

**ВЫЖИВАНИЕ НЕКОТОРЫХ АМФИПОДА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ
ПРИ РАЗНЫХ СОЛЕНОСТЯХ**

Канд. биол. наук Н. Н. РОМАНОВА

В настоящее время биология беспозвоночных Северного Каспия, являющихся кормом для рыб, изучена еще недостаточно, хотя в этой области имеется значительное количество работ [1, 2, 4, 9]. Почти все известные исследования по этому вопросу посвящены выяснению отношения каспийских моллюсков и многощетинкового червя *Nereis succinea* к изменению солености.

Подобных работ по ракообразным почти совершенно нет. Между тем, ракообразные являются ценным кормовым объектом, их пищевая ценность по сравнению с моллюсками весьма высока. По данным Е. Н. Боковой, ракообразные как высококалорийная пища усваиваются на 78%, в то время как моллюски — лишь на 29%. Ряд каспийских рыб (молодь воблы, лещ, молодь осетровых) в определенные периоды жизни питаются исключительно амфиподами и кумацеями [8, 11].

Целью настоящей работы явилось исследование солевых диапазонов выживания массовых видов ракообразных. Мы надеемся, что выяснение этих вопросов позволит дать материал для более полного понимания изменений в донной фауне Северного Каспия и для разработки активного на нее воздействия.

МЕТОДИКА

Для экспериментальных работ мы выбрали виды амфипод, имеющие существенное значение как в питании рыб, так и в составе донной фауны Северного Каспия.

Все имеющиеся исследования, выясняющие отношение каспийских ракообразных к различным солевым условиям, касаются в основном изменения внутреннего осмотического давления в зависимости от изменения солености окружающей среды. Однако на основании хода кривой зависимости концентрации внутренней полостной жидкости от солености окружающей среды не всегда можно сделать правильный вывод о выживании животного при изменении солености.

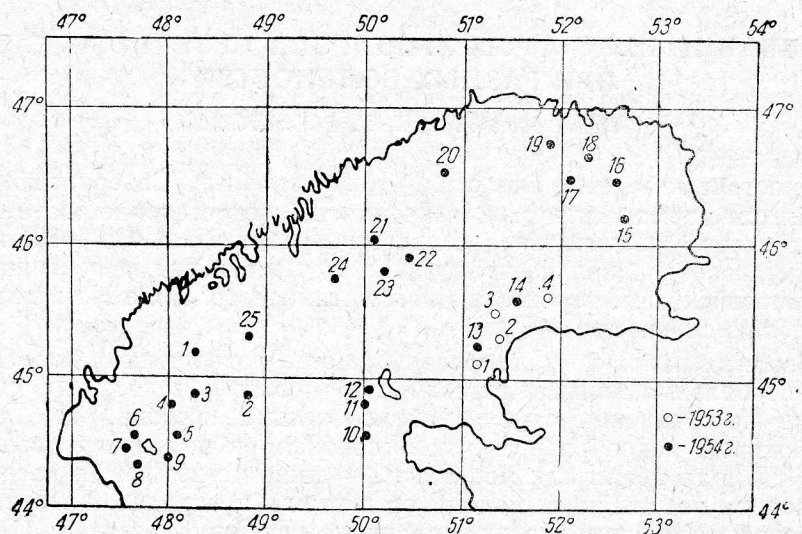
В целях прогнозирования изменений в фауне при изменении солевого режима большое значение, как нам кажется, приобретает изучение пределов выживания тех или иных организмов в разных солевых условиях.

При проведении экспериментальных работ по выяснению степени эвригалинности каспийских ракообразных мы пользовались следующими показателями (при содержании животных в воде разной солености):

- 1) выживание взрослых нелиняющих животных;
- 2) выживание взрослых животных после линьки;

- 3) размножение¹;
4) выживание молоди².

Живой материал для опытов собирали в июне 1953 г. и мае 1954 г. дночерпателем Петерсена в дельте р. Волги (в районе Астраханского государственного заповедника) и в различных пунктах Северного Каспия (см. рисунок) с судов Промысловой разведки («Разведчик» — 1953 г.) и Каспийского филиала ВНИРО («Исследователь» — 1954 г.). В некоторых случаях, при лове в зарослях морской травы использовали 30-футовый оттер-трал. Пойманных животных осторожно выбирали



Карта станций сбора экспериментального материала.

из грунта и водорослей пинцетом или руками и помещали в кристаллизаторы с небольшим количеством воды и грунта. Количество экземпляров ракообразных различных видов, использованных для экспериментов, приведено в табл. 1.

Опыты по изучению выживания ракообразных проводили в аквариальной Каспийского филиала ВНИРО, где колебания температуры во время наших работ были очень незначительны (17—19°).

Методика опытов по выяснению выживания ракообразных отдельных видов при разной солености сводилась к следующему. В кристаллизаторы (диаметром 16 см) с небольшим количеством грунта и проточной водой нужной солености помещали по 10—20 экз. определенных до вида половозрелых гаммарид или корофид. Молодь, недавно вышедшую из марсупиальной сумки, содержали по 40—45 экз. в чашках Петри и Коха с тонким слоем ила.

