL TEMPERATURE AND CONSUMPTION OF OXYGEN IN REARING YOUNG AUSTRALIAN RED CLAWED CRAYFISH

Australian Red Clawed Crayfish (Cherax quadricarinatus) possesses valuable consumer, economic qualities and is a promising object of breeding. The aim of the investigation was to determine the optimal water temperature in which there is the best combination of growth rate, survival and other indicators of the Red Clawed Crayfish growing in the circulation system and further study of oxygen needs of fish babies in the optimum range of water temperature. Baby fishes aged 60 days after hatching were grown in four identical aquariums of circulation and water treatment volume of 180 liters during 70 days at a stocking rate of 44.4 pcs/m². In determining oxygen demands there was used a glass aquarium of the total volume of 49 liters, the method of the closed vessel and balance calculations. For rearing baby fishes there is recommended as the optimum temperature range 27.1...29.0°C, water temperature 25.1...27.0°C can be considered acceptable for efficient growing. In the temperature range 27...29°C specific oxygen consumption by baby fishes

with an average individual weight of 7.23 ± 1.62 grams was 871.1 ± 273.8 mg per 1 kg of the body weight per hour, and decreased to 427.7 ± 107.2 mg/kg per hour according to the weight growth of individuals up to $14.81 \pm 3,07$ g.

Australian Red Clawed Crayfish, Cherax quadricarinatus, rearing juveniles, water temperature, oxygen consumption, circulation systems.

References

1. Borisov R.R., Kovacheva N.P., Akimova M.Yu., Parshin-Chudin A. *Biologiya i kul'tivirovanie avstralijskogo krasnokleshneвого raka Cherax quadricarinatus (Von Martens, 1868)*. M.: Izd-vo VNIRO, 2013. 48 c.
2. Lawrence C., Jones C. Chapter 17. Cherax. In: *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich D.M. (Ed.) // UK, Oxford: Blackwell Science. 2002. P. 635-670.
3. Xiaoxuan C., Zhixin W., Licai H. Effects of Water Temperature on Ingestion and Growth of *Cherax quadricarinatus* // *Journal of Huazhong Agricultural*. 1995 (In Chinese with English Abstract).
4. Meade M.E., Doeller J.E., Kraus D.W., Watts S.A. Effect of temperature and salinity on weight gain, oxygen consumption rate, and growth efficiency in juvenile red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* // *Journal of the World Aquaculture Society*. 2002. V. 33. № 2. P. 188-198.
5. Sushchenya L.M. *Intensivnostj dyhaniya rakoobraznyh*. Kiev: «Naukova dumka», 1972. 195 s.
6. Zhigin A.V. Potreblenie kisloroda gigant-skimi presnovodnymi krevetkami pri sodержanii v ikusstvennyh usloviyah // *Materialy i doklady mezhdunar. nauch. – pract. conf. «Ratsionalnoe ispoljzovanie presnovodnyh ekosistem – perspektivnoye napravlenie realizatsii natsionalnogo proekta «Razvitie APK», 17-19 dekabrya 2007 g.* / GNU VNIIR. M.: Izd-vo Rossel'hozacademii, 2007. S. 161-163.
7. Tyrin D.V. *Biotehnicheskie osnovy sodержaniya kamchatskogo kraba Paralithodes camtschaticus i amerikanskogo omara Homarus americanus v ustanovkah s zamknutym vodoispoljzovaniem: Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni cand. s.-h. nauk*. M.: RGAU-MSHA, 2011. 141 s.
8. Tyrin D.V., Arystangalieva V.A. Potreblenie kisloroda i intensivnostj dyhaniya gigant-skoy presnovodnoj krevetki *Macrobrachium rosenbergii* v ikusstvennyh usloviyah // *Agrarnaya nauka*. 2013. № 2. S. 25-27.
9. Zhigin A.V. *Zamknutyje sistemy v akvakul'ture: Monografiya*. M.: Izd-vo RGAU-MSHA im. C.A. Timiryazeva, 2011. 664 s.

The material was received at the editorial office
28.02.2017

Information about the authors

Zhigin Alexey Vasiljevich, doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of the chair of aquaculture and bee keeping, RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev, 127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, d. 49; tel.: 8-905-773-83-68; azhigin@gmail.com.

Arystangalieva Venera Adilovna, post graduate student of the chair of aquaculture and bee keeping, RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev, 127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, d. 49; tel.: 8-926-859-06-33; bakyt_kusy_kz@mail.ru.

Tyrin Dmitry Vladimirovich, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of invertebrates mariculture FGBNU VNIRO, 107140, Moscow, ulitsa Krasnosel'skaya Verhn., d. 1; tel.: 8-926-266-60-75; tyrin1983@gmail.com

Kovacheva Nikolina Petkova, doctor of biological sciences, head of the laboratory of invertebrates mariculture FGBNU VNIRO, 107140, Moscow, ulitsa Krasnosel'skaya Verhn., d. 1; tel.: 8-916-420-52-33; kovatcheva@vniro.ru