

УДК 594.124.628.394.4 (262.5)

*О.В. Соловьёва***ЕСТЕСТВЕННЫЙ БИОФИЛЬТР ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ В РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПЕРИОД¹**

С учётом роли гидротехнических сооружений в прибрежных акваториях как субстратов для формирования мощных биофильтров была сделана оценка динамики характеристик поселений *Mytilus Galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel. на гидротехнических сооружениях в рекреационных акваториях в течение курортного сезона. Численность и биомасса моллюсков *Mytilus Galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel. на гидротехнических сооружениях рекреационных акваторий севастопольского побережья колебались в широких пределах. Для основного числа станций максимальная численность мидий отмечена в июне, в начале рекреационного сезона. Для митилястера – напротив, в июне были минимальные значения этого показателя. Данные факты связаны с ритмами оседания молоди указанных видов. Для мидии в весенний период отмечены более высокие показатели биомассы, чем при последующих съёмках. Её изменение для митилястеров во времени не имело четкой тенденции. Размерный состав мидий говорит о незначительной продолжительности их жизни, что характерно для данного горизонта. Размерная структура поселений в данном случае определяется как ритмами оседания и выживаемостью годовиков, так и неодинаковой элиминацией моллюсков волнами. В последние годы более толерантный ко многим факторам среды митилястер, в условиях массового исчезновения мидии на твёрдых субстратах крымского побережья замещает собой данный вид, образуя достаточно обильные поселения. На большей части станций на фильтрационную работу митилястеров приходилась основная фильтрационная работа митилидных поселений. Рассчитанное изменение мощности биофильтра на протяжении курортного сезона является как следствием естественных процессов внутригодовой трансформации сообщества обрастания, так и, вероятно, результатом антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: мидии, митилястеры, гидротехнические сооружения, биофильтр, рекреационные акватории, Чёрное море.

На значение гидротехнических сооружений в прибрежных акваториях, как субстратов для формирования мощных биофильтров, многократно указывалось различными специалистами в области гидробиологии [1]. Особенно велика роль подобных объектов в местах с повышенной антропогенной нагрузкой, к которым в курортный сезон относятся акватории пляжей крымского побережья. Формирующиеся на различных берегозащитных и пляжеудерживающих конструкциях поселениями моллюсков *Mytilus galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel. биофильтры способны оказывать определённое влияние на экологическое благополучие акватории [2], что особенно актуально в период рекреации. Летом, с одной стороны, отдыхающие привносят существенное бактериальное загрязнение, с другой, прогрев мелководья в сочетании с иными факторами в итоге приводит к повышению показателей бактериальной обсеменённости воды, что в результате вызывает неудовлетворительное санитарное состояние пляжей. В свою очередь, митилидные поселения в летний период претерпевают определённые метаморфозы, связанные с ритмами размножения и оседания молоди моллюсков, их реакцией на повышенные температуры, сбор отдыхающими, реакцией на ряд других экологических факторов. В результате на протяжении курортного сезона меняются не только физические, химические и микробиологические показатели воды, но и характеристики самих митилидных поселений (размерная структура, численность, биомасса), что неизбежно влечёт за собой изменение роли естественных биофильтров в санации акватории. При этом исследование особенностей распределения, динамики митилидного обрастания искусственных сооружений, формирующего биофильтр, в рекреационных зонах в курортный сезон ранее не проводилось.

Целью настоящей работы стала оценка динамики характеристик поселений *Mytilus galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel. на гидротехнических сооружениях в рекреационных акваториях в течение курортного сезона.

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ «Создание методов и технологий оперативного контроля экологического состояния биоты, оценки и прогноза качества морской среды» (№ 1001-2014-0016).

Материал и методы исследований

Материал отбирали с гидротехнических сооружений, расположенных в рекреационных зонах Севастополя, которые во время «высокого» сезона зачастую оказываются неблагополучными по санитарным показателям. Выбранные районы отличаются глубинами, уровнем загрязнения, степенью прибойности. Сооружения представляли собой: буну в районе пляжа б. Круглая, буну на пляже Парк Победы, трубу канализационного коллектора в районе пляжа б. Песочной и набережную б. Севастопольской в районе м. Хрустальный (рис. 1). Это акватории различного типа. Так, бухта Круглая – это полузамкнутый водоём с песчаным дном и небольшими глубинами, в результате чего летом вода в нём существенно прогревается и трофность повышается [3]. Парк Победы расположен на открытом участке побережья и оборудован бетонными бунами для удержания пляжа. Бухта Песочная оправдывает своё название, является достаточно открытой. Пляж на м. Хрустальный находится на юго-западном побережье одной из самых загрязнённых в данном регионе Севастопольской бухты, там побережье оборудовано бетонной набережной.



Рис. 1. Схема расположения станций пробоотбора

Материал отбирали трёхкратно: в начале июня, до начала массового курортного сезона, в начале августа – при пиковой рекреационной нагрузке и максимальных температурных показателях воды; и в конце сентября, по завершении сезона. Это позволило проследить, каким образом изменяются поселения митилид, а соответственно и формируемые ими биофильтры на протяжении летнего сезона.

Обрастание исследовалось в поверхностном горизонте (0–1 м). При этом из литературных данных можно судить, что при глубине сооружений не более 2 м достоверных отличий в обилии митилидных моллюсков на различных горизонтах глубин их поверхности быть не должно [4]. На бунах пробы брали с левой и правой сторон с площадки 16×16 см в 3-х повторностях. На трубе коллектора была взята одна проба в трёх повторностях с боковых поверхностей сооружения. На набережной б. Севастопольская исследовались 3 станции, на каждой из которых пробы брались трёхкратно. Таким образом, общее количество материала составило 72 пробы перифитона.

Во время 1-го отбора проб температура воды колебалась в пределах 18–20 °С. В период 2-й съёмки – 25–27 °С, при этом пляж б. Песочная был закрыт по предписанию СЭС. При 3-ей съёмке температура была 20–22 °С.