Соленость воды в кристаллизаторах и чашках Коха изменяли постепенно через 2 суток, заменяя бутылку, подающую проточную воду, новой бутылкой с водой, соленость которой была повышена или понижена на 2‰. В аквариальную Каспийского филиала ВНИРО доставляли воду соленостью 13‰ из южной части Северного Каспия. Воду меньшей солености получали, добавляя в морскую воду соленостью 13‰ пресную воду из водопровода. Воду соленостью более 13‰ приготавливали путем выпаривания на солнце или на водяной бане.

¹ Размножение при разной солености исследовалось только у двух видов: *Pontogammarus maeoticus*, *Pontogammarus robustoides*.

² Выживание молоди изучалось у *Stenogammarus compressus*, *Stenogammarus similis*, *Pontogammarus robustoides*, *Pontogammarus maeoticus*, *Corophium nobile*.

Таблица 1

Объем материала, использованного для экспериментальных работ

Название организмов	Количество экз.		Места сбора
	взрослых	молоди	
<i>Stenogammarus compressus</i>	229	407	Станции 20—25, 1954 г.
<i>Stenogammarus similis</i>	172	445	Станции 21—24, 1954 г.
<i>Pontogammarus maoticus</i>	180	—	М. Жемчужная банка, 1953 г.
<i>Pontogammarus robustoides</i>	213	—	Астраханский заповедник, дельта р. Волги, станция 26.
<i>Pandorites podocerooides</i>	56	—	Станции 16—18, 1954 г.
<i>Amathillina spinosa</i>	60	—	Станция 10, п-ов Мангышлак, 1954 г.
<i>Corophium nobile</i>	147	435	Станции 16, 17, 19, 1954 г.
<i>Corophium mucronatum</i>	143	—	Станции 1, 2, 3, 4, 1953 г. 15, 19, 1954 г.
Всего . . .	1200	1287	

Животных в морской воде разной солености выдерживали от 15 до 23 суток. Ежедневно несколько раз в день кристаллизаторы просматривали, выбирали из них шкурки слинявших раков и погибшие экземпляры; последние измеряли и подвергали повторному определению. За момент гибели ракообразных принимали прекращение движения конечностей и отсутствие реакции на механическое раздражение.

Как оказалось, одним из важнейших элементов наблюдений за выживанием ракообразных при различных соленостях, помимо констатации всех случаев гибели подопытных животных, была тщательная регистрация всех случаев их линьки и установление солености, при которой происходила гибель недавно слинявших животных.

Наблюдения за размножением амфипод в аквариальных условиях вели следующим образом: при просмотре кристаллизаторов отмечали появление копулирующих особей, регистрировали момент появления яиц в марсупиальной сумке и момент выхода молоди. Опыты с молодыми животными проводили по той же схеме, что и опыты со взрослыми особями.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Из группы видов, заходящих в реки и опресненные участки Северного Каспия, для экспериментов были взяты четыре: *Stenogammarus compressus*, *Pontogammarus maoticus*, *Pontogammarus robustoides*, *Corophium nobile*.

Stenogammarus compressus G. O. Sars

В табл. 2 и 3 приведены результаты экспериментальных работ с *Stenogammarus compressus*. Полученные данные свидетельствуют о значительной эвригалинности вида. Бокоплавы хорошо выживают в пределах от 0 до 14‰.

Таблица 2

Выживание Stenogammarus compressus в каспийской воде разной солености (взрослые)

Соленость в ‰	Продолжи- тельность опытов (в сутках)	Количе- ство экз. в опыте	Количество слинявших экземпляров	Погибло			Средняя суточная гибель в %	Начало мас- совой гибели (в сутках)
				после линьки	всего			
					экз.	в %		
0	15	18	8	—	—	—	—	—
1	17	15	6	—	—	—	—	—
2	19	15	4	—	—	—	—	—
4	21	18	6	—	2	11	0,5	—
6 (контроль)	23	13	7	—	—	—	—	—
8	21	20	4	—	—	—	—	—
10	19	18	6	—	—	—	—	—
12	17	20	3	—	—	—	—	—
14	15	20	5	1	3	15	1	—
16	21	20	6	6	6	30	1,4	—
18	19	15	2	2	10	66	3,4	Через 12
20	17	18	1	1	14	77,7	4,5	„ 10
22	15	19	—	—	18	94,7	6,3	„ 5

Таблица 3

Выживание Stenogammarus compressus в каспийской воде разной солености (молодь, 1—1,5 мм)

Соленость в ‰	Продолжи- тельность опытов (в сут- ках)	Количество экз. в опыте	Погибло всего		Средняя су- точная гибель в %	Начало мас- совой гибели (в сутках)
			экз.	в %		
0	15	45	10	22	1,7	—
1	17	40	9	20	1,3	—
2	19	40	10	23	1,3	—
4	21	42	10	23,5	1,19	—
6 (контроль)	23	30	6	20	0,9	—
8	21	35	6	17,1	0,8	—
10	19	40	8	20	1,0	—
12	17	45	9	20	1,1	—
14	15	45	34	65	5	Через 8
16	8	45	45	100	12,5	„ 3

Наблюдения за поведением рачков в аквариуме показали, что при указанных соленостях жизнедеятельность *Stenogammarus compressus* не нарушается: гаммариды быстро передвигаются, нормально питаются, линяют. В аквариальных условиях при солености 10 и 12‰ наблюдалось размножение. При солености выше 14‰ начинается значительная гибель животных, при солености 16‰ все перелинявшие экземпляры гибнут через 3 суток после линьки. При солености 18, 20‰

взрослые индивидуумы погибают после линьки через 1—2 суток и резко возрастает отход нелинявших животных. Соленость 22‰ является летальной для взрослых форм вида¹, рачки в массе погибают через 5 суток с момента перевода в эту соленость.

