Федеральное агентство по рыболовству
Государственный научный центр Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»

III Международная научно-практическая конференция и V Школа молодых ученых и специалистов

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ НАУКА В XXI ВЕКЕ: ключевые направления развития

(Москва, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», 7-10 апреля 2025 г.)

В 2-х томах. Том 2

Издательство ВНИРО
МОСКВА

УДК 574.55:502:517.088.1
Р 93

Р 93 **Рыбохозяйственная наука в XXI веке: ключевые направления развития.** Материалы III Международной научно-практической конференции и V Школы молодых ученых и специалистов: сборник научных статей // ответственный редактор Колончин К.В., авторы-составители: Булатов О.А., Колмаков А.Н., Межонов А.В., Беляев В.А., Мышкин А.В., Бобылев А.Б. М.: Изд-во ВНИРО, 2025. В 2-х томах. Том 2. 440 с.

© ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», 2025
© Колончин К.В., Булатов О.А., Колмаков А.Н., Межонов А.В., Беляев В.А., Мышкин А.В., Бобылев А.Б., 2025

ISBN 978-5-85382-567-3

УДК 639.517

Влияние условий содержания на рыбоводно-биологические характеристики молоди длиннопалого рака

В.В. Зелененко, Р.Р. Борисов, И.Н. Никонова, Н.В. Кряхова

ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: zelenenko@vniro.ru

Реферат
Исследовано влияние внесения на дно выростных емкостей песка, повышения минерализации, а также цвета емкостей на скорость роста, выживаемость и окраску молоди длиннопалого рака при ее подращивании в УЗВ. Показано, что цвет окружающего пространства оказывает существенное влияние на формирование покровительственной окраски у молоди. Наличие грунта способствовало увеличению выживаемости раков. Прирост массы тела у молоди максимален в первый месяц культивирования (более 400%). В дальнейшем наблюдается значительное снижение скорости роста и увеличение затрат кормов на единицу массы. Отмечен высокий уровень гибели и травмирования особей в результате каннибализма. В связи с этим сделано заключение, что проведение подращивания молоди длиннопалого рака в условиях УЗВ дольше одного месяца нецелесообразно.
Ключевые слова: длиннопалый рак *Pontastacus leptodactylus*, молодь, условия содержания, выживаемость, рост.

ВВЕДЕНИЕ

Длиннопалый рак *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) наиболее распространённый вид речных раков на территории Евразии [7]. Изначально вид был распространен преимущественно в бассейнах Азовского, Черного и Каспийского морей, но благодаря деятельности человека распространился далеко за пределы исходного ареала. Речные раки являются ценным и популярным объектом питания. В последние годы ввиду чрезмерного вылова, распространения заболеваний, вытеснения видами вселенцами, а также ухудшения экологического состояния водоемов из-за развития промышленности и сельского хозяйства численность речных раков существенно снижается во многих местах традиционного обитания [3].

Разработка эффективных методов культивирования речных раков в искусственных условиях является перспективным направлением исследований, как с целью удовлетворения коммерческого спроса, так и восстановления естественных популяций [3, 5]. Подращивание молоди – важный этап культивирования раков. От качества и жизнестойкости получаемой молоди зависит ее дальнейшая выживаемость после выпуска в выростные пруды и естественные водоемы. Имеющиеся данные о культивировании молоди речных раков в искусственных условиях указывают на необходимость использова-

ния укрытий и субстратов для снижения уровня каннибализма [1, 3]. Грунт потенциально может оказывать как положительное, являясь дополнительным субстратом для поселения нитрифицирующих бактерий, так и отрицательное влияние, накапливая органические загрязнения. Имеются данные об устойчивости раков к повышению солености и положительном влиянии ее на линьку [4, 8]. В тоже время данные о влиянии наличия грунта и повышенной минерализации в выростных емкостях на основные рыбоводно-биологические показатели молоди раков отсутствуют. В связи с этим целью наших исследований стал подбор оптимальных условий и определение эффективности подращивания молоди длиннопалого рака в УЗВ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовательские работы проведены на базе аквариальной отдела аквакультуры беспозвоночных ФГБНУ «ВНИРО». Эксперимент проводился в емкостях с объемом воды 200 л и площадью дна 0,45 м^2. Емкости имели одну прозрачную стенку и были оснащены системами биологической фильтрации, нагрева и охлаждения воды. Температура воды в ходе эксперимента находилась в диапазоне 24,6-26,6 °С и в среднем составила 25,8 °С. Для снижения каннибализма и агрессивных контактов в емкости установили убежища норного типа и структурирующие объем субстраты. Условия содержания в емкостях отличались наличием или отсутствием грунта, цветом стенок и дна емкостей, а также уровнем минерализации. Всего выполнено 3 варианта эксперимента (табл. 1).

