

595.384.1 (265/266)

**СОЛЕВЫЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ  
ТИХООКЕАНСКОЙ КРЕВЕТКИ  
(PANDALUS LATIROSTRIS RATHBUN)**

(К вопросу об акклиматизации креветок в водоемах Черноморского бассейна)

А. Ф. КАРПЕВИЧ, Б. Н. МИХАЙЛОВ

Состояние запасов ценных видов рыб Азово-Черноморского бассейна не отвечает их природным возможностям. Огромные кормовые ресурсы Азовского моря и смежных лиманов, а также многочисленных солоноватых заливов и лиманов Черного моря используются ценными видами рыб недостаточно. Остающиеся резервы корма позволяют не только повысить запасы ценных видов за счет аборигенов, но и за счет вселения новых видов рыб и беспозвоночных.

Своеобразие физико-химической среды отдельных водоемов этого бассейна может явиться серьезным препятствием для приживания вселенцев. Поэтому при выборе форм для акклиматизации прежде всего необходимо выяснить их способность выживать в новой для них физико-химической среде, а затем определить и возможные их биотические отношения с аборигенами.

Для пополнения фауны Черноморского бассейна в числе других объектов была предложена Ю. Я. Мишаревым тихоокеанская креветка — травяной шримс (*Pandalus latirostris Rathbun* синоним *P. kessleri*).

Тихоокеанская креветка — ценный пищевой продукт. Средняя длина взрослых особей 10—13 см, вес до 16 г (Иванов, 1955). Товарного размера они достигают на втором году жизни и обладают высоким содержанием очень ценных белковых веществ и очень хорошим вкусом (Виноградова, 1961).

Данные по биологии и экологии травяного шримса были получены И. Г. Заксом и Д. Н. Логвинович еще в 1937—1938 гг. Полевые наблюдения были проведены в зал. Петра Великого, а эксперименты на о-ве Петрова.

Основные выводы из многих тщательных экспериментов, проведенных Д. Н. Логвинович, сводятся к следующему:

1. При резком понижении солености (от 34 до 17‰) креветки выживали не более 5,5 час, но резкое понижение солености только до 20‰ шримсы всех возрастов переносили без видимого вреда.
2. При постепенном опреснении от 34 до 11‰ креветки благополучно прожили свыше 20 суток и погибли на 24 сутки, после снижения солености до 8‰.
3. Повышение температуры до 20—25° креветки хорошо переносили, но при температуре 29—30° они погибали через 1 час 30 мин. Эту температуру Д. Н. Логвинович считает верхним пределом, а температуру — 1,5° — нижним.

В 1961 г. в аквариальной ВНИРО Ю. Я. Мишарев повторил опыты Д. Н. Логвинович и получил такие же результаты.

На основании этих материалов мы предположили, что креветки легко перенесут значительные сезонные колебания температуры и солёности некоторых черноморских лиманов (Хаджибеевского, Кизилташских, Шаболатского и некоторых др.).

В 1961 г. ВНИРО совместно с Центральной производственно-акклиматизационной станцией Главрыбвода (ЦПАС) и Одесской биологической станцией АН УССР впервые пересадили 3200 экз. тихоокеанской креветки *Pandalus latirostris* в Хаджибеевский лиман (800 икряных самок-трехлеток, 1800 самцов-двухлетков и 600 годовиков) (Мишарев, 1962).

В мае и октябре 1962 г. перевезли три партии тихоокеанской креветки (8600 шт.) в Кизилташские лиманы, расположенные между Керченским проливом и г. Анапой, в 1963 г. — около 3 тыс. шт. Всего выпущено в эти лиманы 10 тыс. креветок.

Учитывая, что тихоокеанская креветка обитает в других физико-химических условиях, чем она встретит в южных районах европейской части СССР и что водоемы Черноморского бассейна различаются между собой по солевому, газовому и температурному режимам, мы считали необходимым изучить более детально требования шримса к этим факторам среды. Следовало определить для них критические и летальные значения температуры, солёности и содержания кислорода, а также определить наиболее благоприятные физико-химические условия для их дыхания, питания, размножения и роста.