Из образцов обрастания, собранных с поверхности набережной Севастопольской бухты, отбирали мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) и митилястеров (*Mytilaster lineatus* Gmel.). Далее их измеряли штангенциркулем (точность 0,1 мм) и разделяли на размерные группы 1 – 10, 11 – 20, 21 – 30, 31 – 40, 41 – 50, 51 – 60, 61 – 70, 71 – 80, 81 – 90, 91 – 100 мм. Особи с пограничным размером относили к группе более крупных организмов. Особей мельче 1 мм не учитывали. Моллюсков взвешивали на технических весах (точность 0,1 г).

Фильтрационная работа (л·сут.⁻¹·м⁻²), совершаемая за сутки моллюсками, обитающими на 1 м² гидротехнического сооружения, оценивалась, исходя из средней скорости фильтрации моллюсков в *i*-й размерной группе (F_i , л·экз.⁻¹·сут.⁻¹) [5; 6] и численности размерных групп (N_i , экз.·м⁻²), по формуле (1):

$$F_{\Sigma} = \Sigma(F_i \cdot N_i) \quad (1)$$

Кластерный анализ данных произведён с помощью программы *STATISTICA*. Для обработки данных использовали древовидную кластеризацию с евклидовым расстоянием объединения [7].

Результаты и их обсуждение

Обилие митилидных поселений на исследуемых сооружениях имело существенный разброс (рис. 2). Численность мидий за период исследований колебалась от 65 до 14727 экз.·м⁻², митилястеров – от 2227 до 193385 экз.·м⁻². Наибольших значений по результатам всех 3-х съёмов численность мидий достигала на ст.1 м. Хрустальный, а минимальные значения характерны для бун б. Омега и Парка Победы. Для поселений митилястеров в б. Круглая и Парке Победы также характерны более низкие показатели численности, чем для остальных пляжей.

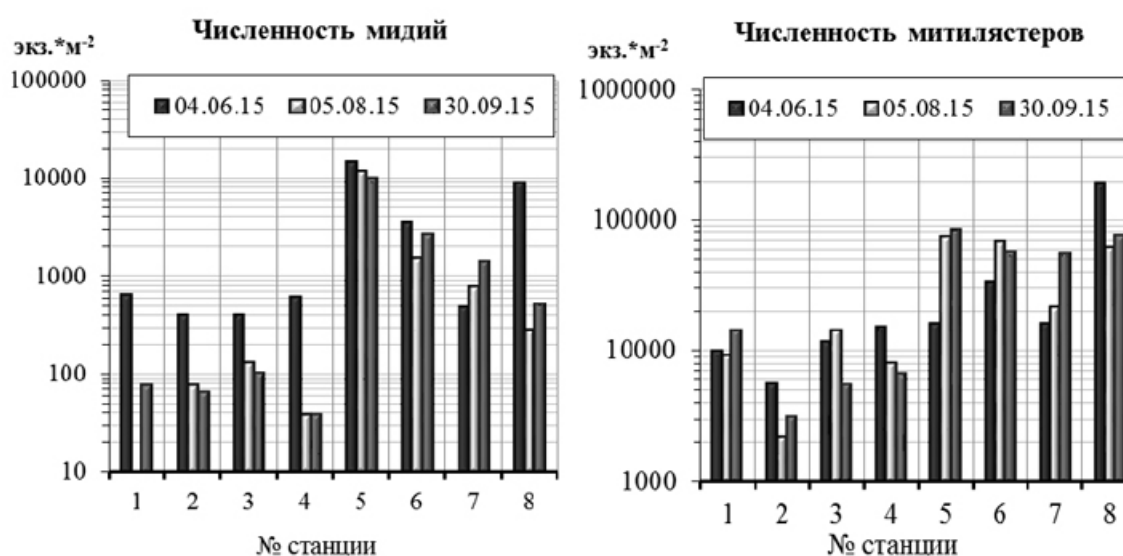


Рис. 2. Численность митилидных моллюсков (экз.·м⁻²) на гидротехнических сооружениях рекреационных акваторий Севастополя

Если говорить о тенденции изменения численности моллюсков во времени, то на большей части станций максимальные значения этого показателя для мидий были до начала рекреационного сезона. При этом доля молоди, длиной менее 1 см, в этот период несколько выше, чем летом и в начале осени. То есть повышенные показатели численности формируются в основном за счёт осевшей в весенний период молоди.

Численность митилястера изменяется не так однозначно, максимальные значения в конце весны были лишь на 3-х станциях из 8-ми. Это может объясняться тем, что пик оседания митилястера в Севастопольском регионе приходится на август [8]. Данное явление демонстрирует повышение численности исследуемых видов в августе-сентябре относительно июньских значений. Также следует отметить, что в августе в пробе из б. Песочной 2/3 моллюсков были мёртвыми, а створки были заполнены песком. Некоторые организмы погибли недавно, и в раковинах были полуразложившиеся мягкие ткани. Большое количество отмерших моллюсков было и на пляже м. Хрустальный. При этом такая массовая гибель моллюсков в б. Песочной привела к весоному снижению их численности относительно июньских показателей, а на м. Хрустальном этот эффект был не столь выраженным. Таким образом, на всех исследованных сооружениях численно доминировал митилястер.

Биомасса мидий в период исследований колебалась в широких пределах (рис. 3). Наименьшие показатели были порядка 5–10 г·м⁻² и отмечены в б. Круглой и Парке Победы. Наибольшие показатели численности мидий выявлены на пляже м. Хрустальный, где они достигали 5516 г·м⁻².

Биомасса митилястеров колебалась не так существенно, и находилась в пределах одного порядка, за исключением коллектора пляжа Песочный в конце весны, когда данный показатель превышал 18000 г·м⁻², а после летней гибели моллюсков снизился до 2074 г·м⁻².

Для мидий в весенний период отмечены более высокие показатели биомассы, чем при последующих съёмках. Изменение данного показателя для митилястеров во времени не имело четкой тенденции.