Солевой диапазон выживания молоди *Stenogammarus compressus*, недавно вышедшей из марсупиальной сумки, как видно из табл. 3, несколько уже. Гибель молоди при солености 14‰ достигает 65% общего количества экземпляров; при солености 16‰ через 3 суток после помещения в воду такой солености начинается массовая гибель рачков.

Corophium nobile G. O. Sars

Corophium nobile играет существенную роль в питании рыб Северного Каспия [8]. Основные области обитания этого вида занимают пространство к юго-западу и юго-востоку от дельты р. Урала. Кроме того, *Corophium nobile* иногда попадает и в западной половине Северного Каспия, а также встречается вдоль восточного побережья Среднего Каспия.

Результаты опытов, приведенные в табл. 4, позволяют сделать вывод о широкой эвригалинности взрослых *Corophium nobile*. Благоприятная солевая зона этого вида 0—14‰. При солености выше 14‰, как и у предыдущего вида, увеличивается число экземпляров, погибших после линьки. При солености 16‰ рачки могут существовать 15 суток, затем наступает массовая гибель. Летальной соленостью для взрослых особей следует считать 18‰, при которой животные погибают в массе через 7 суток после пересадки в воду такой солености.

Таблица 4

Выживание *Corophium nobile* в каспийской воде разной солености (взрослые)

Соленость в ‰	Продолжительность опытов (в сутках)	Количество экз. в опыте	Количество слывших экземпляров	Погибло			Средняя суточная гибель в %	Начало массовой гибели (в сутках)
				после линьки	всего			
					экз.	в %		
0	15	12	6	—	1	8,3	0,6	—
1	17	12	10	—	1	8,3	0,4	—
2	19	12	10	—	—	—	—	—
4	21	12	13	—	—	—	—	—
6(контроль)	23	9	9	—	—	—	—	—
8	21	12	12	—	—	—	—	—
10	19	12	11	—	—	—	—	—
12	17	12	5	—	1	8,3	0,4	—
14	15	10	2	1	3	30	2,0	—
16	21	10	2	2	8	80	3,7	Через 15
18	19	12	2	2	10	83,3	5,3	„ 7
20	17	12	1	1	12	100	5,9	„ 5
22	15	10	—	—	10	100	6,7	„ 3

¹ Летальной для какой-либо стадии рачка мы считаем соленость, при которой в течение 5—7 суток гибнет 70—80% подопытных животных, находящихся на данной стадии цикла жизни. Верхним солевым пределом выживания вида мы считаем наименьшую из летальных соленостей для всех стадий цикла жизни рачка. Соответственно определяется и нижний предел выживания.

Солевые пределы выживания молоди, как видно из табл. 5, почти такие же, как и у взрослых форм. Благоприятной является соленость от 0 до 12‰. Однако в то время как среди популяции взрослых *Corophium pobile* выделяются нелинявшие особи, которые способны существовать при солености 18‰ (2 экз. в опыте), 100% молодых животных погибает при 16‰ через 4—5 суток после пересадки в такую соленость.

Таблица 5
Выживание *Corophium pobile* в каспийской воде разной солености (молодь, 1,5—2 мм)

Соленость в ‰	Продолжительность опытов (в сутках)	Количество экз. в опыте	Погибло всего		Средняя суточная гибель в %	Начало массовой гибели (в сутках)
			экз.	в %		
0	15	45	9	20	1,3	—
1	17	45	10	22,2	1,2	—
2	19	45	11	24	1,2	—
4	21	45	10	22,2	1,06	—
6 (контроль)	23	40	8	20	0,85	—
8	21	45	10	22	1,06	—
10	19	45	12	26,6	1,4	—
12	17	45	15	33,3	1,9	—
14	15	40	23	57	4,0	Через 10
16	7	40	40	100	14,3	„ 4—5

Pontogammarus robustoides G. O. Sars

Pontogammarus robustoides относится к широко распространенным ракообразным Каспийского моря и встречается как в дельте р. Волги, так и в районах с соленостью от 10 до 13‰ (район п-ва Мангышлак, восточное и западное побережье Среднего и Южного Каспия).

Приведенные в табл. 6 результаты позволяют сделать вывод, что солевой диапазон выживания в воде разной солености у *Pontogammarus robustoides* значительно шире, чем у двух предыдущих видов амфипод. Гаммариды хорошо выживают при солености от 0 до 20‰ (жизнедеятельность их не нарушается), однако некоторые особи из популяции погибают после линьки при 18‰ и даже при 14‰ (1 экз. в опыте). При 22‰ наблюдается гибель у нелинявших особей.