В этой статье сообщаются данные об отношении тихоокеанских креветок к изменению температуры, солёности и содержанию кислорода в воде.

#### МЕТОДИКА

Требования травяного шримса к среде разной солёности определяли по методике А. Ф. Карпевич (1960) при резком изменении солёности в среде обитания и при физиологической их адаптации к постепенному изменению солёности и температуры.

Воду разной солёности готовили путем смешивания соленой воды Тобечикского озера (солёность 44—65‰) и воды Керченского пролива (солёность 11—15‰). В результате получали растворы от 11 до 5‰ с интервалами в 2—5‰.

При снижении или повышении солёности в аквариумах на 2 или 5‰ креветок оставляли в измененной солевой среде в течение 4—6 суток. За это время выравнивается их осмотическое давление, а газообмен и питание животных поддерживаются на нормальном уровне.

Травяного шримса помещали в воду определенной солёности и наблюдали за поведением, питанием, линьками и размножением в течение длительного времени.

Контрольными являлись креветки, обитавшие в воде солёностью 32—35‰. Вследствие длительности опытов (креветки оставались в аквариумах более года) они испытывали сезонные колебания температуры от 16 до 23°. Суточные колебания температуры были незначительны. Содержание кислорода в воде поддерживалось около 80% насыщения, а иногда наблюдалось и перенасыщение (до 130%). Дыхание креветок изучали методом закрытых сосудов (Карпевич, 1960). Основные наблюдения проведены Б. Н. Михайловым. Материал для опытов доставлял Ю. Я. Мишарев. Большую помощь в работе оказала А. Ф. Ермолова.

## ОТНОШЕНИЕ КРЕВЕТОК К ИЗМЕНЕНИЮ СОЛЕННОСТИ

Доставленных из зал. Петра Великого в Керчь креветок содержали в аквариумах емкостью 1 м<sup>3</sup> при солености 30—35‰, постоянной аэрации воздухом и температуре летом 18—24°, а зимой — 16—14°.

Креветок постепенно приучали к воде разной солености в диапазоне от 11 до 51‰ с интервалом в 2,5—5‰ и разной температуре.

Эти раки оказались чрезвычайно эвригалинными. Они выживали в относительно широком солевом диапазоне от 14 до 38‰ (табл. 1). Однако выживание, поведение и физиологические процессы в разных солевых условиях отличались.

Таблица 1

Выживание *Pandalus latirostris* в черноморской воде

Температура, град.	Количество креветок, шт.	Соленость, ‰	Длительность выживания, сутки	Количество погибших к концу опыта	Состояние креветок
16—18	2	11—13	2	2	Очень плохое
18—20	2	18	Несколько месяцев То же	0	Нормально линяли и росли, не размножались
18—24	2	24			
18—23	10	30—35	144*	0	Линяли, росли
18—23	10	35	144*	0	Линяли, росли, эмбрионы развивались
18—23	8	38—39	60	0	То же
18—23	3	44—45	7	3	Линяли, питались
20—21	3	46	3	3	Плохое, не питались
16—17	6	49—50	2	6	То же »

\* Выживали более 6 мес., некоторые более года

В контрольных аквариумах, где вода была соленостью 32—35‰ при 30 и 25‰, креветки жили больше 6 мес., а многие и больше года. Они нормально питались и линяли. После линьки увеличивался их размер. В начале августа, через 3 мес. после их доставки, произошло спаривание и самки выметали икру.

Количество отложенных икринок было примерно таким же, как и в природных условиях у самок близкого размера — 250—300 шт. При понижении температуры воды в море осенью и зимой до нуля эмбрионы креветок развиваются в течение 9—10 мес. и выклеваются в мае — июне следующего года. В аквариумах с августа по декабрь креветок содержали при температуре не ниже 18°, т. е. в более теплых условиях, чем в природе, а поэтому эмбриогенез протекал быстрее. В конце декабря, т. е. через 5 мес. после спаривания — начался выклев личинок. После выклева личинок самки, носившие икру, слиняли и были в хорошем состоянии. Молодь развивалась, росла, но после линек в массе погибала. От помета одной самки выжила одна креветка, которая выросла и стала половозрелой. В природе также отмечается большая гибель креветок на ранних стадиях развития.

