

УДК 574.2(289)

АДАПТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ БЕЛОМОРСКИХ МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* (BIVALVIA, MYTILIDAE) К ИЗМЕНЕНИЮ СОЛЕННОСТИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

© 2007 г. А. А. Филиппов

ЗАО “Экопроект”, С.-Петербург 192019, Россия

e-mail: filippov@ecopro.spb.ru

Поступила в редакцию 14.09.2005 г.

Для оценки адаптивных способностей беломорских двустворчатых моллюсков *Mytilus edulis* к изменению солености оценивали толерантность взрослых особей и клеточную резистентность изолированного мерцательного эпителия. В ходе акклимации к повышенной и пониженной солености определяли характер смещения соленостных границ клеточной резистентности. Результирующее смещение границ клеточной и организменной толерантности по отношению к солености акклимации хорошо аппроксимировалось прямыми линиями во всем исследованном диапазоне фактора. Потенциальная толерантность мидий, определенная на основе собственных и литературных данных, составила 5–70%. Обсуждаются различия в устойчивости к экстремальной солености на уровне клеток и целого организма.

Мидия съедобная, *Mytilus edulis* L., – один из самых широко распространенных видов на литорали европейских морей. Мидия уже давно стала модельным объектом для изучения популяционной динамики, структурных и функциональных характеристик популяций, жизненных циклов и влияния различных факторов среды на жизнедеятельность водных беспозвоночных. Адаптивные способности мидии к изменениям солености – предмет большого числа исследований. Были изучены возможности осмотической и ионной регуляции (Беляев, Чугунова, 1952; Станкявичус, 1979; Бергер, Луканин, 1985), характер изменения скорости потребления кислорода (Луканин, 1971; Луканин, Гурина, 1977; Бергер, Луканин, 1985; Саранчова, Луканин, 1989) и других функциональных показателей (Хлебович и др., 1982; Widows, 1985; Vakhmet et al., 2005) при разных уровнях солености. Определялись пределы толерантности моллюсков (Беляев, Чугунова, 1952; Хлебович, Станкявичус, 1979; Ярославцева и др., 1986, 1989; Саранчова, Кулаковский, 1982; Саранчова, Флячинская, 2001). Ряд работ касался исследований клеточной резистентности мидий (Жирмунский, 1962; Theede, 1965; Козлитина, 1971; Ярославцева, 1976; Ярославцева и др., 1986) и механизмов соленостной адаптации (обзор см. Бергер, 1986).

Несмотря на достаточно большой объем выполненных ранее исследований, такие аспекты, как характер изменения границ толерантности мидии в зависимости от солености среды обитания, а также соотношение устойчивости на разных уровнях организации, изучены явно недоста-

точно. Целью настоящего исследования была оценка устойчивости мидий к экстремальной солености на клеточном и организменном уровне в зависимости от солености среды обитания.

На скалистой литорали и сублиторали Белого моря мидия отмечена в районах с соленостью 13–32‰ (Старобогатов, Наумов, 1987), а в Балтийском море данный вид проникал в опресненные районы вплоть до изогалины 4‰ (Lassig, 1965; Ярвекюльг, 1979). Данных о встречаемости мидий в условиях повышенной солености очень мало. Известно, что на Восточном Мурмане в эфемерных водоемах литоральных ванн моллюски встречались при достаточно высокой солености вплоть до 100–120‰ (Жюбикас, 1969).

Известно, что диапазон толерантности сильно зависит от условий обитания или акклимации. Так, балтийские моллюски, обитавшие в море при солености 5–7‰, сохраняли 100% активность в диапазоне от 4–5 до 25–30‰ (Беляев, Чугунова, 1952; Хлебович, Станкявичус, 1979), тогда как для моллюсков баренцевоморской популяции (35‰) соответствующий диапазон составлял от 17 до 50‰ (Беляев, Чугунова, 1952). Беломорские моллюски, обитавшие при 25‰, имели толерантный диапазон от 10–14 до 40–45‰ (Беляев, 1957; Луканин, 1971; Луканин, Гурина, 1977; Бергер, Луканин, 1985; Флячинская, Саранчова, 1998).