Подобные результаты были получены Г. М. Беляевым и Я. А. Бирштейном [2]. По их данным, летальной соленостью для *Pontogammarus robustoides* является 25‰.

Одновременно с определением пределов выживания *Pontogammarus robustoides* нами были проведены наблюдения за размножением бокоплава в каспийской воде разной солености. Результаты наблюдений приведены в табл. 7.

Приведенные в табл. 7 результаты свидетельствуют о том, что благоприятной соленостью для *Pontogammarus robustoides*, при которой не нарушается жизнедеятельность бокоплава, является соленость от 0 до 20‰. При повышении солености до 22‰, несмотря на выживание взрослых особей, почти прекращается копуляция, а копулировавшие самки не откладывают яиц в марсупиальную сумку. При переведении *Pontogammarus robustoides* в воду соленостью 24‰ имелась одна копулирующая пара, которая в скором времени распалась.

Таблица 6

Выживание *Pontogammarus robustoides* в каспийской воде разной солености (взрослые)

Соленость в ‰	Продолжи- тельность опытов (в сутках)	Количес- тво экз. в опыте	Количество снявших экземпляров	Погибло			Средняя суточная гибель в %	Начало мас- совой гибели (в сутках)
				после линьки	всего			
					экз.	в %		
0 (контроль)	23	12	11	—	1	8,3	0,35	—
1	21	15	13	—	—	—	—	—
2	19	15	11	—	—	—	—	—
4	17	18	12	—	—	—	—	—
6	15	15	10	—	1	6,6	0,44	—
8	13	15	10	—	—	—	—	—
10	11	18	9	—	—	—	—	—
12	23	15	10	—	—	—	—	—
14	21	12	8	—	1	8,3	0,4	—
16	19	18	7	—	—	—	—	—
18	17	18	7	2	2	11,1	0,6	—
20	15	15	5	—	3	20	1,3	—
22	13	15	3	3	7	46,6	3,5	—
24	11	15	3	3	12	80	7,2	Через 5

Таблица 7

Размножение *Pontogammarus robustoides* в каспийской воде разной солености

Соленость в ‰	Количество экз. в опыте	Продолжи- тельность опыта (в сутках)	Количество копулирую- щих пар	Количес- тво самок с яйцами	Выход молоди из марсупи- альной сумки	Длительность выживания молоди
0 (контроль)	12	23	5	6	+	Все время опыта
1	14	21	5	7	+	То же
2	15	19	4	7	+	"
4	18	17	6	8	+	"
6	15	15	5	8	+	"
8	15	13	5	6	+	"
10	15	11	6	6	+	"
12	18	23	7	7	+	"
14	18	21	5	7	+	"
16	12	19	5	9	+	"
18	18	17	6	7	+	"
20	15	15	4	6	+	"
22	15	13	1	—	Не наблю- далось	"
24	15	11	—	—	То же	"

Pontogammarus maeoticus G. O. Sars

Данные, приведенные в табл. 8, позволяют говорить о широком солевом диапазоне выживания взрослых *Pontogammarus maeoticus* (от 0 до 20%).

Таблица 8

Выживание *Pontogammarus maeoticus* в каспийской воде разной солености (взрослые)

Соленость в ‰	Продолжи- тельность опытов (в сутках)	Количество экз. в опыте	Количество слинявших экземпля- ров	Погибло			Средняя суточная гибель в %	Начало массовой гибели (в сутках)
				после линьки	всего			
					экз.	в %		
0	17	12	7	2	2	16,6	0,9	—
1	19	15	8	—	1	6,6	0,33	—
2 (контроль)	21	15	10	—	—	—	—	—
4	19	12	8	—	—	—	—	—
6	17	15	8	—	1	6,6	0,38	—
8	15	15	9	—	—	—	—	—
10	13	10	6	—	—	—	—	—
12	11	15	5	—	2	13,3	0,9	—
14	23	12	5	—	—	—	—	—
16	21	15	5	—	—	—	—	—
18	19	12	4	—	1	8,3	0,4	—
20	17	10	5	2	2	20	1,1	—
22	15	10	3	3	5	50	3,3	—
24	13	12	2	2	10	83,3	6,3	Через 4

Однако среди популяции *Pontogammarus maeoticus* выделяются особи, которые в пресной воде погибают на вторые сутки после линьки. Процент таких особей в нашем опыте очень невелик (16%). Большинство же экземпляров гаммарид выживают в пресной воде.

Наблюдения за размножением *Pontogammarus maeoticus* в каспийской воде разной солености, результаты которых приведены в табл. 9, показали, что при солености от 0 до 20‰ нормальная жизнедеятельность гаммарид не нарушается. Были замечены копулирующие пары и наблюдался выход молоди из марсупиальной сумки. При солености 22‰, как и у *Pontogammarus robustoides*, была отмечена лишь 1 копулирующая пара. При переведении *Pontogammarus maeoticus* из воды соленостью 20‰ в воду соленостью 22‰ в аквариуме имелись 4 копулирующие пары, однако через сутки 3 пары распались, не наблюдалась и откладка яиц у самки после копуляции.

