

СКОРОСТЬ РОСТА СЕГОЛЕТКОВ МИДИИ В СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЕ ЧЁРНОГО МОРЯ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАЙОНЕ

И.И. Казанкова, Л.Н. Репетин*

Институт биологии южных морей
им. А.О. Ковалевского
НАН Украины
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2
E-mail: ikazani@ua.fm
* Морское отделение УкрНИИГМИ,
г. Севастополь, ул. Советская, 61
E-mail leonrep@rambler.ru

*В статье рассмотрены возможные связи особенностей скорости роста сеголетков мидии *Mytilus galloprovincialis* с гидрометеорологическими условиями в районе Севастопольской бухты в 2008 – 2010 гг.*

Введение. Экологические условия в разных участках морских прибрежных экосистем в значительной степени вариабельны, сочетание изменчивых факторов среды в них в различные годы уникально, что отражается на реализации продукционных возможностей того или иного района. Динамика роста мидии может являться отражением частных особенностей и общих закономерностей функционирования экосистем в прибрежной зоне.

Подробные океанографические исследования Севастопольской бухты последнего десятилетия [2, 4, 6] показали, что метеорологические и гидрологические условия являются важнейшими факторами формирования состояния экосистемы полузакрытой бухты. В данной работе делается попытка оценить (хотя бы на качественном уровне) влияние изменений океанологических условий на экологические процессы в Севастопольской бухте, индикатором которых в данном случае является динамика темпов роста сеголетков мидии.

Основным фактором, определяющим свойства вод Севастопольской бухты, является соотношение стока пресных вод (р. Черной, сточных ливневых, атмосферных осадков) и соленных морских

вод, заполняющих Севастопольскую бухту через пролив в её западной части [4]. В результате взаимодействия поступающих в бухту вод, их перемешивания ветровыми, стоковыми течениями и турбулентностью формируются воды собственно бухты. Свойства этих вод могут изменяться в зависимости от соотношения ветровых сгонных (из бухты) или нагонных (в бухту) течений. При этом важна скорость ветра, часто определяющая интенсивность процессов перемешивания, а также устойчивость термохалинной структуры вод [2].

Важным индикатором водообмена Севастопольской бухты являются колебания уровня Черного моря (в том числе его заливов, бухт и лиманов), связанные с общециркуляционными процессами и изменениями водного баланса моря. Речной сток и атмосферные осадки, сгонные и нагонные течения могут лишь усиливать или ослаблять процессы поступления (адвекции) морских вод в бухту или стока вод из бухты [6].

С позиций вышеизложенного рассмотрим особенности временной изменчивости темпов роста сеголеток мидии *Mytilus galloprovincialis* на фоне синхронных изменений гидрометеорологических параметров: температуры воды, уровня моря, скорости ветра и атмосферных осадков в Севастопольской бухте.

Материал и методы. Исследование скорости роста мидий проводили с мая 2008 по сентябрь 2010 г. во внутренней части Севастопольской бухты, а именно в районе насосной ТЭС (рис. 1).



Рис. 1. Расположение района исследований

В течение года, практически ежемесячно, садок с 20 пронумерованными мидиями длиной 10 – 20 мм помещали на трёхметровую глубину. Экспозиция

составляла около 30 суток, иногда более двух месяцев. Использование в эксперименте сеголетков даёт возможность исключить или значительно уменьшить влияние на скорость линейного роста мидий такого фактора как половое созревание: мидии меньше 20 мм обычно неполовозрелы [1, 5].

По окончании каждой экспозиции определяли индивидуальный прирост особей, вычисляли среднюю скорость роста (в мм/месяц).

Регулярные измерения температуры воды, уровня моря, скорости ветра и атмосферных осадков проводились в центральной части Севастопольской бухты на морской гидрометеорологической станции (МГ) «Севастополь», расположенной на мысе Павловский (см. рис. 1).

