

УДК 595.324 : 591.524.1 (28) / (289)

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭВРИГАЛИННЫХ РАКООБРАЗНЫХ

Кошелев А. В., Дятлов С. Е.

Выявление диапазона соленостной адаптации, в котором организм способен нормально существовать, связано с экологическими аспектами жизнедеятельности гидробионтов. В данной работе были изучены адаптивные возможности двух видов низших ракообразных *Eucypris inflata* G. O. Sars, 1903 (Ostracoda, Cyprididae) и *Cletocamptus retrogressus* Schmankewitsch, 1875 (Naupacticoidea, Cletocidae), широко представленных в мезо- и полигалинных водоемах [1; 2 – 4].

Материалы и методы

Рачки были отловлены из естественных мест обитания в соленом озере в низовье Тилигульского лимана и во временном солоноватом водоеме в районе Дофиновского лимана. Проводились ежедневные наблюдения за выживаемостью, пищевой активностью подопытных организмов к разным значениям солености. В качестве корма использовалась альгологически чистая культура одноклеточных водорослей *Platymonas viridis* Rouch и органический детрит.

В лаборатории культивирование осуществлялось в течение 3 месяцев при значениях солености, близкой к той, которая наблюдалась при их отлове (*E. inflata* 15 ‰, *C. retrogressus* 70 ‰), после чего была поставлена серия опытов по акклимации ракообразных к воде различной солености. Солевые растворы готовили путем растворения выпаренной морской соли в отстоянной водопроводной воде.

На начальном этапе была проведена серия экспериментов по выявлению общего диапазона соленостной толерантности. Методика постановки опытов выражалась в том, что организмы переносились в воду разной солености (0 – 150 ‰). Для определения общей соленостной резистентности проводили наблюдения за выживаемостью организмов при резкой смене солености для определения ее летальных границ. Такой подход позволяет выявить пределы выносливости организмов к повышению и понижению солености. Рачки

помещались в широкие цилиндрические сосуды в количестве 50 экз. на 100 мл воды и содержались в термостате при температуре 20°С. Экспозиция эксперимента составила 72 ч. Помимо смертности отмечались солевой анабиоз, в областях летальных значений солености (0 – 150 ‰), для *C. retrogressus* была отмечена реакция абортирования яиц, резкое опорожнение кишечника через ротовое отверстие, у *E. inflata* деформация створок раковины.

Параллельно ставили серию экспериментов с использованием метода ступенчатой акклимации [5]. При этом подходе увеличение солености проводили постепенно. После каждого увеличения солености на 10 ‰ организмы выдерживались в течение 10 суток, согласно рекомендациям [6].

На следующем этапе определялись реакции организмов уже прошедших период акклимации к резкому изменению солености в сторону больших и меньших ее значений. При таком внезапном перенесении организмов, наблюдались следующие показатели: солевой анабиоз [7], смертность, снижение пищевой и двигательной активности.

На заключительном этапе был проведен эксперимент по определению токсикорезистентности гидробионтов при изменении соленостных условий. В качестве токсиканта был использован бихромат калия, принятый в водной токсикологии как стандартный.

Статистическую обработку проводили с использованием общепринятых методов [8].

Результаты и обсуждение

На рис. 1 показана зависимость выживаемости организмов при резком перенесении в разные солевые растворы из соленостей 70 ‰ и 20 ‰. Как видно, наибольшая смертность наблюдалась в концентрациях солености выше 50 ‰ (*E. inflata*), выше 100 ‰ и ниже 50 ‰ (*C. retrogressus*). Очевидно, что при

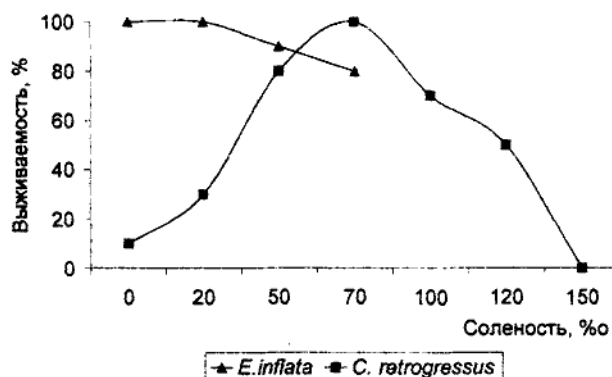


Рис. 1. Выживаемость ракообразных при резком перенесении в солевые растворы.

внезапном изменении соленостных условий компенсаторные возможности организмов не способны также быстро перестроить свои жизненные функции и обеспечить нормальное существование в новых для них условиях.