Таким образом, благоприятной соленостью для *Pontogammarus maeoticus*, при которой происходит размножение, откладка яиц в марсупиальную сумку, развитие молоди и выживание потомства, является соленость от 0 до 20‰. Сублетальной соленостью является 22‰, когда не происходит ни копуляции, ни откладки яиц в марсупиальную сумку. Соленость 24‰ оказывается летальной. При этой солености большая часть взрослых экземпляров погибает на четвертые сутки после переселения в воду указанной солености.

Размножение *Pontogammarus maoticus* в каспийской воде разной солености

Соленость в ‰	Количество экз. в опыте	Продолжительность опыта в сутках	Количество копулирующих пар	Количество самок с яйцами	Выход молоди из марсупиальной сумки	Длительность выживания молоди
0	10	17	4	5	+	Все время опыта
1	14	19	6	6	+	То же
2 (контроль)	15	21	6	7	+	"
4	12	19	5	7	+	"
6	15	17	4	6	+	"
8	15	15	4	5	+	"
10	10	13	3	5	+	"
12	15	11	3	4	+	"
14	12	23	5	5	+	"
16	15	21	4	6	+	"
18	12	19	5	5	+	"
20	10	17	4	4	+	"
22	10	15	1	—	Не наблюдался	"
24	12	13	—	—	То же	"

Выводы, вытекающие из наших опытов, несколько противоречат результатам, полученным Г. М. Беляевым и Я. А. Бирштейном [2] при выяснении осморегуляторных способностей *Pontogammarus maoticus*.

По данным этих авторов, *Pontogammarus maoticus* погибает через 12 часов при солености ниже 3—4‰.

Объяснение этому расхождению следует искать в различных физиологических особенностях популяции *Pontogammarus maoticus* из района п-ва Мангышлак, с особями которой экспериментировали Г. М. Беляев и Я. А. Бирштейн, и популяции из района М. Жемчужной банки (наши опыты).

Условия существования *Pontogammarus maoticus* в районах п-ва Мангышлак и М. Жемчужной банки несколько различны. Для района М. Жемчужной банки характерны резкие колебания солености, в то время как для района п-ва Мангышлак характерно постоянство солености среды обитания. По-видимому, в условиях резкой смены солености (от 0 до 10‰) под воздействием сгонных и нагонных ветров могла сформироваться физиологическая раса, отличающаяся большей степенью эвригалинности.

Пора и Кэрэушу [13] при исследовании дунайских и черноморских *Pontogammarus maoticus* установили, что рачки, взятые из пресной воды, не выживают при солености выше 4—5‰, а экземпляры, пойманные в море, выносят изменения солености от 5 до 20‰ и погибают при понижении солености. Более того, авторы отмечают, что среди *Pontogammarus maoticus*, пойманных в море, можно выделить представителей двух рас, отличающихся степенью выживания в пресной воде. Представители обеих рас хорошо переносят колебания солености от 5 до 20‰, но рачки одной расы более чувствительны к опреснению и погибают в течение часа после переселения их в пресную воду, в то время

как представители другой выживают в пресной воде до 3 суток. В морфологическом отношении представители двух морских рас не отличаются друг от друга, лишь пресноводные *Pontogammarus maoticus* несколько меньше по размерам, чем морские.

Из группы ракообразных, не заходящих в пресные воды, экспериментальные исследования проводились с тремя видами: *Stenogammarus similis*, *Pandorites podoceroideis*, *Corophium mucronatum*.

Stenogammarus similis G. O. Sars

Приведенные в табл. 10 результаты экспериментальных работ позволяют отметить значительную приспособленность взрослых форм *Stenogammarus similis* к изменению солености внешней среды. Предел выживания взрослых *Stenogammarus similis* 0—14‰. При 16‰ наблюдается гибель слинявших животных, при повышении солености до 20‰ наступает гибель даже неслинявших экземпляров, а при солености 22‰ погибает 83,3% подопытных рачков на седьмые сутки после переселения их в воду указанной солености. Таким образом, соленость от 0 до 14‰ является благоприятной для существования этого рачка, а соленость 22‰ — летальной для взрослых животных.

Таблица 10

Выживание *Stenogammarus similis* в каспийской воде разной солености (взрослые)

Соленость в ‰	Продолжительность опытов (в сутках)	Количество экз. в опыте	Количество слинявших экземпляров	Погибло			Средняя суточная гибель в %	Начало массовой гибели (в сутках)
				после линьки	всего			
					экз.	в %		
0	15	15	5	—	2	13,3	0,8	—
1	17	13	4	—	—	—	—	—
2	19	15	3	—	1	6,6	0,3	—
4	21	12	3	—	—	—	—	—
6 (контроль)	23	12	4	—	—	—	—	—
8	21	12	4	—	—	—	—	—
10	19	12	5	—	—	—	—	—
12	17	13	3	—	—	—	—	—
14	15	14	3	—	—	—	—	—
16	21	15	2	2	2	13,3	0,6	—
18	19	15	2	2	3	20	1,0	—
20	17	12	2	2	8	66,6	3,4	—
22	15	12	—	—	10	83,3	5,5	Через 7
24	7	11	—	—	11	100	14,3	Через 3

Молодь *Stenogammarus similis* не живет в совершенно пресной воде и при первых же линьках гибнет. Благоприятной соленостью для молоди этого вида является соленость, равная 1—12‰, при понижении солености до 0‰ и при повышении до 14‰ гибель рачков составляет около 100% (табл. 11). Этим объясняется чрезвычайно редкое попадание *Stenogammarus similis* в дночерпатель на станциях при солености ниже 1‰.