Аналогичные данные были получены в результате экспериментальной акклимации моллюсков к пониженной и повышенной солености. Для беломорских моллюсков, акклимированных к солености 10‰, диапазон толерантности составлял 8–30‰, а перенос их в соленость 40‰

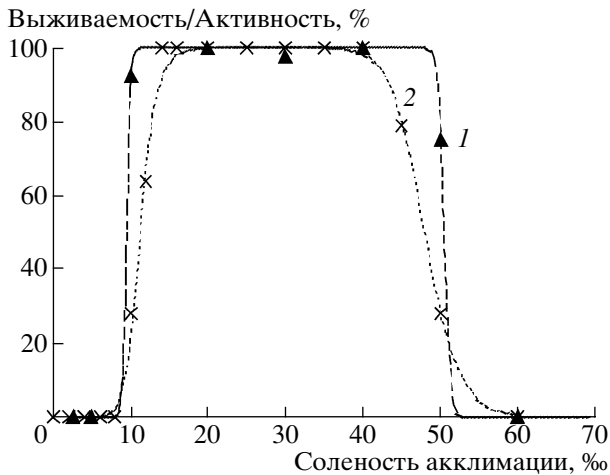


Рис. 1. Выживаемость и активность беломорских мидий в различной солености: 1 – выживаемость (наши данные), 2 – активность (по: Бергер, Луканин, 1985).

приводил к смещению соответствующего диапазона до 20–50‰ (Луканин, 1971).

Характеристикой, наиболее полно отражающей возможности организмов адаптироваться к изменению факторов среды, является их потенциальный толерантный диапазон (Хлебович, 1981, 1990). Потенциальный толерантный диапазон беломорских мидий, по данным Кондратенкова (1979, 1985), составлял 10–62‰. Между тем, точность этой оценки вызывала сильные сомнения, поскольку в качестве исходного толерантного диапазона указывался отрезок 18–36‰, что существенно отличалось от данных других авторов (см. выше). Кроме того, по результатам других экспериментов (Луканин, 1971), уже после акклимации к 10‰ толерантность мидий смещалась за пределы диапазона, определенного Кондратенковым в качестве потенциального. Таким образом, возможности соленостной адаптации мидий до настоящего момента остаются неопределенными.

Некоторыми авторами, изучавшими солеустойчивость на клеточном уровне, было показано, что устойчивость эпителия мидий точно так же зависит от условий обитания, или акклимации, как и устойчивость интактных моллюсков (Theede, 1965). Между тем, пределы устойчивости эпителия мидии и соотношение устойчивости на уровне клетки и целого организма также были исследованы недостаточно.

Надо отметить также, что в последнее время видовая принадлежность мидий из различных бассейнов, ранее определявшихся как *M. edulis*, была пересмотрена (McDonald et al., 1991; Gosling, 1992; Hummel et al., 2001; Riginos, Cunningham, 2005). Не исключено, следовательно, что данные, полученные в ходе предшествующих экспериментов, относятся к разным видам.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные работы проводили в июле–августе 2000 г. на базе Беломорской Биологической Станции ЗИН РАН и Морской Биологической Станции СПбГУ. Моллюсков для экспериментов собирали на мысе Картеш (Белое море, губа Чупа) в среднем горизонте литорали при солености 23–24‰ и температуре около 16°C. В работе использовали мидий длиной 12–17 мм. Собранных моллюсков выдерживали в течение 2 дней в исходной солености для выбраковки поврежденных особей, а затем рассаживали для акклимации в солености 2.5, 5, 10, 20, 30, 40, 50 и 60‰, где содержали в течение 3 недель. В емкостях для акклимации находилось по 20 экз. подопытных моллюсков и 20 л воды необходимой солености. Для оценки динамики клеточной устойчивости моллюсков дополнительно помещали по 100 экз. в две 30-литровые емкости с водой соленостью 10 и 40‰. В ходе всего эксперимента аквариумы с моллюсками находились в изотермической комнате с температурой 14°C, в условиях постоянного освещения и аэрации. Воду в аквариумах не сменяли и специального кормления подопытных животных не проводили.