Таблица 1. Условия проведения эксперимента

Параметры эксперимента	Варианты эксперимента		
	Контроль	Грунт (песок)	Минерализация 1‰
Убежища	Присутствуют	Присутствуют	Присутствуют
Грунт	Отсутствует	Силикатный песок	Отсутствует
Цвет стенок емкости	Черный	Черный	Темно-серый
Цвет дна	Черный	Песочный	Темно-серый
Минерализация, ‰	0	0	1

Для эксперимента отобрали 300 особей молоди рака после перехода их на 3 стадию (15-20 сут. с момента выхода из яйца). Средняя масса молоди составила 0,064±0,005 г,. Молодь высадили из расчета 100 особей на емкость, что соответствует плотности посадки 222 экз./м^2.

Кормление раков осуществляли два раза в сутки. Во все емкости вносили одинаковое количество корма. Использовали специализированные корма для молоди ракообразных разработанные отделом кормов и кормовых компонентов ФГБНУ «ВНИРО». Кроме того, раз в сутки вносили 2,5 г замороженного

микропланктона (производство Prime), который по энергетической ценности был эквивалентен 0,35 г комбикорма. Перед кормлением проводили осмотр и чистку емкостей. Несъеденный корм учитывали и изымали из емкости. Количество вносимого корма корректировали в соответствии с интенсивностью его потребления.

Общая продолжительность эксперимента составила 90 сут. На 30, 60 и 90 сут. у всех особей измерили массу и длину тела. Длину измеряли от конца рострума до конца тельсона. Взвешивание проводили на электронных весах Acculab ALC-210d4 с точностью до 0,01 мг.

На 30 и 90 сут., для оценки интенсивности окраски, молодь раков сфотографировали с помощью фотокамеры Sigma dp3 Merrill. Затем провели анализ изображений в программе Adobe Photoshop по методике ранее применявшейся нами при изучении окраски у креветки *Penaeus vannamei* [2]. Параметры, характеризующие окраску молоди раков, оценивали в цветовом пространстве CIELab (CIE L*a*b*). В цветовом пространстве CIELab координатой L задана яркость или светлота, которая характеризует интенсивность окраски особей. Показатель L изменяется от 0 до 100, при этом чем интенсивнее (темнее) окрашена особь, тем ниже его значение. Хроматическая составляющая определяется двумя декартовыми координатами a и b. Первая обозначает положение цвета в диапазоне от зелёного до красного, вторая – от синего до жёлтого. Замер показателей проводили в дорзальной части второго сегмента абдомена раков.

Статистическая обработка результатов выполнена в программе Statistica12. Для оценки статистической значимости различий в скорости роста и интенсивности окраски использовали непарметрический U-критерий Манна-Уитни. Определение статистической значимости различий в выживаемости проводили при помощи точного критерия Фишера. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выживаемость молоди длиннопалых раков в конце эксперимента составила от 40 до 54% (рис. 1А). Основной причиной гибели особей был каннибализм в период линьки. Изменение выживаемости за период эксперимента было статистически значимо для всех вариантов. Наилучшая выживаемость на протяжении всего эксперимента отмечена в варианте с песком на дне (рис. 1А). Хотя наблюдаемые отличия в выживаемости между вариантами эксперимента не были статистически значимы, общая тенденция сохранилась на протяжение всего эксперимента. Результатом агрессии так же можно считать высокую долю травмированных особей. В конце эксперимента процент особей с отсутствующими или редуцироваными (регенерирующими после утраты) переоподами первой пары составлял от 25 до 45%.