Такой же высокий отход личинок мы наблюдали у самок, оплодотворенных в естественных условиях и носивших икру в течение 8—9 мес. в бухте Посьет. После их доставки в Керчь они хорошо себя чувствовали и в аквариумах: чистили кладку и питались. Вылупляющиеся личинки были нормальными, но после первой и последующих линек

многие погибли как в черноморской, так и в тихоокеанской воде соленостью 30—35‰. От выводка одной самки также остался один малек и через год он достиг длины примерно 7—8 см.

Эти данные показывают, что в неволе в благоприятных солевых условиях возможно развитие и выживание не только взрослых особей тихоокеанской креветки, но и их потомства. Воспитание молоди возможно в опресненной до 24‰ воде.

В воде соленостью 18‰ креветки жили в течение нескольких месяцев. При температуре 18—20° они питались, линяли, но икры у них заметить не удалось (см. табл. 1), при температуре выше 22° легко погибали.

При дальнейшем снижении солености в аквариумах креветки становились вялыми и при 11—13‰ погибали на вторые сутки. По данным Д. Н. Логвинович, при понижении солености воды до 8‰ креветки погибают через сутки.

При повышении солености воды до 38‰ креветки чувствовали себя нормально и жили около 2 мес., но в воде 40‰ становились вялыми и при 44‰ переставали питаться и погибали через 7 суток, при солености 46‰ погибали через 3 суток (см. табл. 1).

Мальки креветок только в течение нескольких суток переносят воду соленостью 42‰, но не питаются, теряют вес и погибают.

Солеустойчивость креветок зависит и от температуры среды обитания. При температуре воды 18—23° соленость выше 40‰ губительна для креветок, а при температуре 16—17° они могут некоторое время переносить и соленость до 49—50‰.

При резком изменении солености среды обитания жизнестойкость креветок уменьшалась. При пересадке взрослых раков из воды соленостью 35‰ в воду 25‰ многие погибали через 14 час, а при пересадке в 18‰ — гибель наступала через 6 час даже при температуре 16—18°. Неблагоприятное действие резкой смены солености сказывалось очень быстро: сначала их движения становились вялыми, окраска постепенно тускнела и они прекращали питаться. Перед гибелью становились бледно-зелеными и почти неподвижными.

#### ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА КРЕВЕТКАМИ В ВОДЕ РАЗНОЙ СОЛЕННОСТИ

Солевые условия оказывают значительное влияние на потребление кислорода креветками. Однако при благоприятной температуре — 20—22° в довольно широком солевом диапазоне — 17—39‰ — у них поддерживается относительно устойчивый газообмен. Потребление кислорода креветками весом 3—7 г держится в среднем около 0,22—0,3 мл на 1 г их живого веса в час. В воде соленостью выше 40‰ потребление кислорода резко уменьшается — до 0,097 мл (табл. 2 и рисунок), креветки в этих условиях теряют активность и близки к гибели.

Требования к газовому режиму у этих раков довольно высокие (табл. 3). В воде благоприятной солености — около 32‰ и при температуре 16—17° креветки испытывают дефицит кислорода при его содержании около 2,8—2,5 мл/л (47,7—42,7% насыщения) и кислородным порогом является содержание около 1,7 мл/л (21,5% насыщения).