По окончании периода акклимации подсчитывали количество моллюсков, выживших в каждом варианте солености, и определяли таким образом границы исходного толерантного диапазона. В дальнейшем в каждой группе акклимированных животных оценивали резистентный диапазон клеток мерцательного эпителия. Для этого у моллюсков отделяли ротовые лопасти и помещали их в ряд тестовых соленостей (по 5–6 лопастей на каждую соленость). Через 1 сут экспозиции определяли среднюю степень повреждения эпителия для каждой тестовой солености, рассчитывали величину LC(50), которую и принимали за характеристику клеточной устойчивости. Для определения динамики клеточной устойчивости в ходе акклимации у моллюсков, содержавшихся в дополнительных аквариумах с соленостью 10 и 40‰, оценивали клеточную устойчивость эпителия на 1, 2, 4, 8 и 24-й день экспозиции.

Более подробно методика описана в предыдущей работе (Филиппов, 2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу периода акклимации живые моллюски были обнаружены в соленостях от 10 до 50‰, причем в крайних точках указанного диапазона наблюдалась существенная смертность подопытных организмов (7.8 и 25%, соответственно) (рис. 1). Медианная летальная соленость составила 9.4‰ в области низких концентраций и 50.4‰ в области высоких соленостей.

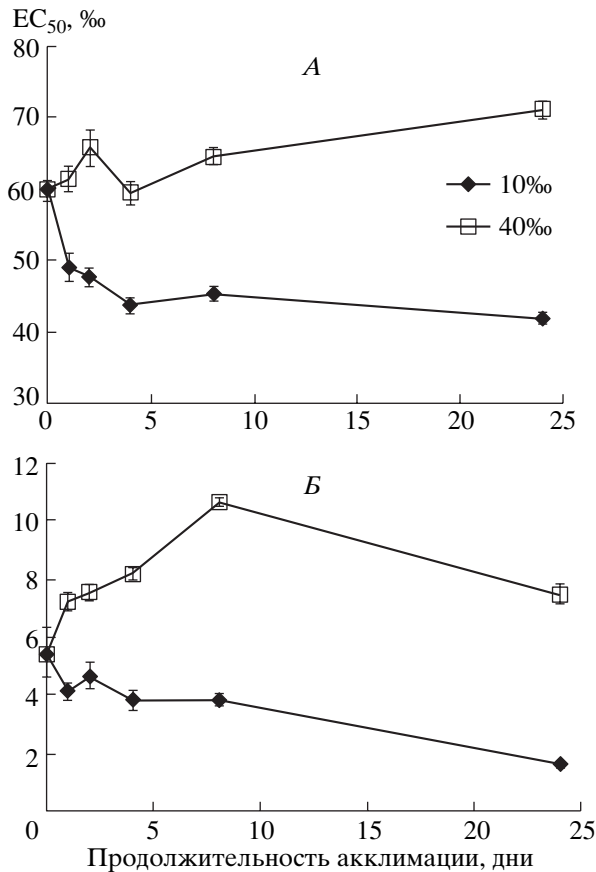


Рис. 2. Изменение верхней (А) и нижней (Б) границ клеточной устойчивости мерцательного эпителия мидий в ходе акклимации к повышенной (40‰) и пониженной (10‰) солености.