Поскольку каждый эксперимент по росту мидий составлял порядка 30 суток, использовались в основном ряды среднемесячных величин упомянутых гидрометеорологических параметров. Для характеристики особенностей ветровых условий рассчитывались также величины повторяемости ветров по направлениям (розы ветров) для каждого месяца 2008 и 2009 гг. Ежедневными 4-хсочными измерениями 2010 г., необходимыми для таких расчетов, мы пока не располагаем.

Результаты и обсуждение. Основные результаты экспериментов по определению скорости роста сеголеток мидий, сопоставленные с ходом среднесуточной температуры воды, представлены на рис. 2.

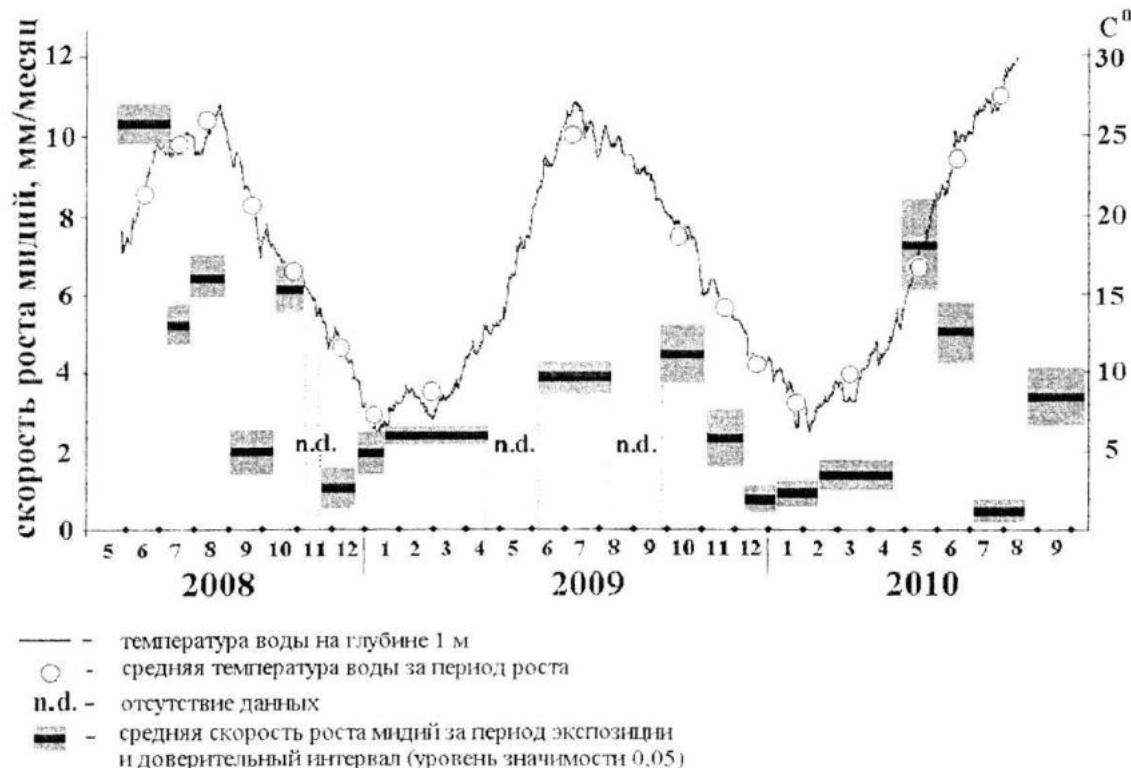


Рис. 2. Скорость роста сеголетков мидии и температура воды в Севастопольской бухте

В 2008 г. в тёплый период года (май – октябрь) максимальная скорость роста мидий (более 10 мм/мес.) была установлена в июне при средней температуре воды за период экспозиции около 21 °C. Затем наблюдался спад темпов их роста на фоне роста температуры воды в июле и вновь подъём в августе, несмотря на дальнейшее увеличение температуры

воды до её максимального значения – 27 °C, неблагоприятного для роста мидий. В сентябре скорость роста составила всего 2 мм/мес. В октябре, по сравнению с сентябрём, прирост раковины увеличился почти в 3 раза. Минимальная скорость роста сеголетков (около 1 мм/мес.) наблюдалась в ноябре – декабре.