Размерная структура мидий и митилястеров изменялась как от станции к станции, так и во времени (рис. 4). Диапазон размеров мидий до начала сезона был от 1 до 70 мм, а в дальнейшем моллюски, длиннее 50 мм, не встречались. При этом на бунах б. Круглой и П. Победы мидии в весенний период не превосходили 40 мм, а в дальнейшем – 30 мм. Основная доля приходилась на особи, длиной до 20 мм. Наличие в пробах только сеголеток может быть связано с тем, что летом вода в б. Круглой из-за её незначительной глубины существенно прогревается. Это, вероятно, и ведёт к массовой гибели мидий в летний период [9]. На м. Хрустальный и б. Песочной эти моллюски были крупнее. На коллекторе до сезона длина организмов была 1 – 40 мм, а потом доходила до 50-ми.

В целом размерный состав мидий говорит о незначительной продолжительности их жизни, что характерно для данного горизонта. А размерная структура поселений определяется ритмами оседания и выживаемостью годовиков [4].

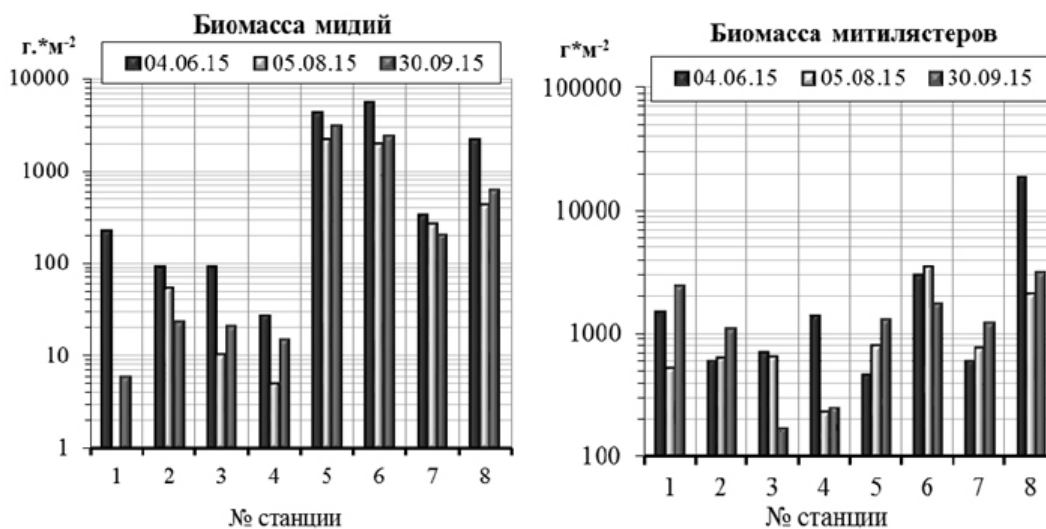


Рис. 3. Биомасса митилидных моллюсков (г·м⁻²) на гидротехнических сооружениях рекреационных акваторий Севастополя

Для митилястеров отмечено обратное явление: наибольшая доля крупных особей была в б. Круглой. На остальных объектах митилястеры, длиннее 20 мм, практически отсутствовали. На большинстве станций доля мелких организмов от весны к осени увеличивалась. Исключение также составила б. Круглая.

Таким образом, представляется, что мелководная и эвтрофированная б. Круглая, где не отмечено обильных поселений мидий, создаёт достаточно благоприятные условия для обитания митилястеров. Данные моллюски, судя по размерам, имеют продолжительность жизни, превышающую один год. При этом, данный вид также не достигает там высоких показателей численности и биомассы.

Наиболее благоприятными для образования обильных поселений митилидных моллюсков являются набережная в р-не м. Хрустальный, а также труба канализационного коллектора в б. Песочной. Там, несмотря на массовую гибель моллюсков в летний период и вылов относительно крупных экземпляров отдыхающими, формируются поселения с высокими показателями численности и биомассы. Также там отмечена наибольшая продолжительность жизни мидий (судя по размерам). Митилястеры наибольших размеров достигают в условиях б. Круглой. Обычно длина этих моллюсков превышает 20 мм в возрасте более 3-х лет [4]. Митилястеры, в отличие от мидий, более устойчивы к высоким температурам [10], что позволяет им образовывать многочисленные поселения в мелководных заливах. Некоторые авторы также считают, что деградация поселений мидий на берегоукрепительных сооружениях, приводящая к заселению поверхностей митилястерами, может являться в том числе прямым следствием общего снижения биологического потенциала маточного стада моллюсков в донных биоценозах шельфа этого региона Чёрного моря, в результате заморов и усилившейся эвтрофикации [11].