У моллюсков, собранных в море при солености 23.5‰, исходный диапазон клеточной резистентности составил 5.4–59.8‰. В ходе акклимации к пониженной и повышенной солености происходило соответствующее смещение границ соленостной резистентности эпителия. После помещения моллюсков в пониженную соленость наблюдалось быстрое изменение верхней и постепенное – нижней границы клеточной устойчивости (рис. 2). После помещения в повышенную соленость, наоборот, отмечалось быстрое смещение нижней и постепенное – верхней границы устойчивости эпителия. Изменение клеточной устойчивости в ходе акклимации не было монотонным, отмечались колебательные изменения границ резистентности (см. рис. 2). В результате трехнедельной акклимации к солености 50‰ диапазон клеточной резистентности мидий составил 11.7–77.4‰, а после акклимации к 10‰ 1.6–41.7‰ (рис. 3).

Зависимость границ устойчивости эпителия от солености акклимации достаточно хорошо аппроксимировалась линейными графиками во

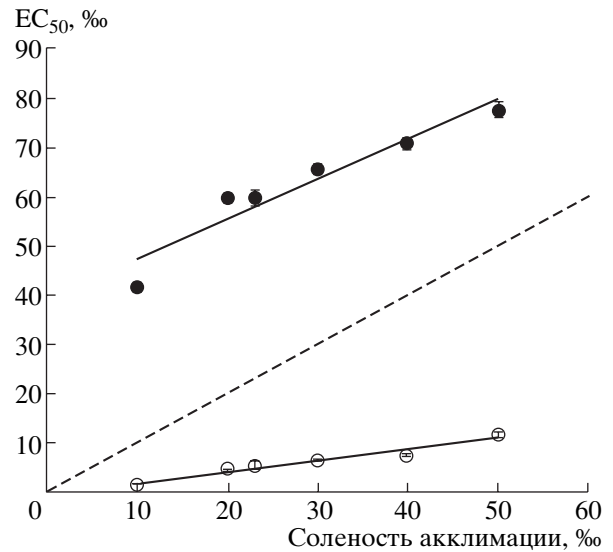


Рис. 3. Зависимость границ устойчивости мерцательного эпителия мидий (EC₅₀) от солености акклимации: пустые кружки – нижняя граница, заполненные кружки – верхняя граница устойчивости (вертикальные линии – 95%-ные доверительные интервалы, сплошные линии – линейная аппроксимация зависимости границ устойчивости от солености акклимации); пунктирная линия – линия изоосмотичности.

всем исследованном диапазоне (см. рис. 3). Линия тренда верхней границы устойчивости была почти параллельна линии изоосмотичности. Нижняя граница резистентности, приближаясь к солености акклимации в области низких значений фактора, в области высоких соленостей была существенно ниже ее. В результате ширина диапазона устойчивости клеток после акклиматизации к низким соленостям составила 40.1‰, что было существенно меньше, чем исходная (54.4‰), и тем более – после акклимации к повышенной солености (65.7‰).

ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали проведенные эксперименты, при длительном содержании моллюсков в диапазоне солености от 10 до 40‰ выживаемость их была близка к 100%, что позволяет рассматривать данный диапазон в качестве толерантного для исследованной популяции. В целом, полученные нами результаты оказались достаточно сходными с данными других авторов, приводивших в качестве толерантного диапазона для беломорских мидий значения 12–45‰ (Беляев, 1957), 12–40‰ (Луканин, Гурина, 1977) 10–40‰ (Саранчова, Кулаковский, 1982; Ярославцева и др., 1989; Саранчова, Флячинская, 2001), и 14–40‰ (Луканин, 1971; Бергер, Луканин, 1985). Сходство диапазонов толерантности, выделенных по показателям активности (который использовался практически

