

ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ НА СПОСОБНОСТЬ МОРСКИХ ЗВЕЗД *ASTERIAS RUBENS* ПРИКРЕПЛЯТЬСЯ К СУБСТРАТУ

© 1996 г. В. Я. Бергер, А. Д. Наумов

Беломорская биологическая станция Зоологического института РАН, С.-Петербург 199034

Поступила в редакцию 6.12.94 г.

Исследовали влияние снижения солености на способность морских звезд *Asterias rubens* L. прикрепляться к субстрату. Показано, что при солености менее 16 ‰ способность звезд удерживаться на твердом субстрате падает более чем на порядок по сравнению с таковой в контроле (24‰). Полученные данные рассматриваются в связи с обсуждением причины массового выброса морских звезд на песчаные пляжи Летнего берега Двинского залива Белого моря весной 1990 г.

Весной 1990 г. на Летний берег Двинского залива Белого моря штормовыми волнами было выброшено несколько миллионов экземпляров морских звезд *Asterias rubens* L. Не вполне ясно, как такие прочно удерживающиеся на субстрате животные, как морские звезды, могли быть от него оторваны. В качестве одной из гипотез было высказано предположение, что звезды утратили способность прикрепляться к субстрату вследствие действия на них воды пониженной солености. Проверке этой гипотезы и посвящены выполненные нами эксперименты.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Морских звезд *Asterias rubens* L. массой 2–40 г, с длиной луча 1.5–5 см и его шириной в основании 0.4–1.6 см, собирали на глубине 2–3 м в губе Чупа (Кандалакшский залив Белого моря) в июле–августе 1993 г. Температура воды в месте сбора материала составляла 10–12°C, а соленость 23–24‰. Подопытных животных помещали в морские аквариумы при температуре 10±0.5°C и солености 24‰. Эксперименты ставили через 12 ч после сбора материала, поскольку в условиях аквариального содержания активность звезд и их способность удерживаться на субстрате резко падают уже к исходу первых суток.

Опыты выполнены на звездах, помещенных на различные искусственные (стекло) и естественные (камень, песок) субстраты. Подопытных животных помещали в воду с различной соленостью, приготовленную путем разведения морской воды (24‰) дистиллированной. Время экспозиции составляло 1 ч.

Дополнительные результаты получены при сравнении силы прикрепления морских звезд к разным субстратам в условиях, близких к контрольным (соленость 23–24‰). В качестве субстратов использовали плоские, окатанные волной камни и песок. Сила прикрепления к песку исследована не только в лабораторных, но и в природных условиях на пес-

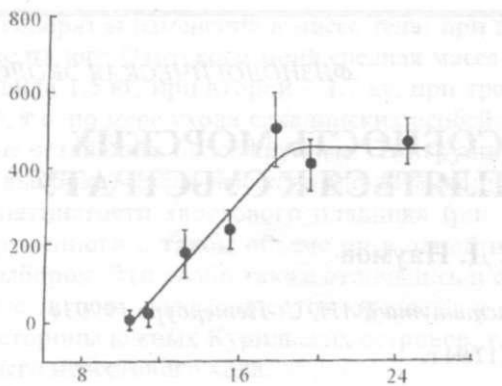
чаном пляже о-ва Сидорова (Ксрегский архипелаг) при несколько более высокой температуре воды (16°C).

Для измерения силы прикрепления звезд к субстрату использовали груз, отрывающий животных от субстрата с помощью капроновой нитки диаметром 0.5 мм, пропущенной через блок и прикрепленной к крючку, подводившемуся под животное. Приложение силы, отрывающей звезду от субстрата, было перпендикулярно плоскости дна, на котором располагалось животное. Архимедову силу не учитывали, так как удельная масса морских звезд лишь немногим превышает 1 г/см³. Не учитывали также трение внутри блока и торможение нитки па шкиве. Эти три величины полагались постоянными и составляли систематическую погрешность наблюдения. В каждом эксперименте использовали по 18–30 экз. звезд. Данные обработаны методами линейной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сила прикрепления морских звезд к стеклянной пластинке через 1 ч экспозиции в воде соленостью, близкой к контрольной (18–24‰), оставалась неизменной (см. рисунок). Для того чтобы оторвать звезду, требовалось усилие порядка 500 г. Сила, отрывающая животное от субстрата, определяется в основном прочностью амбулакральных ножек на разрыв. В большинстве случаев при максимальной нагрузке звезды продолжали удерживаться всего несколькими амбулакральными ножками, расположенными на самом конце лучей. После добавления груза они обрывались, оставляя на субстрате характерные пеньки, состоящие из присосок и дистальных участков ножек.

При солености ниже 16 ‰ сила прикрепления морских звезд к субстрату заметно уменьшалась. В воде с соленостью 11‰ она была ниже более чем на порядок и составляла всего 22±3 г (см. рисунок). При солености 10‰ эта величина составляла 12±2 г.



Влияние солёности среды на способность звезд *Asterias rubens* прикрепляться к субстрату. По оси абсцисс солёность, ‰; по оси ординат сила прикрепления (СП) звезд, г. Вертикальные линии 95% доверительные интервалы.