#### ОТНОШЕНИЕ КРЕВЕТОК К ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ

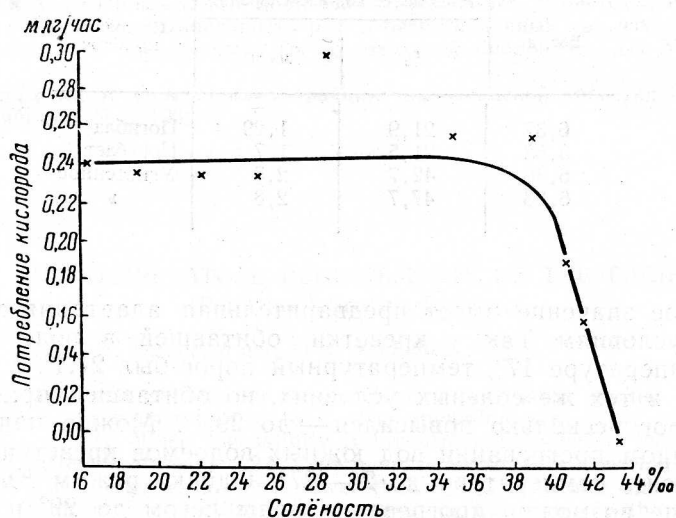
Сезонные колебания температуры воды в водоемах, предназначенных для вселения креветок (Кизилташский и Одесские лиманы), значительны — от отрицательных зимой до 28—30° летом. В естественном

Т а б л и ц а 2

Потребление кислорода *Pandalus latirostris* при разной солености\*

Вес креветки, г	Соленость, ‰	Температура, град.	Насыщение воды кислородом в конце опыта, %	Потребление кислорода, мл на 1 г/час	Среднее потребление кислорода, мл на 1 г/час
8,9	16,3	20,5	58,2	0,243	0,243
3,87	19,6	21,7	69,8	0,204	0,237
4,66	19,6	21,5	61,3	0,378	
3,08	19,6	22,0	78,2	0,131	
7,52	21,7	21,1	65,7	0,231	0,231
7,67	21,8	21,1	63,5	0,239	
7,37	21,8	21,1	68,0	0,223	
7,45	24,2	20,0	65,9	0,229	0,234
7,35	25,6	21,6	55,1	0,239	
7,40	28,1	21,0	52,4	0,254	
4,10	29,4	20,0	70,9	0,348	0,30
9,16	34,8	20,5	50,7	0,253	0,253
8,32	39,0	21,1	53,2	0,255	0,255
11,00	40,0	22,8	65,6	0,188	0,188
7,96	41,0	21,4	66,0	0,120	0,158
7,96	41,0	22,2	59,0	0,197	
8,50	43,03	22,4	80,6	0,097	

\* Опыты проводили при температуре 18—23°, длительность опыта 2 час. 30 мин.



Потребление кислорода креветкой *Pandalus latirostris* Rathbun в воде разной солености при температуре 20—22°.

ареале эта креветка не испытывает столь больших колебаний температуры воды.

В аквариальной АзчерНИРО Б. Н. Михайлов и А. Ф. Ермолова изучали влияние как скачкообразного, так и постепенного изменения температуры на выживание креветок.

Резкое изменение температуры от 15 до 3° не влияет пагубно на

животных, но при этом снижается их газообмен и падает активность. При потеплении у них восстанавливаются все функции до нормы.

Постепенное охлаждение воды (соленостью 30—35‰) до минус 2,5° приводит к снижению газообмена, прекращению движений и питания, а затем и к оцепенению особи, но через 12 суток после начала опыта при повышении температуры до плюс 1° у креветки восстановилась активность и появилась потребность в пище. Даже вмерзание отдельных особей в лед, длящееся несколько часов, не ведет к гибели.

К повышению температуры креветки более чувствительны. Они довольно хорошо переносят теплую воду до 25° при благоприятной солености и хорошем кислородном режиме. Но даже при постепенном повышении температуры воды от 15—16° до 26° креветки меняли поведение — они прекращали двигаться и принимать корм. Температура воды выше 26° при некоторых обстоятельствах становится критической и даже летальной. Летальная температура зависит от солености среды: в воде оптимальной солености 31—32‰ гибель креветок наблюдалась при 29° только через 1,5—2 суток, но при понижении солености до 20—22,5‰ летальная температура также снижалась, раки погибали через 2—3 суток при температуре 27,7°. При повышении солености до критических значений (39—40‰) тепловой шок наступал при 25,7°.