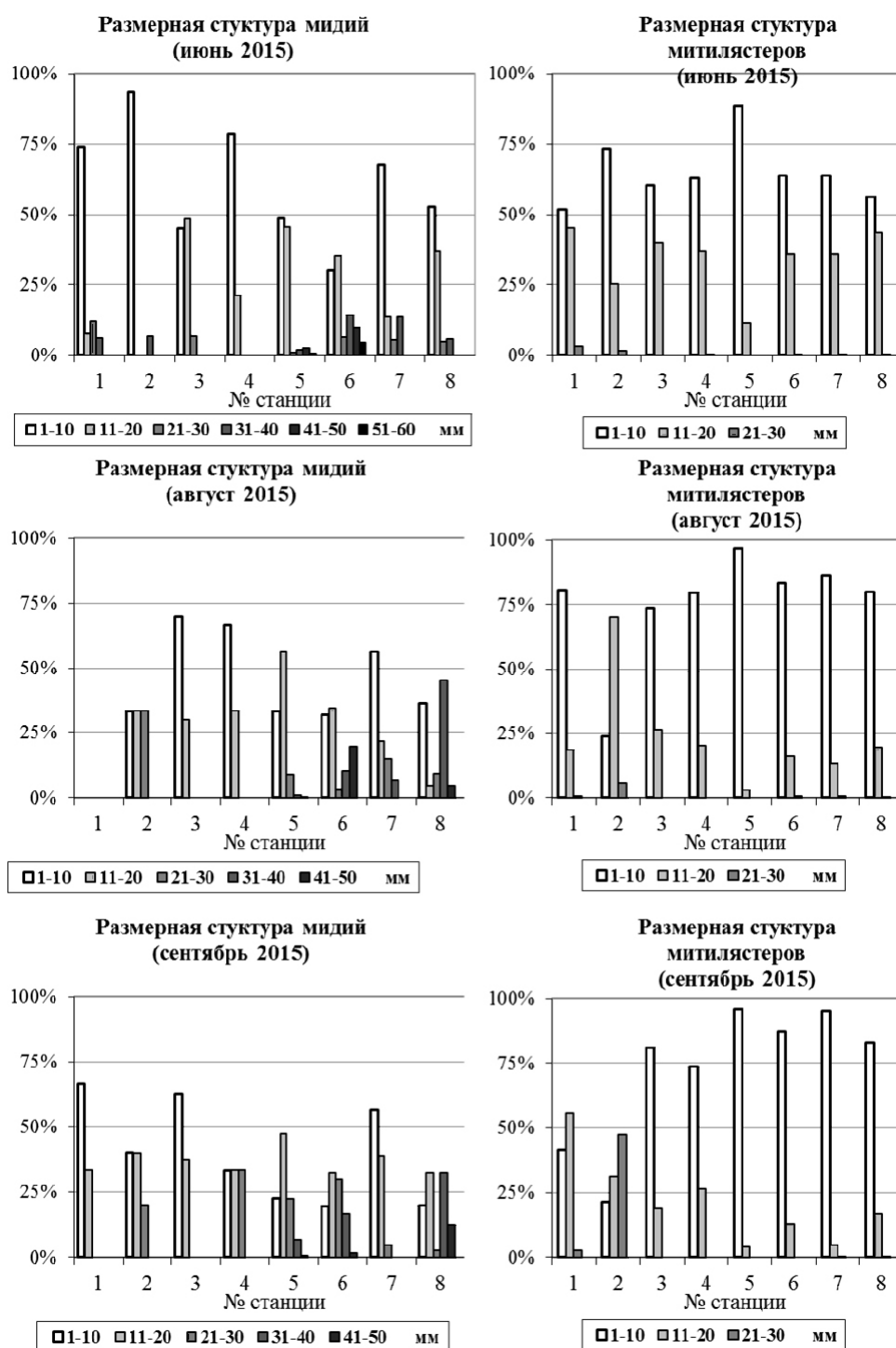


Рис. 4. Размерная структура митилидных моллюсков на гидротехнических сооружениях рекреационных акваторий Севастополя

По данным о численности и биомассе митилидных моллюсков различные станции отбора проб визуально группировались в те, где отмечены невысокие показатели обилия моллюсков, и те, где данные характеристики достигали существенных значений. Для определения достоверности такого рода группировки и её статистической значимости была проведена кластеризация станций отбора проб по нормализованным показателями численности и биомассы мидий и митилястеров (рис. 5). В результате анализа дендрограммы можно выделить группу станций 1–4, у которой наблюдается существенное сходство в обилии мидий и митилястеров. Как раз эта группа станций и выделялась на

диаграммах с численностью и биомассой моллюсков минимальными показателями данных параметров. Это сооружения, расположенные в районе пляжа б. Круглой и Парка Победы. Оба района отличаются крайне высокой рекреационной нагрузкой, при этом ст. 3–4 расположены на открытом участке побережья, подверженном волновому воздействию. Бухта Круглая является полузамкнутым водоёмом и доступна лишь штормам северных румбов. Остальные станции не имеют достоверного сходства и не образуют каких-либо кластеров. Наименьшее сходство с остальными имела ст. 8, где отбор материала проводился на металлической трубе коллектора, а отличие от бетонных конструкций других пляжей. Различие субстратов может служить одним из объяснений данного явления. Данный факт описан для различных участков Мирового океана [12]. При этом многими исследователями бетон признаётся как наиболее биопозитивный материал, позволяющий успешно развиваться сообществу обрастания [1; 12; 13]. Ещё одним фактором, определяющим данное различие, может быть неодинаковое положение поверхностей относительно горизонта [14; 15].

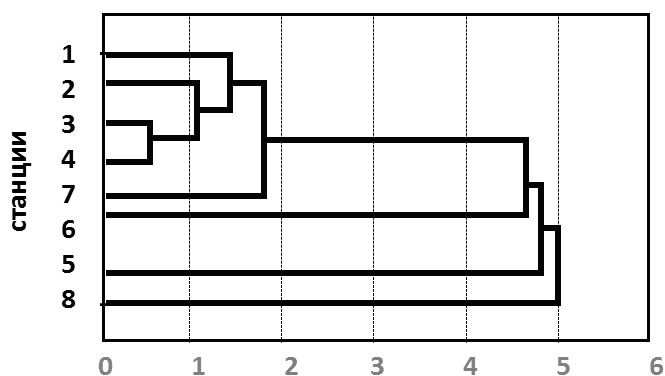


Рис. 5. Дендрограмма классификации станций отбора проб по совокупности показателей обилия мидий и митилястеров

Особенности оседания моллюсков на объекты с различной пространственной ориентацией наглядно показывает большое различие между станциями 5, 6 и 7, расположенными на одном и том же гидротехническом сооружении, грани которого имеют неодинаковое расположение относительно частей света. Это, возможно, и объясняет такие различия. Так, на ст. 7, обращённой к выходу из Севастопольской бухты (северо-запад), обнаружены минимальные для данного сооружения показатели обилия митилид. Максимальные численность и биомасса моллюсков в пределах м. Хрустальный были на ст. 5, обращённой на восток. Оседание личинок митилидных моллюсков, особенно в поверхностном горизонте, зачастую связывают с преобладающим направлением ветров, приносящих спат, что повышает обилие их поселений. В литературе указывается, что оброст искусственных конструкций интенсивен на восточной и отчасти на северных сторонах антропогенных субстратов [10]. Это, очевидно, обусловлено вращением Земли (силой Кориолиса) и преобладанием в Чёрном море северо-восточных ветров, перемещающих споры и личинок [16]. Данный факт должен приниматься во внимание при проектировании биопозитивных гидротехнических конструкций.

