

В.В.Халаман, А.В.Исаков

**ВЫЖИВАЕМОСТЬ  
БЕЛОМОРСКОЙ АСЦИДИИ *STYELA RUSTICA* L.  
В УСЛОВИЯХ Пониженной СОЛЕННОСТИ**

*Styela rustica* L. — один из банальных организмов Белого моря. Помимо донных сообществ эта одиночная асцидия нередко встречается в многолетних сообществах обрастания, где, как и в бентосе, может быть доминирующим видом [6, 7, 8]. В беломорских обрастаниях это один из основных конкурентов мидии съедобной (*Mytilus edulis* L.). Присутствие *Styela rustica* на искусственных субстратах марихозяйств по выращиванию мидий сопровождается сдвигом возрастной структуры поселения моллюсков в сторону младшего возраста и замедлением их линейного роста [7]. В целом успешная обработка обрастания на глубине 1-5 м приводит к замене мидиевого сообщества на сообщество *S. rustica* [9, 12]. Однако так бывает далеко не всегда. Возобновляемое поселение мидий может существовать в обрастании неопределенно долго [11]. По-видимому, существует некий фактор или факторы, сдерживающие экспансию асцидий. Таким фактором может служить непостоянство гидрологических условий, и прежде всего периодическое понижение солености поверхностного слоя воды, хорошо переносимое мидиями и оказывающееся губительным для *S. rustica*. Проверке данной гипотезы и посвящена настоящая работа.

**Материалы и методы.** Работа была выполнена на Беломорской биологической станции Зоологического института РАН (мыс Картеш) в августе 2000 г. Материал собирали водолазным методом в районе о. Феттах с глубины 7-9 м. Часть животных была взята на коллекторах хозяйств по выращиванию мидий, расположенных в бухте Круглая и губе Никольская с глубины 2-4 м. Во время сбора материала во всех трех точках термогалинные характеристики были сходны между собой: температура воды 15-17°, соленость 23-24‰ (данные, любезно предоставленные И.М.Примаковым).

Животных предварительно акклимировали к лабораторным условиям в течение не менее трех дней (температура +11°C, соленость 24‰). Все эксперименты проводились при температуре +11° и постоянном освещении. В первом из них (эксперимент № 1) определялось минимальное значение солености, при котором асцидии могут оставаться живыми и проявлять активность (иметь открытые сифоны) в течение длительного времени. Продолжительность наблюдения составляла 278 ч. Были использованы следующие градации солености: 0, 5, 10, 15, 17, 20, и 24‰, которая была принята в качестве контрольной.

В каждый сосуд (стандартный аквариум из оргстекла объемом 3,5 л) помещали по 10 особей. Чтобы различия в размерах особей не оказали влияния на результаты опыта, в каждый аквариум помещали по одинаковому количеству особей сходного размера. Через определенные промежутки времени оценивали количество погибших. Погибшими считались те животные, у которых отсутствовала реакция сокращения кожно-мускульного мешка в ответ на прикосновение. Первые 6 ч с начала эксперимента наблюдения проводились с интервалом 2 ч, далее интервал был увеличен до 4 и позже до 6 ч. По прошествии с начала эксперимента 28 ч наблюдения стали проводить 2 раза в сутки. Погибших животных удаляли. Каждый день всем животным меняли воду соответствующей солености. Эксперимент ставился в трех повторностях.

Второй эксперимент (№ 2) был проведен для определения продолжительности выживания асцидий в условиях экстремально низкой солености (0, 5 и 10‰). В экспериментальные сосуды помещали по 5 особей. Далее в них наливали опресненную воду. Через установленные промежутки времени воду меняли на морскую. После замены воды за асцидиями наблюдали в течение двух суток. Те особи, которые за это время не открывали сифоны и не начинали прокачивать воду, считались погибшими. Животных выдерживали в условиях низкой солености 1, 5, 10, 15, 30 мин, 1 и 2 ч. Материалы обрабатывались при помощи методов линейной статистики. Размах варьирования данных показан на графиках в виде доверительных интервалов.

В.В.Халаман, А.В.ИСАКОВ, 2002

**Результаты и обсуждение. Эксперимент N1.** В течение первых 10 ч от начала экспозиции в пресной (0‰) воде все асцидий сохраняли способность сокращаться в ответ на прикосновение. Однако в следующие 20 ч происходит их массовая гибель, а через 40 ч после начала эксперимента погибают 100% особей (рис. 1, А).



При солености 5‰ гибель асцидий в течение первых 70-80 ч практически не наблюдается, но в промежутке между 80 и 200 ч от начала эксперимента погибают все животные (рис. 1, Б).