Полученные данные (см. таблицу) свидетельствуют, что звезды лучше всего удерживаются на твердых монолитных субстратах, причем различия в силе прикрепления к стеклу и к камням недостоверны на 95% уровне вероятности. На песчаном грунте звезды практически утрачивают способность удерживаться на субстрате. Сила их прикрепления в этом случае не превышает 14-16 г.

ОБСУЖДЕНИЕ

Большинство иглокожих принадлежит к стеногалинным морским животным (Дьяков, 1955; Binyon, 1972). Они, как правило, не выносят сколько-нибудь значительного опреснения внешней среды. К числу немногих исключений можно отнести звезд *Asterias rubens*. В Кильской бухте они обитают при солёности 15‰, а в одном из заливов Шотландии при 16‰, подвергаясь при этом периодически еще большему опреснению (Binyon, 1976). По-видимому, можно считать, что солёность порядка 15-16‰ является тем пределом, ниже которого *A. rubens* не проникают в солоноватые воды.¹ Это подтверждается и данными Саранчовой (1989), которая обнаружила, что *A. rubens* из Белого моря имеют нижний предел

Способность морских звезд прикрепляться к субстрату

Субстрат	Сила прикрепления, г	Объем выборки
Стекло	482±25	24
Камень	570±51	19
Песок (в лаборатории)	16.0±2.3	18
Песок (в природе)	14.0±2.0	24

Примечание. Для силы прикрепления указаны ошибки репрезентативности.

¹ Исключение составляют *A. rubens*, обитающие у о-ва Рюген при солёности 8‰, но не размножающиеся в этих условиях (Remane, 1940; Branttström, 1941; Binyon, 1972).

солёностной толерантности порядка 14-16‰. Таким образом, полученные нами результаты хорошо согласуются с известными в литературе и позволяют заключить, что *A. rubens* могут выдерживать опреснение до 16‰. Так как они не способны адаптироваться к дальнейшему снижению солёности, то опреснение ниже этого критического уровня приводит к резкому угнетению их общей функциональной активности, в том числе и способности удерживаться на субстрате.

Угнетение способности морских звезд прикрепляться к субстрату при снижении солёности позволяет объяснить ситуацию с выбросом этих животных на Летнем берегу Двинского залива в 1990 г. По данным Северного управления гидрометеорологии и контроля состояния среды, в период с 1 по 3 июля 1990 г. во время сильных северо-восточных ветров в районе Красная гора Ненокса на поверхности было зарегистрировано снижение солёности воды до 11-12‰. По нашим данным, полученным в июне 1992 г. при ветрах того же направления, солёность воды в этом районе упала до 10‰. Эти наблюдения подтверждают расчеты Рыбака (1971) о том, что при сильных северо-восточных ветрах происходит изменение циркуляции вод в Двинском заливе, в результате чего снижается солёность воды у Летнего берега.

Исходя из полученных нами данных, можно предположить, что выброс морских звезд в 1990 г. вызван резким падением солёности воды, которое привело к утрате звездами способности удерживаться на субстрате. Вследствие этого они были выброшены на открытые пологие песчаные пляжи. Летнего берега с глубины 2-3 м под действием волн, вызванных сильными северо-восточными ветрами, которые привели к изменению циркуляции вод Двинского залива и снижению солёности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дьяков А. М. О способности иглокожих выдерживать понижение нормальной океанической солёности // Докл. АН СССР. 1955. Т. 102, № 2. С. 373-374.
- Саранчова О. Л. Отношение *Asterias rubens* Белого моря к температуре и солёности воды // Тр. ЗИН АН СССР. 1989. Т. 192. С. 86-104.
- Рыбак Б. Х. К расчету уровня и течений Белого моря при штормовых нагонах // Океанологические расчеты и прогнозы. Л. 1971. С. 29-34.
- Binyon J. Physiology of echinoderms. N. Y.: Pergamon Press. 1972. 264 p.
- Binyon J. The effect of reduced salinity upon the starfish *Asterias rubens* L. together with a special consideration of the integument and its permeability to water // Thalassia Jugosl. 1976. V. 12, № 1. P. 11-20.
- Branttström H. Studien über die Echinodermen des Gebietes zwischen Skagerak und Ostsee, besonders des Oresundes, mit einer Übersicht die physische Geographie // Diss. Gleerup. Lund: 1941. Untersuch. aus dem Oresund. 1941. № 27. S. 1-329.
- Remane A. Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee // Tierwelt der Nord- und Ostsee. Stuttgart. 1940. Bd. 34, II. 1a. 238 S.

**Influence of salinity on the ability of starfishes *Asterias rubens* L.
to attach to substrate**

V. Ya. Berger, A. D. Naumov

Zoological Institute, St.-Petersburg, 199034

The effects of low salinity on the ability of the starfishes *Asterias rubens* L. to attach to substrate was studied. It is shown that this ability decreases at a salinity smaller than 16-17‰. The results are discussed in relation to a phenomenon taken place in the spring of 1990 in Dvinskii Bay of the White Sea, when a multitude of the starfishes was stranded along sandy beaches of the bay, (Biologiya Morya. Vladivostok. 1996. Vol. 22. № 2. pp. 99-101).