Быстрый рост молоди наблюдался в первые 30 сут. (рис. 1Б). В этот период прирост по массе составил от 463 до 494%. В дальнейшем его интен-

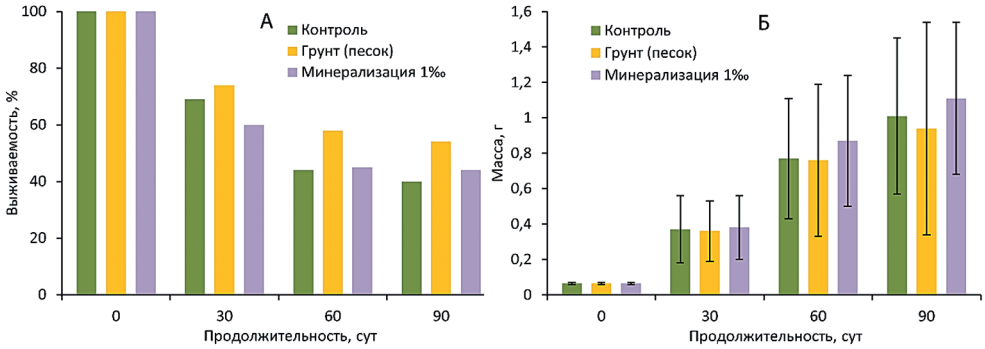


Рис. 1. *Изменение выживаемости (А) и массы (Б) молоди длиннопалого рака Pontastacus leptodactylus в эксперименте в зависимости от условий содержания*

сивность снижалась и составила 108-128 и 24-31% за второй и третий месяц эксперимента соответственно. Отличия в массе и длине между вариантами эксперимента не были статистически значимыми. В варианте с песком средняя масса особей оказалась наименьшей, что могло быть обусловлено высокой выживаемостью, в результате чего на одну особь пришлось меньше корма, чем в вариантах с меньшей выживаемостью. Масса раков в конце эксперимента в среднем составила 1,0±0,5 г при длине 34,0±5,9 мм, а самая крупная особь имела массу 3,8 г, а длину – 48,1 мм. Полученные показатели роста оказались больше, чем по данным О.И. Мицкевич [3] при выращивании молоди в лотках (масса сеголеток – 0,2-0,3 г), но меньше, чем по данным Н.Я. Черкашиной [6] при культивировании в прудах Ростовской обл. (масса сеголеток – 5 г).

За период эксперимента биомасса раков увеличилась более чем в 5 раз (табл. 2). При этом затраты корма на единицу прироста массы тела были наименьшими в первые 30 сут. В дальнейшем для всех вариантов эксперимента затраты корма существенно возросли (табл. 2).

В конце эксперимента молодь всех трех вариантов отличалась окраской. Самую темную окраску (показатель L 46,4±8,3) приобрели раки в емкости, стенки и дно которой были черного цвета. При этом в окраске особей преобладали оттенки синего (рис. 2). В ёмкостях с серым дном и стенками и в емкости с песком на дне раки были светлее (L 63,1±7,3 и 60,4±7,1 соответственно). У раков из емкости с песком сформировалась окраска с желтовато-зеленым оттенком (рис. 2), благодаря которому они стали менее заметны на фоне песка.

Отмеченные различия позволяют сделать заключение, что цвет окружающего пространства оказывает существенное влияние на формирование окраски у молоди рака. Это необходимо учитывать, так как покровительственная окраска важна для успешного выживания молоди после ее выпуска в естественную среду, поскольку особи, выделяющиеся на фоне дна, могут стать легкой добычей птиц и других хищников.

Таблица 2. Изменение биомассы и затрат кормов на единицу прироста массы в эксперименте с молодью длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus*

Временной промежуток	Варианты эксперимента		
	Контроль	Грунт (песок)	Минерализация 1‰
Суммарная биомасса, г			
Начальная	6,41	6,41	6,41
На 30 сутки	25,34	26,30	22,99
На 60 сутки	33,94	44,07	39,29
На 90 сутки	40,31	50,94	48,77
Затраты корма на единицу прироста массы			
За первые 30 суток	1,4	1,4	1,7
За вторые 30 суток	4,5	2,2	2,4
За третьи 30 суток	5,7	5,3	3,8