Первые погибшие животные в воде соленостью 10‰ обнаружены по истечении 136-158 ч от начала эксперимента (рис.1, В). Хотя к концу опыта доля погибших особей была меньше 100%, характер кривой и достигнутый средний уровень смертности в 70% позволяет считать, что и при данной солености происходит массовая гибель подопытных животных. Сравнивая полученные графики смертности асцидий (рис. 1, А, Б, В), можно видеть, что с повышением солености время наступления массовой гибели животных увеличивается. В среднем гибель 50% особей наступает в пресной воде через 12 ч, при 5‰ через 90, а при 10‰ через 200 ч экспозиции в воде соответствующей солености.

Во всех трех рассмотренных вариантах не было отмечено случая, чтобы какая-либо из асцидий открывала сифоны. Сифоны оставались закрытыми у всех особей от начала экспозиции в воде пониженной солености и до конца эксперимента. Никакой зависимости между временем наступления смерти и размером особи у подопытных животных обнаружено не было.

Совсем иная картина наблюдалась в воде более высокой солености. При солености 15‰ погибли только три особи в одной из повторностей. В двух других гибели животных отмечено не было (рис.2, А). Статистически среднее количество погибших особей недостоверно отличается от нуля (среднее — 1; доверительный интервал — 1,96), и факт гибели животных можно считать случайным явлением.

При экспозиции асцидий *Styela rustica* в воде соленостью 17, 20‰ и контрольной 24‰ также отмечена гибель только единичных особей, не более 10% от численности животных, находящихся в эксперименте (рис 2, Б, В, Г). Эта смертность, по-видимому, является систематической ошибкой содержания животных в лабораторных условиях. Интересно, что гибель асцидий при данных соленостях происходила в одном и том же интервале 80-140 ч с момента начала эксперимента. В воде соленостью 15‰ и выше большинство особей *S. rustica* имели открытые сифоны.

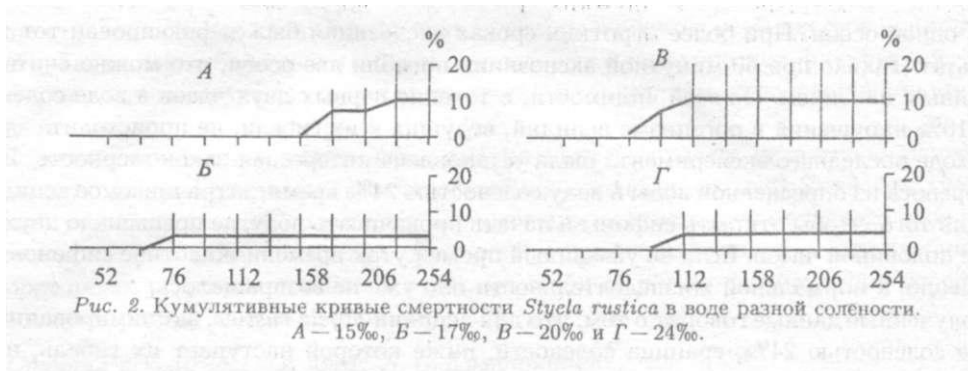


Рис. 2. Кумулятивные кривые смертности *Styela rustica* в воде разной солености. А — 15‰, Б — 17‰, В — 20‰ и Г — 24‰.

**Эксперимент № 2.** Как показали наши наблюдения, исчезновения реакции кожно-мускульного мешка в ответ на прикосновение — признак, который не позволяет достаточно точно определить момент гибели асцидии. Указанная реакция сохраняется некоторое время после того, как произошло отмирание внутренних органов и даже началось их разложение. Поэтому был поставлен дополнительный эксперимент с целью более точного определения продолжительности экспозиции животных, приводящей к их гибели в воде низкой солености. Был использован тот диапазон соленостей, в которых в предыдущем эксперименте происходила массовая гибель *S. rustica* (0, 5 и 10‰).

После минутной и 5-минутной экспозиции в пресной воде (0‰) наблюдалась гибель отдельных особей. Однако мы склонны считать это случайным явлением. Как видно из графика (рис. 3, А), *S. rustica* выдерживает содержание в пресной воде до 10 мин. Через 15 мин экспозиции доля погибших особей превосходит 50%, а 30-минутного воздействия пресной воды не перенесло ни одно животное.