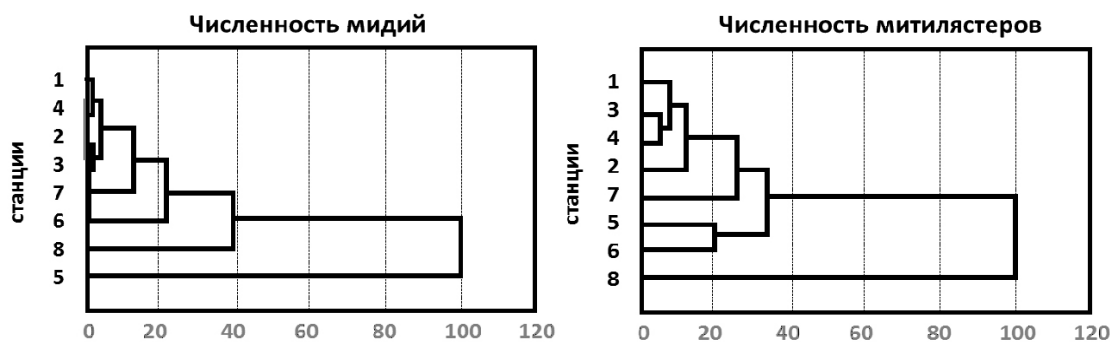


Рис. 6. Дендрограммы классификации станций отбора проб по численности митилидных моллюсков

Если попытаться классифицировать гидротехнические сооружения не по совокупности признаков, а отдельно по численности (рис. 6) и биомассе (рис. 7) отдельных видов, то для мидий группа станций 1–4 имеет весомое сходство. А мидиевое обрастание на ст. 5, расположение которой обсуждалось выше, существенно отличается по показателям численности и биомассы от остальных исследуемых участков. Для митилястеров также отмечено сходство ст. 1–4 и существенное отличие ст.8, представляющей собой металлическую трубу канализационного коллектора от других. Таким образом, видно, ряд экологических факторов в разной мере влияют на показатели обилия исследуемых видов митилидных моллюсков. В первом случае, это, вероятно, ориентация субстрата относительно частей света, а во втором – материал и положение объекта относительно горизонта.

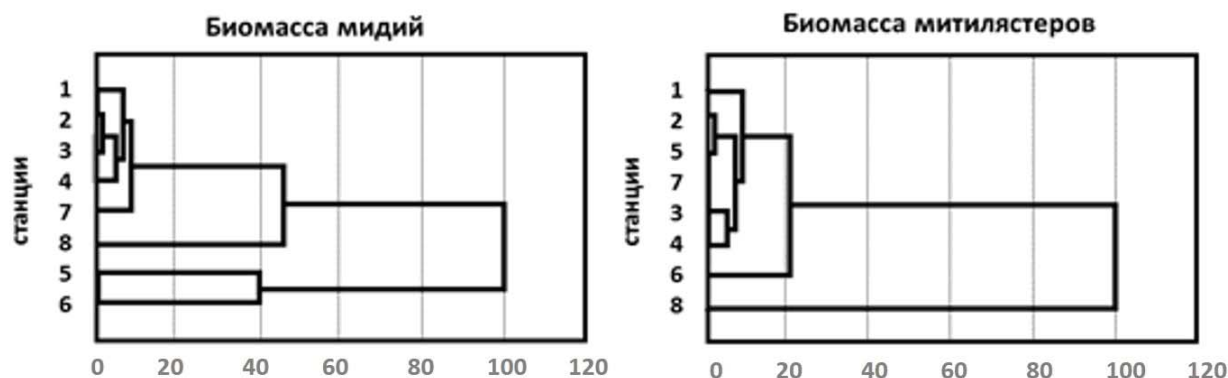


Рис. 7. Дендрограммы классификации станций отбора проб по биомассе митилидных моллюсков

Участие обрастания гидротехнических сооружений в формировании санитарно-биологических условий акватории во многом определяется мощностью биофильтра, функционирующего на его поверхности, которая является функцией биомассы моллюсков-фильтраторов [4], обитающих на конструкции. Однако для оценки этой величины удобнее использовать информацию о средней скорости фильтрации моллюсков различных размерных групп и численность указанных групп, как это делалось ранее [17]. Для расчёта также принимается, что моллюски фильтруют 18 часов в сутки [5]. Данные о скорости фильтрации мидиями взяты по [5], фильтрационная способность митилястеров рассчитана на основании [6].