Результаты экспериментальных исследований с использованием метода ступенчатой акклимации показал, что при таком методическом подходе адаптационные возможности приспособляемости к изменениям значений солености раскрываются в полной мере. Жизнестойкость организмов позволила перенести более высокие значения солености, чем при внезапном перенесении из среды культивирования в иные соленостные условия. При постепенном изменении солености осморегуляторные механизмы позволили организмам нормализовать свою жизнедеятельность.

При постепенном изменении солености организмы акклимируются к новым для них соленостным значениям, причем отмечается расширение диапазона толерантности, а при каждом последующем изменении гибель организмов не отмечалась. В данной серии опытов организмы показали более широкие диапазоны толерантности, чем те, которые были получены при внезапном помещении в разные солености. *C. retrogressus* акклимировался к диапазону 0 – 170 ‰, *E. inflata* 0 – 70 ‰.

После получения акклимированных организмов к диапазону 0 – 170 ‰, проводили наблюдения за их состоянием при внезапном перенесении в воду большей и меньшей солености.

Для определения кормовой активности организмы помещались в широкие цилиндрические сосуды объемом 100 мл. с заданной соленостью в количестве 10 экз. на 10 мл. воды. В сосуды разово внесли в избытке корм, представляющий собой смесь из *P. viridis* и свежего органического детрита, образованного после отмирания водорослей в очень высоких значениях солености. Температура содержания составляла 20°С при экспозиции 96 ч. По окончании эксперимента провели подсчет количества и размеров фекальных комочков при помощи бинокулярного микроскопа МБС - 9, с встроенным в него окуляр-микрометром.

Как следует из рис. 2, размеры комочков варьировали в зависимости от солености среды, в которой содержались организмы. Для *E. inflata* наибольших размеров фекальные комочки достигали в пределах солености 10–40 ‰, а для *C. retrogressus* в диапазоне 50–70 ‰. Поскольку в этих диапазонах соленостных концентраций организмы обладали наибольшей пищевой активностью, то из этого следует, что данные значения солености наиболее благоприятны для этих видов. Эти солености не препятствовали обеспечению жизнедеятельности организмов в пищевых потребностях при метаболических затратах.

При значениях солености выше 40‰ (*E. inflata*), выше 80‰ и ниже 40‰ (*C. retrogressus*) рачки испытывали негативное воздействие и, судя по

уменьшению кормовой активности, находились в границах пессимальных зон, однако их смертность не наблюдалась.

В качестве еще одного показателя, служившего для установления оптимальных соленостных значений, была использована продолжительность солевого анабиоза (рис. 3). Признаком солевого шока была временная иммобилизация организмов (у *C. retrogressus* наблюдалась изогнутость брюшного отдела, а у *E. inflata* смыкание створок раковины), по завершении которого двигательная активность восстанавливалась.

Солевой анабиоз наблюдался при резкой смене солености минимум на 20‰. Наименьшая продолжительность анабиоза наблюдалась при 40 – 70 ‰ *C. retrogressus*, и 0 – 20 ‰ *E. inflata*. Во время солевого анабиоза происходит перестройка осморегуляторных функций, и, очевидно, что чем ближе значение солености к оптимальному, тем быстрее организм возвращается к своей нормальной активности.

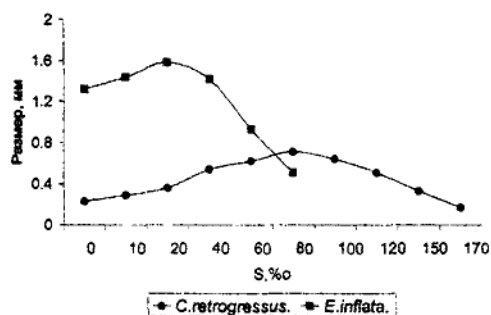


Рис. 2. Зависимость размеров фекальных комочков от солености среды.

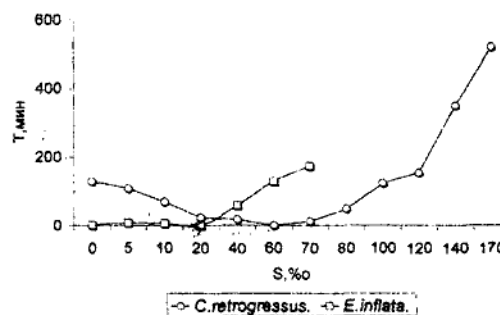


Рис. 3. Продолжительность солевого анабиоза при разных соленостях среды.

Экологически пластичные виды способны выдерживать широкие колебания абиотических факторов. Но при существовании в водоемах организмы испытывают и действие антрополического фактора, такого как загрязнение токсичными металлами.