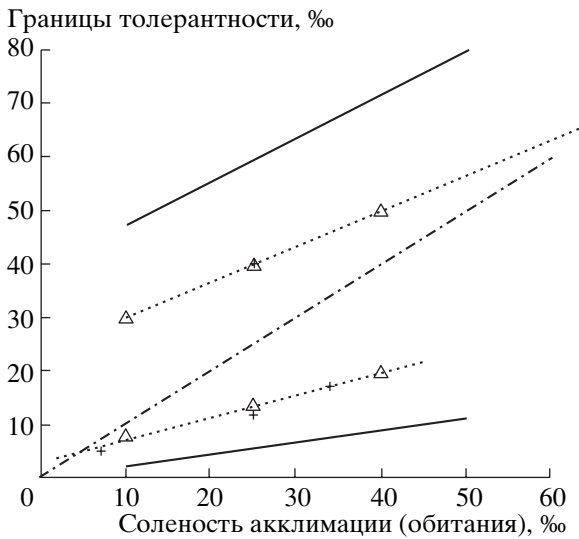


Рис. 4. Зависимость границ толерантности от солёности среды обитания или акклимации: треугольники – беломорские мидии, акклимированные к различной солёности (по: Бергер, Луканин, 1985); крестики – неакклимированные мидии из Балтийского (по: Хлебович, Станкявичус, 1979), Белого (по: Луканин, Гурина, 1977) и Баренцева (по: Беляев, Чугунова, 1952) морей; пунктирные линии – линейная аппроксимация зависимости толерантности интактных моллюсков от солёности акклимации; сплошные линии – зависимость клеточной резистентности от солёности акклимации (по нашим данным); штрих-пунктир – линия изотоничности.

во всех вышеупомянутых работах) и по показателям выживаемости (использован в нашем эксперименте) говорит о том, что для оценки толерантности с успехом можно использовать оба этих показателя. Тем не менее, диапазон 100%-ной активности оказался несколько уже диапазона выживаемости (см. рис. 1). Аналогичный результат был получен ранее на балтийских мидиях, для которых диапазон 100%-ной активности оказался заметно уже диапазона толерантности, определенного по другим показателям жизнедеятельности (Беляев, Чугунова, 1952; Хлебович, Станкявичус, 1979). Таким образом, уровень активности оказался наиболее чувствительным показателем отношения животных к факторам среды.

В ходе акклимации моллюсков к пониженной и повышенной солёности наблюдалось соответствующее смещение диапазонов резистентности клеток ресничного эпителия. Отмеченное отсутствие монотонности в характере изменения границ толерантности часто наблюдалось и ранее в аналогичных экспериментах и, по всей видимости, было связано с фазным характером процесса адаптации (Бергер, 1986).

В условиях пониженной солёности у моллюсков наблюдалось сокращение диапазона клеточной резистентности по сравнению с условиями

повышенной солёности. Подобная картина наблюдалась ранее как для мидий (Theede, 1965; Theede, Lassig, 1967; Луканин, 1971), так и для других видов морских беспозвоночных (Бергер, 1976; Луканин, 1976; Филиппов, 2004; Филиппов и др., 2003). Результаты наших исследований еще раз подтвердили сделанный ранее вывод (Бергер, 1976) о том, что обитание в условиях распреснения ведет к повышению чувствительности клеток и всего организма к колебаниям солёности.

Результирующее смещение границ клеточной толерантности по отношению к солёности акклимации достаточно хорошо аппроксимировалось прямыми линиями во всем исследованном диапазоне фактора (см. рис. 3). Аналогичные результаты были получены нами на всех исследованных ранее видах двусторчатых моллюсков (Филиппов, 1999, 2004). Линии регрессии, отражающие изменения верхней и нижней границ устойчивости эпителия, были не симметричны относительно линии изотоничности, что, вероятно, свидетельствовало о различной природе процессов, ответственных за повреждение ткани в условиях повышенной и пониженной тоничности окружающей среды.