Таким образом, для 2008 г. были характерны резкие скачкообразные изменения в скорости роста мидий.

В 2009 г. этой скачкообразности в изменении темпов роста не наблюдалось. В целом в тёплое время года мидии росли почти в 2 раза медленнее, чем в 2008 г., хотя температурный режим сравниваемых периодов отличался незначительно.

В 2010 г., по сравнению с 2009 г., наблюдали относительно низкую скорость роста мидий в марте-апреле при сходном температурном режиме. В июле-августе 2010 г. наблюдали минимальный рост мидий за весь период исследований – 0,5 мм. Это происходило на фоне экстремально высоких значений температуры воды, которая в августе достигала 30 °С.

Графики временной изменчивости среднемесячных значений температуры воды, уровня моря, скорости ветра, атмосферных осадков, на каждый из которых наложен график среднемесячных величин скорости роста мидий в период эксперимента, представлены на рис. 3.

Наряду с температурным режимом важным фактором, влияющим на скорость роста мидий, является обеспеченность их кормовым фитопланктоном, к которому относятся микроводоросли объёмом до 5000 мкм³. Различные гидрометеорологические ситуации могут способствовать или затруднять поступление фитопланктона в Севастопольскую бухту и дальнейшее его развитие.

Максимальной скорости роста мидий в июне 2008 г., могла способствовать не только оптимальная для них температура воды (16 – 21 °С). В этот период наблюдались относительно слабые ветры, среднемесячные величины которых не превышали 3,4 м/с (рис. 3 в), в каждый из этих месяцев выпало на акваторию бухты менее 10 мм осадков (рис. 3 г). Кроме того, в течение марта, апреля и мая 2008 г. происходил интенсивный подъём уровня моря (рис. 3 б) и, следовательно, адвекция морских вод в Севастопольскую бухту.

Поступление морских вод в бухту активизировалось нагонными для бухты северо-западными, западными и юго-западными ветрами, суммарная повтор-

яемость которых в мае 2008 г. составила около 30 % всех случаев наблюдений в этом месяце. В шельфовых водах юго-западного Крыма в это время наблюдались частые сгоны [3], способствующие росту концентрации биогенных элементов в поверхностном слое воды, необходимых для развития фитопланктона. Это могло положительно сказаться на производственном потенциале вод, поступающих в Севастопольскую бухту.