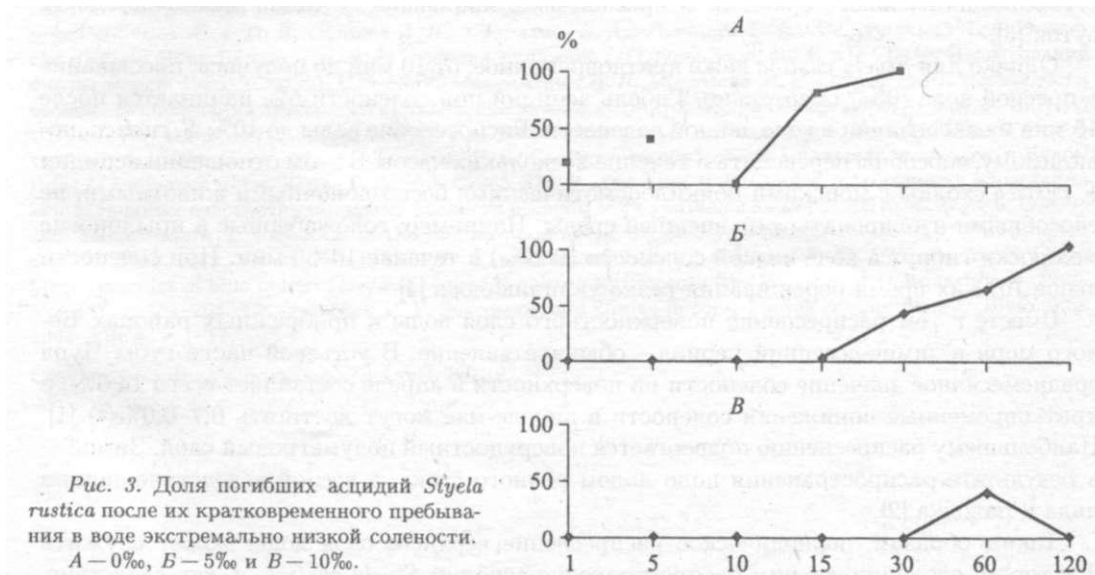


Рис. 3. Доля погибших асцидий *Styela rustica* после их кратковременного пребывания в воде экстремально низкой солености. А — 0‰, Б — 5‰ и В — 10‰.

Первые 15 мин экспозиции в воде соленостью 5‰ не приводят к гибели асцидий. Погибшие особи появляются через 30 мин, а через 1 ч погибают 50% животных. Все животные гибнут после 2-часовой их экспозиции в воде данной солености (рис. 3, Б, В).

Выдерживание асцидий в течение 2 ч в воде соленостью 10‰ не привело к гибели.

ли ни одной особи. При более коротких сроках экспозиции был зафиксирован тот же результат. Только при 60-минутной экспозиции погибли две особи, что можно считать случайным явлением. По всей видимости, в течение первых двух часов в воде соленостью 10‰ нарушений в организме асцидий, ведущих к их гибели, не происходит.

В ходе последнего эксперимента была установлена интересная закономерность. После переноса из опресненной воды в воду соленостью 24‰ время, затрачиваемое асцидиями для того, чтобы открыть сифоны и начать прокачивать воду, не превышало двух — двух с половиной часов. Если за указанный промежуток времени животное сифонов не открывало, к нормальной жизнедеятельности оно уже не возвращалось.

Полученные данные говорят о том, что для асцидий *Styela rustica*, акклиматизированных к воде соленостью 24‰, граница солености, ниже которой наступает их гибель, при температуре +11 °С лежит в интервале между 15 и 10‰. Это при условии экспозиции животных не менее 150 ч в воде данной температуры и солености. Нахождение в воде соленостью 15‰ и выше в течение 278 ч видимого негативного влияния на асцидий данного вида не оказывает.

В отличие от *S. rustica*, обитающей исключительно в сублиторали, *Mytilus edulis* — эвригалинный вид, широко встречающийся как в сублиторали, так и на литорали, в том числе и в эстуарных районах. Для беломорских мидий, акклиматизированных к солености 25-26‰, показано сохранение 100% активности особей при понижении солености до 14‰, а при солености 10‰ активны около 30% моллюсков [5]. По этому показателю мидии, видимо, несколько превосходят *S. rustica*. В проведенном нами эксперименте до 50% асцидий, находившихся в воде соленостью 15‰, имели закрытые сифоны, т.е. были не активны, а при 10‰ особей с открытыми сифонами не было отмечено вовсе.

При экстремальных понижениях солености мидии изолируют мантийную полость, захлопывая створки раковины, что позволяет им переносить неблагоприятные условия в течение длительного времени. В пресной воде закрывшиеся мидии выживают до 12 суток [3].

Однако для *Styela rustica* даже кратковременное, от 10 мин до получаса, пребывание в пресной воде (0‰) смертельно. Гибель асцидий при солености 5‰ начинается после 15 мин их экспозиции в воде данной солености. Распреснение воды до 10‰ *S. rustica*, по-видимому, способны переносить в течение нескольких часов. В этом отношении асцидий *S. rustica* сходны с морскими пойкилоосмотическими беспозвоночными животными, не способными изолироваться от внешней среды. Например, голожаберные и крылоногие моллюски гибнут в воде низкой солености (0-8‰) в течение 10-30 мин. При солености выше 10‰ их время переживания резко увеличивалось [4].