Ранее было высказано предположение, что клеточная резистентность моллюсков в низких солёностях во многом обуславливается чисто физическими причинами, а именно – проницаемостью цитоплазматической мембраны для молекул воды и ее устойчивостью к росту внутриклеточного гидростатического давления (Филиппов, 2004). Это предположение подтверждается и результатами настоящего эксперимента. Независимо от того, при какой солёности содержались моллюски, нарушения деятельности ресничного эпителия неизменно наблюдались при разведении исходной воды примерно в 5 раз. Это отражала и линия тренда, описывающая зависимость нижней границы клеточной устойчивости от солёности акклимации, которая проходила через начало координат (см. рис. 3). Вероятно, диапазон клеточной резистентности (по крайней мере, в том виде, в каком он определялся в ходе данного исследования) отражал лишь прочность цитоплазматической мембраны и был слабо связан со способностями интактных моллюсков к солёностной адаптации. Последняя, как известно (Бергер, 1986; Berger, Kharazova, 1997), определяется не только структурными особенностями тканей и клеток, но и возможностями ионной регуляции, репарации и синтеза новых форм белка.

Имеющиеся в литературе данные позволяют определить характер зависимости границ толерантности мидии от солёности среды обитания или акклимации и соотнести его с характером изменения клеточной устойчивости (рис. 4). Как и в случае клеточной резистентности, характер из-

менения границ толерантности на организменном уровне достаточно хорошо аппроксимировался прямыми линиями, которые пересекали линию изоосмотичности в точках 4.7 и 70‰. На основе предложенного ранее подхода (Филиппов, 1998) можно в первом приближении рассматривать эти значения в качестве границ потенциальной толерантности исследованной популяции мидий. Необходимо отметить, что рассчитанные значения не выходят за пределы соленостного диапазона, в котором мидии были встречены в природных условиях. Известно, что морские организмы способны существовать в диапазоне солености от 4–5 до 75–80‰ (Хлебович, 1962; Hedgpeth, 1967). Мидии, безусловно, являются одним из самых эврибионтных видов морских беспозвоночных, и вполне вероятно, что они способны освоить практически весь указанный диапазон.

В целом, как показали наши эксперименты, диапазон резистентности клеток мерцательного эпителия оказался существенно шире диапазона толерантности интактных моллюсков, что прослеживалось в широком диапазоне солености (см. рис. 4). Кроме того, несколько отличается и характер зависимости клеточной и организменной устойчивости от условий среды. Все это, вероятно, свидетельствует о необходимости очень осторожного подхода к использованию данных о клеточной резистентности для оценки толерантности (в том числе потенциальной) интактных организмов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор признателен В.Я. Бергеру, а также всему коллективу Беломорской Биологической Станции ЗИН РАН за предоставленное оборудование и содействие в проведении экспериментальных работ.