Таблица 11

Выживание *Stenogammarus similis* в каспийской воде разной солености
(молодь, 1,5—2 мм)

Соленость в ‰	Продолжи- тельность опытов (в сутках)	Количество экз. в опыте	Погибло всего		Средняя суточная гибель в %	Начало массовой гибели (в сутках)
			экз.	в %		
0	15	50	46	92	6,1	Через 5
1	17	45	19	42,2	2,3	—
2	19	45	10	22,2	1,1	—
4	21	45	10	22,2	1,0	—
6 (контроль)	23	40	8	20	0,8	—
8	21	40	7	17,5	0,8	—
10	19	45	10	22,2	1,1	—
12	17	45	16	35	2,0	—
14	15	45	36	81	5,4	Через 4
16	3	45	45	100	33,3	„ 2

Corophium mucronatum G. O. Sars

Результаты экспериментов позволяют говорить о том, что благоприятным условием существования для этого вида является соленость 1—14‰ (табл. 12).

Таблица 12

Выживание *Corophium mucronatum* в каспийской воде разной солености
(взрослые)

Соленость в ‰	Продолжи- тельность опытов (в сутках)	Коли- чество экз. в опыте	Коли- чество слинявших экземпля- ров	Погибло			Средняя суточная гибель в %	Начало массовой гибели (в сутках)
				после линьки	всего			
					экз.	в %		
0	15	15	1	1	7	46,7	3,1	Через 15
2	17	15	2	2	4	26,7	1,6	—
4	19	10	4	—	—	—	—	—
6 (контроль)	20	10	5	—	1	10	0,5	—
8	20	15	5	—	—	—	—	—
10	19	15	6	—	1	6,7	0,4	—
12	17	15	4	—	—	—	—	—
14	15	13	3	1	2	15,4	1,0	—
16	19	15	2	2	6	40	2,1	—
18	13	10	3	3	10	100	7,7	Через 7
20	5	10	2	2	10	100	20,0	Через 3

При солености ниже 1‰ и выше 14‰ процент гибели рачков увеличивается главным образом за счет роста смертности слинявших животных. Соленость 18 и 20‰ можно считать летальной для взрослых форм данного вида.

Pandorites podocerooides G. O. Sars

К сожалению, мы располагали ограниченным количеством экземпляров этого вида, но несмотря на это результаты экспериментов позволяют сделать ряд существенных выводов.

При переселении *Pandorites podocerooides* в пресную воду через 7 суток наблюдается массовая гибель бокоплавов. При солености 1‰ также отмечается гибель некоторых особей. Следовательно, соленость ниже 1‰ безусловно можно считать летальной для взрослых форм. Оптимальным условием для этого вида в поставленных нами опытах была соленость 1—8‰ (табл. 13).

Таблица 13
Выживание *Pandorites podocerooides* в каспийской воде разной солености (взрослые)

Соленость в ‰	Продолжительность опытов (в сутках)	Количество экземпляров в опыте	Количество слинявших экземпляров	Погибло		Средняя суточная гибель в %	Начало массовой гибели (в сутках)	
				после линьки	всего			
					экз.	в %		
0	17	12	—	—	8	76,7	3,9	Через 7
1	19	10	1	1	3	33	1,7	Через 10
2	20	10	2	1	1	10	0,5	—
4	21	8	3	—	—	—	—	—
6 (контроль)	23	8	3	—	—	—	—	—
8	23	8	5	—	—	—	—	—

Из-за малого количества животных нам не удалось выяснить отношения *Pandorites podocerooides* к повышенной солености и установить верхнюю границу солеустойчивости этого вида.

Amathillina spinosa G. O. Sars

Из ракообразных, свойственных Среднему и Южному Каспию и почти не встречающихся в Северном, экспериментальные исследования проводились с *Amathillina spinosa*.

Результаты экспериментальной работы приведены в табл. 14.