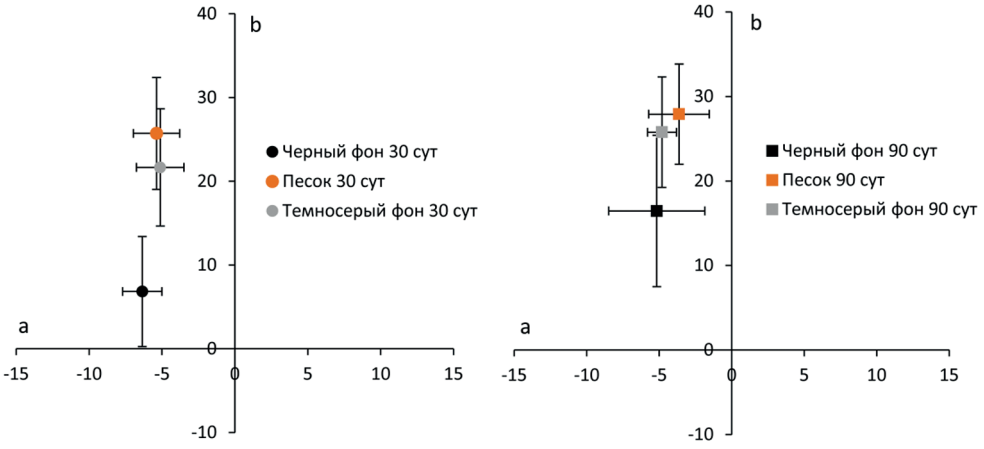


Рис. 2. *Влияние цвета окружающего пространства на хроматическую составляющую окраски (координаты a и b в цветовом пространстве CIELab) молоди длиннопалого рака Pontastacus leptodactylus*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наличие грунта способствовало увеличению выживаемости у молоди длиннопалых раков. В ходе эксперимента не отмечено отрицательного воздействия увеличения минерализации воды на основные рыбоводно-биологические показатели молоди. Прирост массы тела у раков в условиях УЗВ максимален в первый месяц культивирования (более 400%). В дальнейшем наблюдается значительное снижение скорости роста. Существенной проблемой при культивировании является каннибализм, который приводит к значительному снижение выживаемости и появлению травмированных особей. Показано, что цвет окружающего пространства оказывает суще-

ственное влияние на формирование покровительственной окраски у молоди длиннопалого рака. Таким образом, можно сделать заключение, что в связи с высоким уровнем каннибализма и снижением скорости роста проводить подращивание молоди длиннопалого рака в условиях УЗВ дольше одного месяца нецелесообразно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов Р.Р. Управление пространственным распределением десятиногих ракообразных (отр. Decapoda) при культивировании в искусственных условиях / Р.Р. Борисов, Н.П. Ковачева, А.В. Паршин-Чудин // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 84-89.
2. Борисов Р.Р. Оценка эффективности методов регулирования окраски белоногой креветки *Penaeus vannamei* в аквакультуре / Р.Р. Борисов, И.Н. Никонова, А.В. Паршин-Чудин, Н.П. Ковачева // Труды ВНИРО. – 2021. – Т. 183. – С. 87-95.
3. Мицкевич О.И. Раколовство и раководство на водоемах европейской части России: моногр. / О.И. Мицкевич. – Санкт-Петербург: Изд-во ГосНИОРХ, 2006. – 207 с.
4. Сладкова С.В. Кардиоактивность *Pontastacus leptodactylus* (Decapoda) при длительном воздействии среды повышенной солености: о возможности использования пресноводных раков в тестировании солоноватых вод / С.В. Сладкова, Т.В. Кузнецова, В.А. Любимцев, С.В. Холодкевич – DOI: 10.31857/S0320965223050169 // Биология внутренних вод. – 2023. – № 5. – С. 708-714.
5. Федотов В.П. О раках: от промысла к отраслевому направлению – раководству / В.П. Федотов. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 256 с.
6. Черкашина Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций / Н.Я. Черкашина. – Ростов-на-Дону: Медиа-полис, 2007. – 118 с.
7. Bláha M., Phylogeographic patterns of genetic diversity in *Pontastacus leptodactylus* (Decapoda: Astacidae): is the hypothesis of the taxonomically rich genus Pontastacus true? / M. Bláha, J. Patoka, T. Policar, K. Śliwińska, A. Alekhnovich, N. Berezina, A.M. Petrescu, L. Mumladze, A. Weiperth, M. Jelic, P. Kozák, I. Maguire // Zoological journal of the linnean society. – 2023. – V. 199, № 1. – P. 140-155.
8. Hesni M.A. Effects of temperature and salinity on survival and moulting of the narrow-clawed crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Decapoda, Astacidea) / M.A. Hesni, N. Shabanipour, A. Zahmatkesh & M. Toutouni // *Crustaceana*. – 2009. – P. 1495-1507.