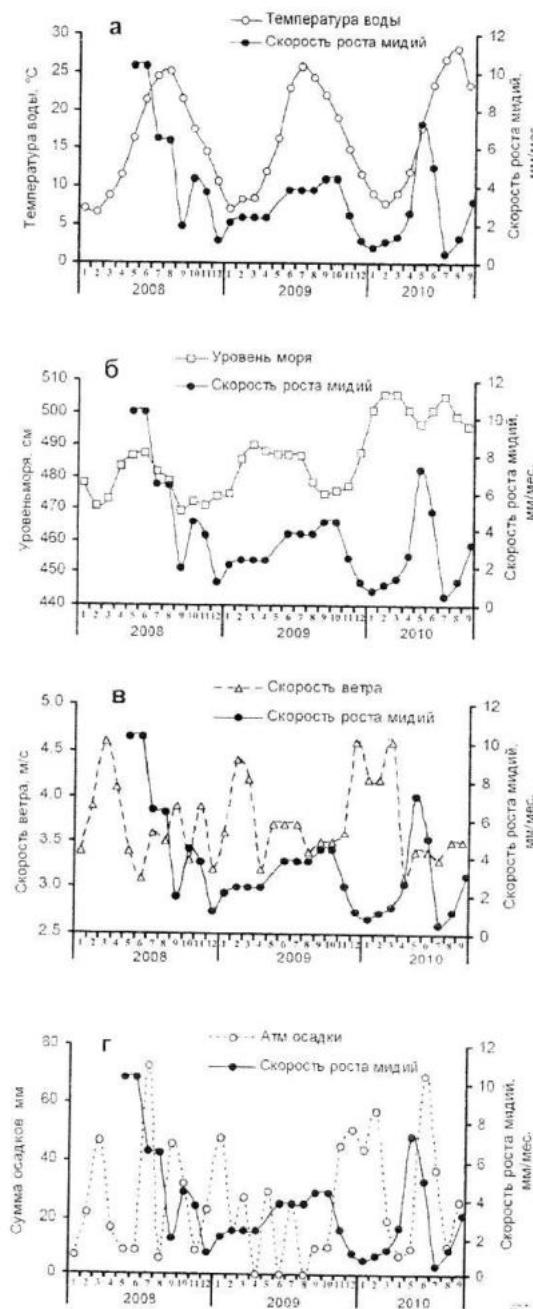


Рис. 3. Совмещенные графики скорости роста мидий и временной изменчивости гидрометеорологических параметров в Севастопольской бухте

Резкое уменьшение скорости роста мидий в июле-августе и, особенно, в сентябре 2008 г. проходило на фоне стабильного понижения уровня воды, что свидетельствовало о стоке вод из бухты. Кроме того, наблюдалось увеличение средней скорости ветра до 4 м/с и выпадение обильных осадков, месячные суммы которых в июле достигли 73 мм, а в сентябре 47 мм. По всей видимости, эти условия не способствовали развитию кормовой базы мидии.

Увеличение темпа роста мидий в октябре (до 6 мм/мес.) могло быть связано, как раз с уменьшением осадков и ветровой активности на фоне небольшого повышения уровня воды, свидетельствующего о стабилизации водообмена бухты с морем и возможном повышении численности мелкого фитопланктона.

Минимальная за 2008 г. скорость роста мидий в ноябре-декабре (около 1 мм/мес.) отмечалась не только на фоне низкой температуры воды. Анализ ветровых условий показал, что в эти месяцы повторяемость ветров западной половины горизонта была пониженией (11 %) и значительно увеличилась повторяемость северных ветров восточного сектора (около 50 %), препятствующих поступлению в бухту вероятно более богатых фитопланктоном морских вод.

В тёплый период 2009 г. устойчивый, но не высокий (по сравнению с 2008 г.) рост мидий проходил в условиях стабильного уровня моря, минимума атмосферных осадков и подавляющего преобладания СЗ, З, ЮЗ и Ю ветров (более 45 % повторяемости) при минимуме СВ (менее 2 %) и В (17 %) скоростью менее 5 м/с. Это может означать, что под воздействием ветровых нагонных течений в бухту, при относительно спокойной динамике её вод, активно поступали морские воды. Следует отметить, что с мая и по сентябрь у берегов южного и юго-западного Крыма преобладал восточный перенос и полностью отсутствовали апвеллинги [3]. В результате в прибрежных водах могла увеличиваться загрязнённость и понижаться концентрация биогенов. Поэтому активно поступавшие в тёплый период года в Севастопольскую бухту морские воды могли быть бедны кормовым фитопланктоном,

что сдерживало рост мидий. Это предположение подтверждается данными Сеничевой М.И., согласно которым летом 2009 г. в Севастопольской бухте наблюдалось пониженное количество мелкого фитопланктона на фоне необычного «цветения» крупной некормовой для мидии диатомовой водоросли *Proboscia alata*, способной к питанию растворённой органикой [7].

Подобные гидрометеорологические условия (слабые ветры, минимум осадков, стабильная динамика вод) сохранились до октября.

Отмеченный выше низкий темп роста мидий в холодный период 2010 г. наблюдался на фоне продолжительных, интенсивных осадков (рис. 2 г), сильных продолжительных штормовых ветров северных С, СВ, В и ЮВ направлений (повторяемость более 60 %, рис. 3 г), которые, несмотря на подъем уровня моря, начавшийся уже в декабре 2009 г., явно затрудняли поступление морских вод в бухту, по крайней мере, в поверхностном слое.