Работа выполнена при поддержке ФЦП “Интеграция Высшей школы и науки” и РФФИ (01-04-49568 и 04-04-49801а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беляев Г.М., 1957. Физиологические особенности представителей одних и тех же видов в водоемах различной солености // Труды Всес. гидробиол. об-ва. Т. 8. С. 321–353.
- Беляев Г.М., Чугунова М.Н., 1952. Физиологические различия между баренцевоморскими и балтийскими мидиями // ДАН СССР. Т. 85. № 1. С. 233–236.
- Бергер В.Я., 1976. О приспособлении к меняющейся солености некоторых литоральных беломорских моллюсков // Исследование фауны морей. Т. 17 (25). Л.: Зоол. инст. С. 59–112. – 1986. Адаптации морских моллюсков к изменениям солености среды. Л.: Наука. 214 с.
- Бергер В.Я., Луканин В.В., 1985. Адаптивные реакции мидии Белого моря на изменение солености среды //
- Исследование мидии Белого моря. Л.: Зоол. инст. С. 4–21.
- Жирмунский А.В., 1962. Реакция клеток мерцательного эпителия мидий и актиний на повышение солености // Журн. общей биол. Т. 23. № 2. С. 119–126.
- Жюбикас И.Н., 1969. Эколого-фаунистическая характеристика биотопа морских ванн литорали и супралиторали Восточного Мурмана. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 22 с.
- Козлитина Л.М., 1971. Устойчивость к опреснению некоторых моллюсков и их клеток в связи с условиями обитания // Научн. сообщ. инст. Биол. моря. № 2. С. 106–108.
- Кондратенков А.П., 1979. Потенциальная соленостная толерантность мидии *Mytilus edulis* L. Белого моря // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л.: Зоол. инст. С. 64–65. – 1985. Способы определения потенциальной соленостной толерантности гидробии и мидии из Белого моря // Экологические исследования перспективных объектов мариккультуры в Белом море. Л.: Зоол. инст. С. 13–22.
- Луканин В.В., 1971. Изменения обмена и диапазона активности у беломорских мидий при акклимации к различным соленостям // Моллюски. Пути, методы и итоги их изучения. Т. 4. Л.: Наука. С. 36–37. – 1976. Исследования адаптивных реакций сцифомедузы Белого моря *Aurelia aurita* к изменению солености внешней среды // Исследования фауны морей. Л.: Наука. С. 26–59.
- Луканин В.В., Гурина В.И., 1977. Адаптивные реакции мидии из Белого моря на изменение температуры и солености внешней среды // Биология моря. № 2. С. 46–50.
- Саранчова О.Л., Кулаковский Э.Е., 1982. Влияние солености среды на разные стадии развития морской звезды *Asterias rubens* и мидии *Mytilus edulis* // Биология моря. № 1. С. 134–139.
- Саранчова О.Л., Луканин В.В., 1989. Адаптивные реакции морской звезды *Asterias rubens* и мидии *Mytilus edulis* из Белого моря к изменению солености среды // Биология моря. № 5. С. 29–35.
- Саранчова О.Л., Флячинская Л.П., 2001. Воздействие солености среды на ранний онтогенез мидии *Mytilus edulis* и морской звезды *Asterias rubens* из Белого моря // Биология моря. Т. 27. № 2. С. 110–116.
- Станкявичус А.Б., 1979. Осмотическая и ионная регуляция восточно-балтийских мидий *Mytilus edulis* L., адаптированных к воде различных соленостей // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л.: Зоол. инст. С. 114–115.
- Старобогатов Я.И., Наумов А.Д., 1987. Моллюски Белого моря. Л.: Наука. 270 с.
- Филиппов А.А., 1998. К методам определения потенциальной соленостной толерантности водных беспозвоночных // Экология. 4. С. 291–296. – 1999. Устойчивость двустворчатых моллюсков *Abra ovata* из Каспийского и Аральского морей к повышенной солености // Вестн. СПбГУ. Сер. 3. Вып. 2. С. 3–10. – 2004. Адаптивные способности беломорских *Macoma balthica* (Bivalvia, Tellinidae) к измене-