Проведенный токсикологический эксперимент показал невысокую чувствительность подопытных организмов к бихромату калия в оптимальных для них диапазонах солености. Между тем действие токсиканта в границах солености, близких к экстремальным, приводит к увеличению чувствительности рачков (табл. 1).

Экспериментальная оценка адаптационных возможностей эвригалинных ракообразных показала высокую их пластичность и приспособляемость к действию фактора солености. Такие ответные реакции организмов позволяют определить границы соленостной резистентности, за пределами которых организмы испытывают негативное воздействие.

Таблица 1

Влияние бихромата калия на выживаемость *C. retrogressus* и *E. inflata* при различной солености

Концентрация K ₂ Cr ₂ O ₇ мг/л	C. retrogressus				E. inflata	
	Соленость, ‰					
	0	50	100	150	0	70
100	0	0	0	0	0	0
50	0,2±0,4	0,6±0,5	0	0	0	0
10	1,2±0,4	3,6±0,5	1,8±0,4	0	5,4±0,5	2,4±0,7
5	3,4±0,7	6,8±0,6	4,1±0,3	1,4±0,5	7,6±0,5	5,0±0,5
1	5,3±0,7	8,5±0,5	5,7±0,7	3,2±0,4	9,7±0,5	7,6±0,5
0,1	8,8±1,1	10	9,3±0,8	7,8±0,4	10	9,9±0,3

Общая соленостная толерантность лежит в пределах: 0 – 170 ‰ (*C. retrogressus*) и 0 – 70 ‰ (*E. inflata*). Однако экспериментальные исследования показали, что данные виды тем не менее отдают предпочтение (галоупреферендум), к более узким значениям солености. Острикоды *E. inflata*, несмотря на такой широкий диапазон толерантности, все же тяготеют к распресненным водам (0 – 20 ‰), а гарпактикоиды *C. Retrogressus* – к более осолоненным (40 – 70 ‰). Способность обитать и достигать массового развития в соленых и гипергалинных водоемах обусловлена не только широкой экологической толерантностью к действию фактора солености, а и специфичным комплексом биоценотических отношений. Условия обитания характеризуются рядом особенностей: значительными сезонными колебаниями солености и температуры, низким биоразнообразием, обилием кормовых ресурсов. Примечательно, что эти виды встречаются вместе с жаброногими ракообразными (*Artemia salina*, *Branchinecta orientalis*), которые неспособны жить в водоемах, где имеются хищники, которыми они активно выедаются.

Выводы:

1. Выявлены диапазоны соленостной толерантности эвригалинных ракообразных, которые составили: 0 – 170‰ (*C. retrogressus*) и 0 – 70 ‰ (*E. inflata*).
2. Оптимальные значения лежат в пределах 0 – 20 ‰ (*E. inflata*) и 40 – 70 ‰ (*C. retrogressus*).
3. Адаптационные возможности в полной мере раскрываются при длительном содержании в солевых растворах (ступенчатая акклимация).
4. Для определения зон оптимума (галоупреферендума) предложены следующие тест-показатели: кормовая активность, продолжительность солевого анабиоза, снижение токсикорезистентности при пессимальных значениях солености.

Список литературы

1. Травенко В.С., Попившая И.Л. Зоопланктон устьевых участков рек и вершин соленых лиманов северо-западного Причерноморья // Гидробиол. журн. – 1981. – 17. – № 5. – С. 20 – 25.
2. Цееб Я.Я. Состав и количественное развитие фауны микробентоса низовьев Днепра и водоемов Крыма // Зоол. журн. – 1958. – №37. – Вып. 1. – С. 3 – 12.
3. Шманкевич В.О. О беспозвоночных животных лиманов, находящихся вблизи Одессы // Зап. Новорос. об-ва естествоиспытателей. – Одесса, 1873 – 1874. – №2. – С. 273 – 342.
4. Ratajak R., Petrovski S.T. Über das Vorcommen von *Moina salina* Daday, 1988 emend Negrea (1984) in salinaren Binnengewässern vom N.O. Jugoslawien // Mitt. Hamburg. Zool. Mus. und Inst. – 1990. – 87. – S. 247 – 259.
5. Карпевич А.Ф. Влияние изменяющегося стока рек и режима Азовского моря на его промысловую и кормовую фауну // Тр. Азовск. НИИ рыбн. хоз-ва. – 1960. – 1. – Вып. 1. – С. 3 – 113.
6. Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. – Л.: Наука, 1974. – 236 с.
7. Зенкевич Л.А. Действие вод Черного и Каспийского морей пониженной и повышенной солености на некоторых черноморских беспозвоночных. Часть 1 // Зоол. журн. – 1938. – №17. – Вып. 5. – С. 845 – 876.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 362 с.

Поступила в редакцию 19.03.2003 г.