Вместе с тем распреснение поверхностного слоя воды в прибрежных районах Белого моря в зимне-весенний период — обычное явление. В устьевой части губы Чупа среднемесячное значение солености на поверхности в апреле составляет всего 14,6‰, а кратковременные понижения солености в апреле-мае могут достигать 0,7-0,0‰ (!) [1]. Наибольшему распреснению подвергается поверхностный полуметровый слой. Зимой — в результате распространения подо льдом речного стока, а весной вследствие таяния льда и паводка [2].

Таким образом, периодическое распреснение верхнего слоя воды может служить фактором, ограничивающим распространение асцидий *Styela rustica*, и, как следствие, препятствием для становления соответствующей фазы сукцессии сообществ обрастания. В этом случае формируется устойчивое поселение *Mytilus edulis*. Как правило, в Кандалакшском заливе образования сообщества обрастания *Styela rustica* не происходит выше отметки 1,5 м, но весьма обычно на глубинах более 3 м. По-видимому, степень

распространения данной асцидии зависит от гидрологических особенностей конкретной акватории, наличия берегового стока и межгодовых климатических флуктуаций. Этот фактор необходимо учитывать при организации марихозийств по выращиванию мидий в Белом море.

Отметим, что для других стиелид, а именно для *Styela plicata*, показана аналогичная лимитирующая роль периодического понижения солености воды. В Японском море во время муссонных дождей происходит распреснение верхнего двухметрового слоя воды до значений ниже 14‰, что препятствует распространению асцидий на эти глубины. В лабораторных условиях личинки и взрослые особи *S. plicata* погибают при солености 14‰ и температуре +20° в течение 48 ч [10].

*Статья рекомендована проф. Л.С. Краюшкиной.*

#### Summary

*Khalaman V.V., Isakov A.V.* The survival of solitary ascidian *Styela rustica* L. in water of low salinity.

The survival of solitary ascidian *Styela rustica* L. in water of low salinity at 11°C was studied. The deadly level of water salinity lies between 10‰ and 15‰ for ascidians that were adapted to 24‰. The exposure time that more than 10 min is lethal for specimens of *Styela rustica* submerged into fresh water. Ascidians can survive in water of 10‰ for a few hours. The spring desalting of upper layer of water in The White Sea can restrict expansion of *Styela rustica* in fouling communities. In that event the main fouling organism remains the blue mussel *Mytilus edulis* that is more resistant to low salinity.

#### Литература

1. Бабков А. И. Гидрология Белого моря. СПб., 1998.
2. Бабков А.И., Луканин В.В. Весенние изменения солености и температуры поверхностных слоев Белого моря и их влияние на распределение организмов // Биоценозы губы Чупа Белого моря. Исследование фауны морей. Т. 31(39). Л., 1985. С. 94-98.
3. Бергер В. Я. Эвригалинность морских моллюсков. Экологические, морфофункциональные и эволюционные аспекты. Л., 1980.
4. Бергер В. Я. Адаптации морских моллюсков к изменениям солености среды // Исследование фауны морей. Т. 32(40). Л., 1986. 216с.
5. Бергер В.Я., Луканин В.В. Адаптивные реакции мидии Белого моря на изменения солености среды // Исследование мидии Белого моря. Л., 1985. С. 4-21.
6. Голиков А.Н., Скарлато О.А., Гальцова В.В., Меншуткина Т. В. Экосистемы губы Чупа Белого моря и их сезонная динамика // Труды Зоол. ин-та АН СССР. Исследование фауны морей. 1985. Т. 31(39). С. 5-83.
7. Максимович Н. В., Морозова М.В. Структурные особенности сообществ обрастания субстратов промышленной марикультуры мидий (Белое море) // Труды БиНИИ СПбГУ. Изучение опыта промышленного выращивания мидий в Белом море. Вып. 46. Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. С. 124-143.
8. Халаман В.В. Сообщества обрастания мидиевых установок в Белом море // Биология моря. 2001а. Т. 27, №4. С. 268-278.
9. Халаман В.В. Сукцессия сообществ обрастания искусственных субстратов мидиевых хозяйств в Белом море // Биология моря. 2001б. Т.27, №6. С. 399-406.
10. Kazihara T. Influences of the rainfall upon the living of *Styela plicata* (Lesueur) // Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 1962. Vol.28, N6. P. 565-569.
11. Maximovich N. V., Sukhotin A.A., Minichev Yu.S. Long-term dynamics of blue mussel (*Mytilus edulis* L.) culture settlements (the White Sea) // Aquaculture. 1996. Vol. 147. P. 191-204.
12. Oshurkov V. V. Succession and climax in some fouling communities // Biofouling. 1992. Vol.6. P. 1-12.

Статья поступила в редакцию 14 июня 2002 г.