Таблица 14
Выживание *Amathillina spinosa* в каспийской воде разной солености (взрослые, 12—15 мм)

Соленость в ‰	Продолжительность опытов (в сутках)	Количество экз. в опыте	Количество слинявших экземпляров	Погибло		Средняя суточная гибель в %	Начало массовой гибели (в сутках)	
				после линьки	всего			
					экз.	в %		
5	14	12	—	—	11	91,7	6,6	Через 4
6	15	12	2	2	8	66,7	4,4	Через 7
7	17	10	2	2	2	20	1,2	—
8	19	10	4	—	—	—	—	—
10	21	8	4	—	—	—	—	—
12 (контроль)	23	8	5	—	1	12,5	0,5	—

На основании приведенных данных можно сделать вывод о том, что нижний солевой предел выживания *Amathillina spinosa* 8‰. Гибель животных начинается при 7‰. Рачки погибают через сутки после

линьки при переведении их в воду соленостью 7‰. При 6‰ гибель рачков значительно увеличивается, а соленость 5‰ является летальной для взрослых нелинявших особей данного вида. Опыты по выяснению выживания *Amathillina spinosa* при солености выше 12‰ из-за ограниченного количества подопытных животных не проводились.

Изложенный материал позволяет отнести *Amathillina spinosa* к стеногалинным ракообразным, распространение которых в значительной степени зависит от солености.

Изложенные результаты экспериментальных работ свидетельствуют о том, что пределы выживания ракообразных в зависимости от солености определяются в первую очередь способностью животных переносить неблагоприятную соленость при линьке и пределами выживания молоди. Одной из причин гибели перелинявших рачков при неблагоприятной солености может быть нарушение осморегуляторного процесса благодаря увеличению проницаемости покровов тела для воды и солей. О том, что осморегуляторные органы перелинявшего животного, видимо, не справляются с поддержанием определенного градиента осмотического давления полостной жидкости, необходимого для нормальной жизнедеятельности организма, можно судить по немногочисленным, но достаточно убедительным исследованиям изменений осмотического давления полостной жидкости во время линьки у десятиногих ракообразных. Так, Баумберггер и Олмстедт [12] показали, что у недавно слинявших *Pachygrapsus crassipes* концентрация крови почти равна солености морской воды. У нормального краба с твердым панцирем в морской воде с $\Delta^{\circ}=1,95$ осмотическое давление крови соответствует $\Delta^{\circ}=1,327$, а у только что слинявшего — $\Delta^{\circ}=2,1$. Швабе [14] установил, что при линьке понижается концентрация крови у некоторых крабов, гипертоничных по отношению к окружающей среде в нормальном состоянии. Одновременно с понижением осмотического давления увеличивается объем животного, что указывает на проникновение воды внутрь организма. Травис [15], изучая процесс линьки у лангуста *Papillius argus*, отмечала, что увеличение содержания воды наблюдается перед линькой (за день до линьки) и достигает наибольшей величины через день после линьки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные исследования позволяют среди ракообразных Северного Каспия выделить:

- 1) виды, хорошо выживающие при солености от 0 до 20‰;
- 2) виды, выживающие при солености от 0 до 14‰;
- 3) виды, выживающие при солености от 1 до 14‰;
- 4) виды, выживающие при солености от 1 до 12‰;
- 5) виды, нижний осевой предел выживания которых 8‰.

Приводимые экспериментальные данные, а также имеющиеся литературные сведения и собственные исследования (табл. 15) распространения северокаспийских ракообразных в пределах Каспийского моря, позволяют говорить о значительной терпимости большинства видов перакарид Северного Каспия к изменениям солености. Особенно в этом отношении следует выделить группу ракообразных, распространенных по всему Каспийскому морю и заходящих в реки и опресненные участки Северного Каспия.

Эта группа может быть охарактеризована как эвригалинная. Виды, принадлежащие ко второй группе, также встречаются в пределах широкого диапазона соленостей, но не выдерживают полного опреснения (7 видов).

Наконец, третья группа представлена стеногалинными видами (3 вида).

**Экологические группировки Amphipoda и Cumacea Северного Каспия
(массовые виды)**

Название организмов	Встречены при солености в ‰	Выживают при солености в ‰	
I. Виды, распространенные по всему Каспийскому морю и заходящие в опресненные участки бассейна			
1. Виды 12—18-футового свала			
а) Amphipoda			
1. Dikerogammarus haemobaphes Eichw.	0—13	0—20 (Г. М. Беляев и Я. А. Бирштейн)	
2. Pandorites platycheir Sars	0—13		
3. Niphargoides compactus Sars	0—13		
4. Niphargoides corpulentus Sars	0—13		
5. Stenogammarus compressus Sars	0—13		0—14 (оригинал)
6. Stenogammarus macrurus Sars	0—13		
7. Gmelina pusilla Sars	0—10		
8. Corophium curvispinum Sars	0—13		
9. Corophium chelicorne Sars	0—13		
10. Corophium nobile	0—13		0—14 (оригинал)
б) Cumacea			
11. Pterocuma pectinata Sars	0—13		
12. Pterocuma sawinskyi Sars	0—13		
13. Schizorhynchus bilamellatus Sars	0—13		
2. Виды зоны заплеска			
14. Pontogammarus robustoides Sars	0—13	0—20 (оригинал)	
15. Pontogammarus maoticus Sars	0—13	0—20 (оригинал)	
II. Виды, распространенные по всему Каспийскому морю, но не заходящие в опресненные участки бассейна			
1. Виды 12—18-футового свала			
16. Stenogammarus similis Sars	1—10	1—12 (оригинал)	
2. Виды восточной половины Северного Каспия			
а) Amphipoda			
17. Pandorites podocerooides Sars	1—13	1—более 8 (оригинал)	
18. Niphargoides quadrimanus Sars	1—13		
19. Niphargoides aequimanus Sars	1—13		
20. Corophium mucronatum Sars	1—13		1—14 (оригинал)
21. Corophium monodon Sars	1—13		
б) Cumacea			
22. Pterocuma rostrata Sars	1—13		
III. Виды Среднего и Южного Каспия			
23. Amathillina spinosa Sars	8—13	8—более 12 (оригинал)	

Примечание. Для составления табл. 15 нами использованы протоколы обработки бентосных сборов на Северном Каспии в 1948—1952 гг.