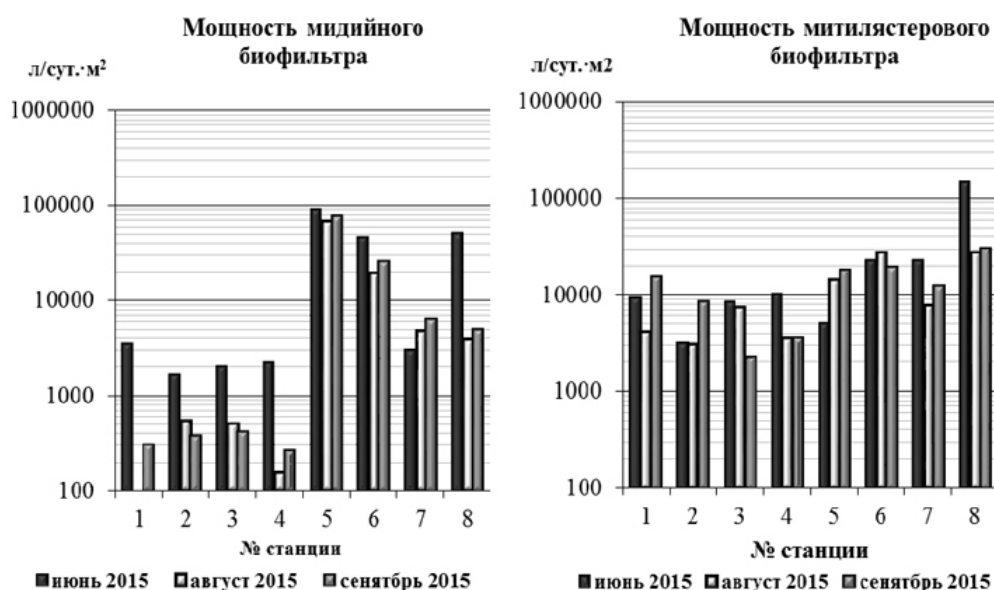


Рис. 8. Мощность естественного митилидного биофильтра (л/сут. · м²) на гидротехнических сооружениях рекреационных акваторий Севастополя

Мощность естественного биофильтра, создаваемого мидиями, колебалась на различных объектах в течение сезона от 0 до 88685 л/сут. · м² (рис. 8). Для митилястеров данный показатель находился

в диапазоне 2316 до 148088 л/сут.·м². На большей части станций на фильтрационную работу митилястеров приходилась основная фильтрационная деятельность митилидных поселений. Исключение составила набережная в районе пляжа Хрустальный, где, благодаря наличию более крупных мидий, большой объём фильтруемой воды приходился на последних.

Как видно из рис. 7, расчётная фильтрационная работа мидий в течение летнего сезона снижалась, что было связано с изменением численности и размерной структуры мидиевых поселений.

В условиях пляжных акваторий на поверхности гидротехнических сооружений образуется мощный биофильтр, способный существенно снижать уровни органического загрязнения акватории [10; 18] и извлекать из воды бактериальную взвесь [19]. Фильтрация, совершаемая моллюсками, имеет важное санитарное значение в периоды максимальной рекреационной нагрузки. Рассчитанная нами мощность биофильтра, а также её изменение на протяжении курортного сезона является как следствием естественных процессов внутригодовой трансформации сообщества обрастания, так и его изменения под влиянием антропогенной нагрузки. К основному виду антропогенного воздействия можно отнести сбор относительно крупных мидий, существенно сокращающий фильтрационный потенциал поселения. Также немаловажным фактором является снижение фильтрационной активности моллюсков при повышении температуры воды выше 22 °С [20]. Повышение температуры может вызывать сокращение фильтрационной работы вплоть до полной остановки фильтрации мидиями, что влечёт за собой при температурах 25–28 °С необратимые деструктивные изменения в организме животных [21]. Таким образом, совокупность природных и антропогенных явлений, скорее всего, в летний период приводят к некоторому снижению фильтрационного потенциала поселений митилидных моллюсков на гидротехнических сооружениях мелководных прибрежных участков моря.

Выводы

1. Численность и биомасса моллюсков *Mytilus galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel. на гидротехнических сооружениях рекреационных акваторий севастопольского побережья колебались в широких пределах. Обилие мидий составляло 65 до 14727 экз./м², митилястеров – от 2227 до 193385 экз./м². Для основного числа станций максимальная численность мидий отмечена в июне, в начале рекреационного сезона. Для митилястера, напротив, в июне были минимальные значения этого показателя. Данные факты связаны с ритмами оседания молоди указанных видов.

2. Биомасса мидий колебалась от 5 – 10 г/м² до 5516 г/м², митилястеров – от 171 до 18322 г/м². Для мидии в весенний период отмечены более высокие показатели биомассы, чем при последующих съёмках. Изменение данной характеристики поселений митилястеров во времени не имело чёткой тенденции.

3. Диапазон размеров мидий до начала сезона был от 1 до 70 мм, а в дальнейшем моллюски, длиннее 50 мм, не встречались. Размерный состав мидий говорит о незначительной продолжительности их жизни, что характерно для данного горизонта. Для митилястеров отмечены размерные группы от 1 до 30 мм. На большинстве станций не встречались особи крупнее 20 мм, за исключением б. Круглой, где создаются благоприятные условия для выживания данного вида и возраст моллюсков превышает 1 год.

4. В последние годы более толерантный ко многим факторам среды митилястер, в условиях массовой элиминации мидии на твёрдых субстратах крымского побережья, замещает собой данный вид, образуя достаточно обильные поселения. Попытка сгруппировать станции показала, что наибольшее сходство имеют бетонные буны, находящиеся в районах с различными гидродинамическими условиями, которые зачастую являются ведущим фактором в формировании и функционировании митилидного обрастания в поверхностном горизонте. Таким образом, их сходство связано с комплексом факторов, оценка которого является более сложной задачей, нежели та, которую можно решить на данном этапе. Наибольшее отличие выражено для станции, на которой отличным был материал, из которого создано сооружение и его пространственная ориентация. Металлический коллектор, расположенный горизонтально, имел более высокие показатели обилия митилид, нежели вертикальные стенки.