- нию солености среды обитания // Зоол. журн. Т. 83. № 7. С. 771–775.
- Филиппов А.А., Комендантов А.Ю., Халаман В.В., 2003. Соленостная толерантность беломорского моллюска *Hiatella arctica* (Bivalvia, Heterodontata) // Зоол. журн. Т. 82. № 8. С. 913–918.
- Флячинская Л.П., Саранцова О.Л., 1998. Отношение ранних стадий развития мидии *Mytilus edulis* и морской звезды *Asterias rubens* Белого моря к изменению солености среды // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. СПб.: Зоол. инст. С. 136–138.
- Хлебович В.В., 1962. Особенности состава водной фауны в зависимости от солености среды // Журн. общей биол. Т. 23. № 2. С. 90–97 – 1981. Акклимация животных организмов. Л.: Наука. 136 с. – 1990. Изучение соленостных отношений // Методы изучения двустворчатых моллюсков. Л.: Зоол. инст. С. 87–100.
- Хлебович В.В., Комендантов А.Ю., Яковичина Л.Я., 1982. Соленостная зависимость поглощения растворенного в воде глицина беломорскими и япономорскими *Mytilus edulis* // Зоол. журн. Т. 61. № 5. С. 783–787.
- Хлебович В.В., Станкявичус А.Б., 1979. Пределы ступенчатой адаптации к опреснению *Macoma balthica*, *Mytilus edulis* и *Mya arenaria* из восточной части Балтийского моря. Моллюски. Основные результаты их изучения. Л.: Наука. С. 26–27.
- Яркевюльс А.А., 1979. Донная фауна восточной части Балтийского моря. Состав и экология распределения. Таллин: Валгус. 382 с.
- Ярославцева Л.М., 1976. Устойчивость к опреснению клеток некоторых моллюсков и влияние на нее тоничности солевого раствора // Биология моря. № 1. С. 36–40.
- Ярославцева Л.М., Найдено Т.Х., Сергеева Э.П., 1989. Влияние опреснения на ранние стадии развития съедобной мидии из Белого моря // Биология моря. № 6. С. 30–37.
- Ярославцева Л.М., Найдено Т.Х., Сергеева Э.П., Ярославцев П.В., 1986. Отношение к опреснению съедобной мидии из Японского моря на разных стадиях развития // Биология моря. № 4. С. 40–47.
- Bakhmet I.N., Berger V.J., Khalaman V.V., 2005. The effect of salinity change on the heart rate of *Mytilus edulis* specimens from different ecological zones // J. Exper. marine biol. and Ecology. V. 318. № 2. P. 121–126.
- Berger V.J., Kharazova A.D., 1997. Mechanism of salinity adaptation in marine mollusks // Hydrobiologia. V. 355. P. 115–126.
- Gosling E.M., 1992. Systematics and geographic distribution of *Mytilus* // The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Amsterdam: Elsevier. P. 1–20.
- Hedgpeth J.W., 1967. Ecological aspects of Laguna Madre, a hypersaline estuary // Estuaries. V. 83. P. 408–419.
- Hummel H., Colucci F., Bogaards R.H., Strelkov P., 2001. Genetic and ecophysiological traits in the bivalve *Mytilus* from Europe, with an emphasis on Arctic populations // Polar biology. V. 24. P. 44–52.
- Lassig J., 1965. The distribution of marine and brackishwater lamellibranchs in the northern Baltic area // Commentationes Biologicae. V. 28. № 5. P. 1–41.
- McDonald J.H., Seed R., Koehn R.K., 1991. Allozyme and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the Northern and Southern hemispheres // Marine Biology. V. 111. P. 323–335.
- Riginos C., Cunningham C.W., 2005. Local adaptation and species segregation in two mussel (*Mytilus edulis* and *Mytilus trossulus*) hybrid zones // Molecular Ecology. V. 14. P. 381–400.
- Theede H., 1965. Vergleichende experimentelle Untersuchungen über die zelluläre Gefrierresistenz mariner Muscheln // Kieler Meeresforsch. V. 21. № 2. S. 153–166.
- Theede H., Lassig J., 1967. Comparative studies on cellular resistance of bivalves from marine and brackish waters // Helgolander wiss. Meeresunters. V. 16. P. 119–129.
- Widdows J., 1985. The effect of fluctuating and abrupt changes in salinity on the performance of *Mytilus edulis* // Proc. 18-th Europ. Marine Biol. Simp. Oslo.: Chichester. P. 555–566.

ADAPTIVE CAPACITIES OF THE MUSSEL *MYTILUS EDULIS* (BIVALVIA, MYTILIDAE) FOR CHANGES IN SALINITY OF THE WHITE SEA WATER

A. A. Filippov

“Ekoproekt”, St. Petersburg 192019, Russia

e-mail: filippov@ecopro.spb.ru

The adaptive capacity of adult individuals of the mussel *Mytilus edulis* for changes in water salinity (the White Sea), as well as the cell resistance of isolated ciliated epithelium, were assessed. The initial tolerance of mollusks determined according to their survival at different salinity was assessed at 5–70%. The cell resistance dynamics in the course of their acclimation to different levels of water salinity were investigated. The discrepancies in salinity tolerance are discussed at the cell and organism levels.