Из 48 видов Amphipoda и Cumacea Северного Каспия 33 вида (69%) выдерживают полное опреснение, из них 28 видов (85%) распространены также в Среднем и Южном Каспии. Поэтому можно думать, что при изменении средней солености Северного Каспия от 0 до 13‰ существенных изменений в составе фауны ракообразных этой части водоема не произойдет. При полном опреснении отдельных районов моря в них исчезнет лишь группа ракообразных, не выдерживающих совершенного опреснения (*Pandorites podoceroideus*, *Cogrophium mucronatum* и др.), а при осолонении до 13‰ в Северный Каспий проникнут сублиторальные формы Среднего и Южного Каспия (*Amathillina spinosa* и др.). При повышении солености до 20‰ будет наблюдаться постепенное вымирание эндемичной каспийской фауны ракообразных. О возможной ультрагалинной фауне ракообразных дают представление работы о распространении *Dikerogammarus aralensis*. Во время существования восточных заливов Северного Каспия — Комсомолец и Кайдак — при солености выше 30‰ (около 50‰) А. Л. Бенинг [4] нашел большое количество *Dikerogammarus aralensis*. В настоящее время, по сообщению А. Н. Державина, этот вид в Каспийском море попадается редко, лишь в зоне заплеска Среднего и Южного Каспия. Однако в Аральском море *Dikerogammarus aralensis* довольно широко распространен; он также отмечен для совершенно пресных и солоноватых водоемов: бассейны рек Урала, Эмбы, Маныча и озеро Чархал.

Можно предположить, что при повышении солености Северного Каспия до 30‰ будет наблюдаться значительное количественное развитие *Dikerogammarus aralensis*, как наиболее эвригалинного вида, приспособившегося к существованию в ультрагалинных водоемах. Такой же точки зрения в отношении этого рачка придерживается и Я. А. Бирштейн [6].

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Г. М., Биология *Nereis succinea* в Северном Каспии, Материалы к познанию фауны и флоры Московского общества испытателей природы. Отдел зоологии, вып. 33, 1952.
2. Беляев Г. М., Бирштейн Я. А., Осморегуляторные способности каспийских беспозвоночных, «Зоологический журнал», т. XIX, вып. 4, 1940.
3. Беляев Г. М., Бирштейн Я. А., Сравнение осморегуляторных способностей волжских и каспийских Amphipoda, ДАН СССР, т. XLV, № 7, 1944.
4. Бенинг А. Л., О бентосе заливов Комсомолец и Кайдак, Труды Каспийской экспедиции, т. I, АН СССР, 1937.
5. Бирштейн Я. А., Заметки о географическом распространении понто-каспийских ракообразных, Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологии, т. XI, 1946.
6. Бирштейн Я. А., Вероятные изменения гидробиологического режима Каспийского моря, Труды Гидробиологического общества, т. V, АН СССР, 1953.
7. Державин А. Н., *Malacostraca*, Животный мир Азербайджана, 1951.
8. Желтенкова М. В., К вопросу о питании осетра в северной части Каспийского моря, Труды ВНИРО, т. XVIII, Пищепромиздат, 1951.
9. Карпевич А. Ф., Кормовая база южных морей после зарегулирования стока, Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства, АН СССР, вып. 1, 1951.
10. Карпевич А. Ф., Отношение беспозвоночных Азовского моря к изменению солености, Труды ВНИРО, т. XXXI, вып. 1, Пищепромиздат, 1956.
11. Шорыгин А. А., Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря, Пищепромиздат, 1956.
12. Baumberger J. P. and Olmstedt, Changes in the Osmotic Pressure and Water Content of Crabs during the Moulting Cycle, *Physiological Zoology*, vol. 1, N 4, 1928.
13. Poga E. et Caráusu, E., Sur la resistance de l'amphipoda *Pontogammarus maeoticus* Mart. de la mer Noire aux variations de salinite du milieu ambiant Ann. Scient. Univ. Jassy, Serie Nat., 25, N 1, 1939.
14. Schwabe E., Über die Osmoregulation verschiedener Krebsen (Malacostracen), *Zeitschrift für vergl. Physiol.*, Bd. XIX, N. 1, 1933.
15. Travis D., The Moulting Cycle of the Spiny Lobster *Panulirus argus* Latreile, Moulting and Growth Laboratory, Maintained individuals, *Biol. Bull.*, 107, N 3, 1954.