5. Мощность естественного биофильтра, создаваемого мидиями, колебалась на различных объектах в течение сезона от 0 до 88685 л/сут.·м². Для митилястеров данный показатель находился в диапазоне 2316 до 148088 л/сут.·м². На большей части станций на фильтрационную работу митилястеров приходилась основная фильтрационная работа митилидных поселений. Рассчитанное изменение мощности биофильтра на протяжении курортного сезона является как следствием естественных процессов внутригодовой трансформации сообщества обрастания, так и, вероятно, результатом антропогенной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров Б.Г. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Чёрного моря: автореф. дисс. ... докт. биол. наук: Севастополь, 2002. 36 с.
2. Соловьёва О.В. Потоки нефтяных углеводородов через поселение мидий, обитающих на южном молу Севастопольские бухты (Чёрное море) // Морск. экол. журн. 2007. № 4. С. 61-68.
3. Ковардаков С.А., Празукин А.В. Структурно-функциональные характеристики донного фитоценоза бухты Круглой (Севастополь) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2012. Вып. 7. С. 138-48.
4. Митилиды Чёрного моря / В.Е. Заика, Н.А. Валовая, А.С. Повчун и др. Киев: Наук. думка, 1990. 208 с.
5. Миронов Г.Н. Фильтрационная работа и питание мидий Черного моря // Тр. Севастоп. биол. станции. 1948. № 6. С. 338-352.
6. Петров А.Н., Ревков Н.К. Изучение респираторной и фильтрационной активностей у двух видов моллюсков в зависимости от экологических особенностей мест обитания // Проблемы современной биологии / МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет. М., 1987. С. 48-50. Деп. в ВИНТИ, май 1987. № 66252-В 87.
7. StatSoft, Inc. (2012). Электронный учебник по статистике. М., StatSoft. URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (дата обращения 05.05.2017).
8. Мурина Г.В. Роль двустворчатых моллюсков в меропланктоне крымского побережья // Моллюски. Проблемы систематики, экологии и филогении. Авторефераты докладов. СПб., 2000. С. 95-96.
9. Говорин И.А., Шацилло Е.И. Перифитонные поселения мидий *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) и митилястера *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) в условиях аномально высокой температуры прибрежных морских вод // Ruthenica. 2012. Vol. 22., N 2. С. 101-110.
10. Bergström Per. Blue Oceans with Blue Mussels – Management and planning of mussel farming in coastal ecosystems // Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. University of Gothenburg, Department of Biological and Environmental Sciences, 2014. 58 p.
11. Шурова Н.М., Варигин А.Ю., Стадниченко С.В. Изменения популяционных характеристик черноморской мидии в условиях эвтрофирования и гипоксии морских прибрежных вод // Экология моря. 2004. Вып. 65. С. 94-99.
12. Figley B. Marine Life Colonization of Experimental Reef Habitat in Temperate Ocean Waters of New Jersey/ New Jersey Department of Environmental Protection Division of Fish and Wildlife Bureau of Marine Fisheries, January, 2003. 64 p. URL: <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/16675/pdf/1/> (дата обращения 05.05.2017).
13. Fitzharding R.C., Bailey-Rock J.H. Colonization of artificial reef materials by corals and other sessile organisms // Bull. Mar. Sci. 1989. Vol. 44, N 2. P. 567-579.
14. Ravano D., Relini G. Insediamento su pannelli attossici immersi nella Rada di Vado Ligure (Savona). 1. Molluschi // Publ. Staz. Zool. Napoli. 1970. Vol. 38. Suppl. 1. P. 52-70.
15. Tursi A., Matarrese A. Fenomeni d insediamento in *Styela plicata* (Les.) (Tunicata) 11 Mem. Biol. Mar. a Oceanogr. 1981. Vol. 11, N 3. P. 117-130.
16. Лебедев Е.М., Ильин И.Н. Методы исследований морского и океанического обрастания // Обрастание и биоповреждения: Экологические проблемы. М., Наука, 1992. С. 65-76.
17. Соловьёва О.В. Влияние гидротехнических сооружений на процессы самоочищения в прибрежной зоне Чёрного моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь, 2008. 22 с.
18. Biomanipulation as a Restoration Tool to Combat Eutrophication: Recent Advances and Future Challenges / Erik Jeppesen, Martin Søndergaard, Torben L. Lauridsen and oth. // Advances in Ecological Research. 2012. Vol. 47. P. 411-488.
19. Говорин И.А. Роль мидий из обрастания берегозащитных гидротехнических сооружений в формировании микробиологических характеристик морской среды пляжных акваторий // Гидробиологический журн. 2006. Т. 42, № 3. С. 41-50.
20. Печень-Финенко Г.А. Скорость фильтрации воды *Mytilus galloprovincialis* Lam. как функция массы тела и температуры // Экология моря. 1987. Вып. 25. С. 54-62.
21. Cracium C. Effect of high temperatures on the ultrastructure of Leydig cells in *Mytilus galloprovincialis* // Marine Biology. 1980. Vol. 60. P. 73-79.

Поступила в редакцию 05.06.17

O. V. Solovyova

**NATURAL BIOFILTER OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES OF THE CRIMEAN COAST
IN THE RECREATIONAL PERIOD**

The hydraulic structures in the coastal water areas are substrates for the powerful biofilters formation. The dynamics of the *Mytilus Galloprovincialis* Lam. and *Mytilaster lineatus* Gmel. settlements on hydraulic structures in recreational water areas during the holiday season was assessed. The abundance and biomass of studied mollusks on the

hydrotechnical structures of the Crimean coast (Sevastopol region) varied widely. On the most of the stations, the maximum number of mussels was recorded in June, at the beginning of the recreational season. For the mytilasters - on the contrary, in June there were minimal values of this figure. These facts are related to the rhythms of the juvenile mollusks settling. For the mussels higher biomass values than in subsequent surveys were noted in the spring period. Its change for the mytilasters did not have a clear tendency in time. The size structure of the mussels indicates an insignificant duration of their life, which is typical for this horizon. The size structure of settlements in this case is defined by the rhythms of subsidence and the survival of yearlings, and by the unequal elimination of mollusks by waves. In recent years the mytilaster, which is more tolerant to many environmental factors, in the conditions of mass extinction of the mussel on the solid substrata of the Crimean coast, replaces this species, forming quite abundant settlements. On the most of the stations, the filtration work of the mytilasters form the main filtration work of mytilidae settlements. The calculated change of the biofilter capacity during the holiday season is both a consequence of the natural processes of the intra-annual transformation of the fouling community, and, probably, the result of anthropogenic impact.