Таблица 3  
Критическое и пороговое содержание кислорода  
в воде для *Pandalus latirostris* при  
температуре 16—17° и солености 31,6‰

Вес, г	Насыщение воды кислородом		Состояние креветок
	%	мл/л	
6,37	21,9	1,29	Погибла
5,63	21,5	1,7	Погибает
6,30	42,7	2,5	Угнетенное
6,33	47,7	2,8	»

Большое значение имеет предварительная адаптация животных к тепловым условиям. Так, у креветки, обитавшей в воде соленостью 31‰ и температуре 17°, температурный порог был 27,4°, а у такой же креветки и в тех же солевых условиях, но обитавшей при температуре 22°, порог несколько повысился — до 29,4°. Можно надеяться, что при медленном прогревании вод южных водоемов креветки смогут летом переносить температуру до 26—27°. Однако режим Кизилташских лиманов, где возможно прогревание воды летом до 29° и повышение солености в некоторых районах свыше 40‰ может оказаться губительным для тихоокеанских креветок, если они не найдут убежище и в нем не переживут неблагоприятную летнюю жару.

Для проверки термоустойчивости креветок в естественных и аквариальных условиях опыты будут продолжены. Эти наблюдения тем более важны, что при высоких летних и осенних температурах воды возможно ускорение эмбриогенеза отложенной икры. При этом выклев личинок возможен осенью или перед ледоставом, когда кормовые организмы, необходимые личинкам, могут быть в минимальных количествах и не обеспечат выкорм молоди.

## ВЫВОДЫ

1. Тихоокеанская креветка *Pandalus latirostris* Rathbun при благоприятной температуре 18° переносит в течение нескольких дней тобичикскую воду соленостью 11 и 50‰, но благоприятный солевой диапазон для их выживания лежит в более узких пределах — 18—39‰. Размножение наблюдалось в воде соленостью 24—35‰.

2. При солености 32—35‰ креветки переносят в течение 1—2 суток понижение температуры до минус 2,5 и повышение до плюс 29°. Но благоприятные температуры зимние до минус 1° и летние до плюс 25—26°. Оплодотворение происходило при температуре плюс 20—23°.

3. Солеустойчивость креветок резко уменьшается при повышении температуры как в сильно опресненной (11—18‰), так и в сильно осолоненной (40—49‰) воде.

4. Содержание кислорода в воде около 47% насыщения — критическое, а 22% — пороговое.

5. Постепенное повышение или понижение солености воды и температуры удлиняет срок выживания креветок в соответствующих неблагоприятных и критических солевых и температурных условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

Виноградова З. А. Биохимическая характеристика тихоокеанской креветки *Pandalus latirostris*. Уч. зап. Одесской биолог. ст. АН УССР. Вып. 3. Одесса, 1961.

Иванов А. В. Промысловые водные беспозвоночные. «Советская наука», 1955.

Карпевич А. Ф. Выносливость рыб и беспозвоночных при изменении солености среды и методики ее определения. Тр. Карадагской биолог. ст. АН УССР, Вып. 16, Киев, 1960.

Мишарев Ю. Я. Опыт акклиматизации тихоокеанской креветки в Черном море. «Рыбное хозяйство» № 8, 1962.

## SALINITY AND TEMPERATURE REQUIREMENTS OF THE PACIFIC SHRIMP (*Pandalus latirostris* Rathbun)

*A. F. Karpevich and E. N. Mikhailov*

The most favourable salinity for the survival of the Pacific shrimp ranges from 18 to 39‰ at the water temperature of 18°C. The spawning was observed in the water with 24—35‰ salinity. When the salinity is favourable (32—35‰) the shrimp tolerate some decrease in temperature to -2.5°C or increase up to +29°C within 1—2 days. The most favourable temperatures are: not lower than -1°C in winter and not higher than 25—26°C in summer. The fertilization occurred in the water with the temperature of 20—23°C.

The oxygen content in the water with saturation of about 22% approaches the threshold level while the saturation of 47% is close to the critical one. The survival of the Pacific shrimp is affected if the temperature rises above 26°C and salinity is higher than 38‰ or lower than 18‰, and the oxygen content is less than 30%.