Из информации СМИ и Росгидрометцентра (<http://www.meteoinfo.ru>) известно, что зимой 2009 – 2010 гг. на территорию Центральной Европы выпало рекордное количество снега в ряде регионов слоем до 1,5 м. Таяние этого снежного покрова и сильные, продолжительные дожди зимой, весной и летом 2010 г. привели к катастрофическим наводнениям и рекордному увеличению стока Дуная, поставляющему основной объем пресных вод в Черное море. Все это обусловило аномальный подъем уровня Черного моря и сохранение высоких его отметок на протяжении 8 месяцев 2010 г.

Очевидно, что с речным стоком в море поступило также рекордное количество распресненных вод, распространение которых по северо-западному шельфу до берегов Крыма наблюдалось неоднократно. Вероятно, что в этих условиях поступающие в Севастопольскую бухту поверхностные морские воды не содержали в себе достаточного количества фитопланктона, чтобы обеспечить скорость роста мидий в январе-марте на уровне 2009 г., а в июне – на уровне 2008 г.

На резкое снижение темпов роста мидий в июле-августе 2010 г. до минимальных за весь период эксперимента величин повлияли не только условия экстремально жаркого лета (среднемесечная температура воды 28,2 °С оказалась самой высокой за 100-летний период наблюдений в Севастопольской бухте и почти на 2 °С превышала предыдущий максимум 2001 г.) Слабые ветры (3,3 м/с) способствовали замедлению вертикального и горизонтального водообмена, развитию заморных явлений, что отразилось на состоянии, как экспериментальных мидий, так и соседних с ними поселений зрелых мидий на искусственных субстратах, в которых практически все моллюски погибли.

Выводы. Проведенный анализ подтвердил высокую вариабельность гидрометеорологических параметров и, в зависимости от различного их сочетания, степень положительного или отрицательного влияния на экологическое состояние вод Севастопольской бухты и, соответственно, на продуктивность, в частности, на темпы роста сеголетков мидий.

К положительным факторам, способствующим увеличение темпов роста сеголетков мидии следует отнести температуру воды 12 – 24 °С, умеренные скорости ветра и минимальное количество атмосферных осадков. В тёплый период года для роста мидий важна умеренная динамика вод в бухте, обеспечивающая горизонтальный и вертикальный обмен вод внутри бухты. Также важно регулярное поступление в бухту морских вод, имеющих большую солёность, относительно высокое содержание фитопланктона, биогенов и кислорода. Обменные процессы активизируются сгонно-нагонными ветрами. При этом ветры западного сектора (нагонные) усиливают адvection морских вод, а восточные ветры (сгонные) препятствуют их распространению в бухте.

Негативное влияние на темпы роста мидий в Севастопольской бухте оказывает увеличение стока рек, ливневых стоков и интенсивных атмосферных осадков как в тёплый, так и в холодный периоды года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н., Романов А.С., Игнатьева О.Г. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов. Препринт. МГИ НАНУ, Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 90 с.
2. Овсяный Е.И., Кемп Р.Б., Репетин Л.Н., Романов А.С. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты в условиях антропогенного воздействия (по наблюдениям 1998-1999 гг.) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2000.– С. 79 – 103.
3. Репетин Л.Н., Гордина А.Д., Павлова Е.В., Романов А.С., Овсяный Е.И. Влияние океанографических факторов на экологическое состояние Севастопольской бухты (Черное море) // Морской гидрофизический журнал.– 2003. – № 2.– С. 66 – 80.
4. Биология культивируемых мидий / Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И., Пиркова А.В., Булатов К.В. – Киев: Наук. думка, 1989. – 100 с.
5. Пиркова А.В. Размножение мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. и элементы биотехнологии ее культивирования: Автореф. дис....канд. биол. наук. – Севастополь, 1994. – 25 с.
6. Казанкова И.И., Щуров С.В. Сезонная и годовая скорость оседания мидии, митилястера и анадары в прибрежных водах юго-западного Крыма // Системы контроля окружающей среды / Средства, информационные технологии и мониторинг. – Севастополь: 2009. – С. 398 – 400.
7. Сеничева М.И. Необычное «цветение» в прибрежных водах г. Севастополя / Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2010. - № 3 (44). – С. 227 – 229.