Keywords: mussel, mytilaster, hydrotechnical structures, biofilter, recreational water areas, the Black Sea.

REFERENCE

1. Aleksandrov B.G. [Hydrobiological basis for managing the state of coastal ecosystems of the Black Sea], Abstract of diss. Dr. Biol. sci., Sevastopolj, 2002, 36 p. (in Russ.).
2. Solov'jova O.V. [Flows of oil hydrocarbons through the settlement of mussels, inhabiting the southern breakwater Se-Vastopol Bay (Black Sea)], in *Morsk. ekol. zhurn.*, 2007, no 4, pp. 61-68 (in Russ.).
3. Kovardakov S.A. and Prazukin A.V. [Structural and functional characteristics of the bottom phytocenosis of the Krugloy Bay (Sevastopol)], in *Ekosistemy, ih optimizacija i ohrana*, 2012, iss. 7, pp. 138-148 (in Russ.).
4. *Mitilidy Chjornogo morja* [Mitilids of the Black Sea], / Zaika V.E., Valovaja N.A., Povchun A.S. i dr., Kiev: Nauk. dumka, 1990, 208 p. (in Russ.).
5. Mironov G.N. [Filtering work and nutrition of the mussels of the Black Sea], in *Tr. Sevastop. biol. stancii*, 1948, no 6, pp. 338-352 (in Russ.).
6. Petrov A.N., Revkov N.K. [Study of respiratory and filtration activities in two species of mollusks depending on ecological features of habitats], in *Problemy sovremennoj biologii / MGU im. M. V. Lomonosova*, biologicheskij fakul'tet. M., 1987, pp. 48-50. Dep. v VINITI, maj 1987, no. 66252 - V 87 (in Russ.).
7. StatSoft, Inc. (2012). *Elektronnyj uchebnyj po statistike* [StatSoft, Inc. (2012). Electronic textbook on statistics], Moskva, StatSoft. URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (accessed: 05.05.2017) (in Russ.).
8. Murina G.V. [The role of bivalve mollusks in the meroplankton of the Crimean coast], in *Molljuski. Problemy sistematiki, ekologii i filogenii*, Avtoreferaty dokladov, SPb, 2000, pp. 95-96 (in Russ.).
9. Govorin I.A. and Shacillo E.I. [Perifiton settlements of the mussels *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) and the *Mytilaster lineatus* mitilaster (Gmelin, 1791) under the abnormally high temperature of coastal sea waters], in *Ruthenica*, 2012, vol. 22., no 2, pp. 101-110 (in Russ.).
10. Bergström Per. Blue Oceans with Blue Mussels – Management and planning of mussel farming in coastal ecosystems, in *Thesis for the degree of Doctor of Philosophy*, University of Gothenburg, Department of Biological and Environmental Sciences, 2014, 58 p.
11. Shurova N.M., Varigin A.Ju. and Stadnichenko S.V. [Changes in the population characteristics of the Black Sea mussel in conditions of eutrophication and hypoxia of marine coastal waters], in *Ekologija morja*, 2004, iss. 65, pp. 94–99 (in Russ.).
12. Figley B. Marine Life Colonization of Experimental Reef Habitat in Temperate Ocean Waters of New Jersey/ New Jersey Department of Environmental Protection Division of Fish and Wildlife Bureau of Marine Fisheries, January, 2003, 64 p. URL: <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/16675/pdf/1/> (accessed: 05.05.2017)
13. Fitzharding R.C. and Bailey-Rock J.H. Colonization of artificial reef materials by corals and other sessile organisms, in *Bull. Mar. Sci.*, 1989, vol. 44, no 2, pp. 567-579.
14. Ravano D. and Relini G. Insedimento su pannelli attossici immersi nella Rada di Vado Ligure (Savona). 1. Molluschi, in *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 1970, vol. 38, Suppl. 1, pp. 52-70.
15. Tursi A. and Matarrese A. Fenomeni d insediamento in *Styela plicata* (Les.) (Tunicata) 11 Mem. Biol. Mar. a Oceanogr., 1981, vol. 11, no 3, pp. 117-130.
16. Lebedev E.M., Il'in I.N. [Methods of marine and oceanic fouling research], in *Obrastanie i biopovrezhdenija: Ekologicheskie problemy*, M., Nauka, 1992, pp. 65-76 (in Russ.).
17. Solov'jova O.V. [The influence of hydraulic structures on the processes of self-purification in the coastal zone of the Black Sea], Abstract of diss. Cand. Biol. sci., Sevastopolj, 2008, 22 p. (in Russ.).
18. Biomaniplulation as a Restoration Tool to Combat Eutrophication: Recent Advances and Future Challenges / Erik Jeppesen, Martin Søndergaard, Torben L. Lauridsen and oth., in *Advances in Ecological Research*, 2012, vol. 47, pp. 411-488.

19. Govorin I.A. [The role of mussels from the fouling of coastal hydrotechnical structures in the formation of microbiological characteristics of the marine environment of beach water areas], in *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 2006, vol. 42, no 3, pp. 41-50 (in Russ.).
20. Pechen'j-Finenko G.A. [Water filtration rate *Mytilus galloprovincialis* Lam. as a function of body weight and temperature], in *Ekologija morja*, 1987, iss. 25, pp. 54-62 (in Russ.).
21. Cracium C. Effect of high temperatures on the ultrastructure of Leydig cells in *Mytilus galloprovincialis*, in *Marine Biology*, 1980, iss. 60, pp. 73-79.

Соловьёва Ольга Викторовна,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
отдела морской санитарной гидробиологии

Институт морских биологических исследований имени
А.О. Ковалевского РАН
299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2
E-mail: kozl_ya_oly@mail.ru

Solovyova O.V.,
Candidate of Biology, senior researcher
at Department of marine sanitary hydrobiology

A.O. Kovalevsky Institute
of Marine Biological Research of RAS
Nakhimova ave. 2, Sevastopol, Russia, 299011
E-mail: kozl_ya_oly@mail.ru