

УДК 574.635:564.124:665.7(262.5)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПОСЕЛЕНИЙ МИТИЛИД НА РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТАХ
(НА ПРИМЕРЕ СЕВАСТОПОЛЬСКИХ БУХТ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

О.В. Соловьёва, Е.А. Тихонова, Е.В. Гусева

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,
Севастополь

На основании количественных характеристик поселений моллюсков-фильтраторов *Mytilus galloprovincialis* и *Mytilaster lineatus*, обитающих на различных субстратах, оценён их вклад в процессы самоочищения портовых акваторий от нефтяного загрязнения с точки зрения их участия в энергетических процессах. Были исследованы митилиды антропогенных субстратов и донных осадков акватории Севастополя; проанализированы IFA индексы этих видов, показавшие их существенную роль в трансформации вещества и энергии в прибрежной зоне моря.

Ключевые слова: моллюски-фильтраторы, *Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*, самоочищение, индекс функционального обилия, гидротехнические сооружения, донные осадки.

Введение. Моллюски-фильтраторы, обитающие в прибрежных акваториях, участвуют в естественном самоочищении морской воды, в том числе, от нефтяных углеводородов (НУ). Фильтраторы черноморского побережья Крыма наиболее массово представлены митилидами *Mytilus galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel. Эти виды, благодаря своей высокой экологической валентности и пластичности, активно заселяют как рыхлые, так и твёрдые, в том числе антропогенные, субстраты в портовых акваториях. Они могут создавать мощные биофильтры, способные влиять на санитарное состояние прибрежных вод.

Роль моллюсков в процессе самоочищения рассчитывается по фильтрационной активности каждого вида и мощности формируемых биофильтров. Однако возможен и другой подход, с использованием более универсального показателя – потока энергии, проходящего через популяцию. Это позволяет корректно сравнивать вклад отдельных популяций фильтраторов в обменные процессы (Одум, 1975; Мальцев, 1990) и самоочищение морской воды в разных портовых акваториях.

Целью работы стало сравнение вклада популяций моллюсков-фильтраторов *M. galloprovincialis* и *M. lineatus*, обитающих на различных субстратах, в процессы самоочищения в портовых

акваториях от нефтяного загрязнения с точки зрения их участия в энергетических процессах.

Методика. Материалом исследования послужили пробы митилидного обрастания, собранные на гидротехнических сооружениях Севастопольского побережья в 2004 – 2008 гг.: (I) с поверхности бетонных тетраподов и набросок мраморовидного известняка южного мола Севастопольской бухты, (II) с бетонной поверхности восточного мола Камышовой бухты и (III) с подводной части бетонной набережной Севастопольской бухты на участке между мысами Николаевским и Хрустальным (рис. 1а).

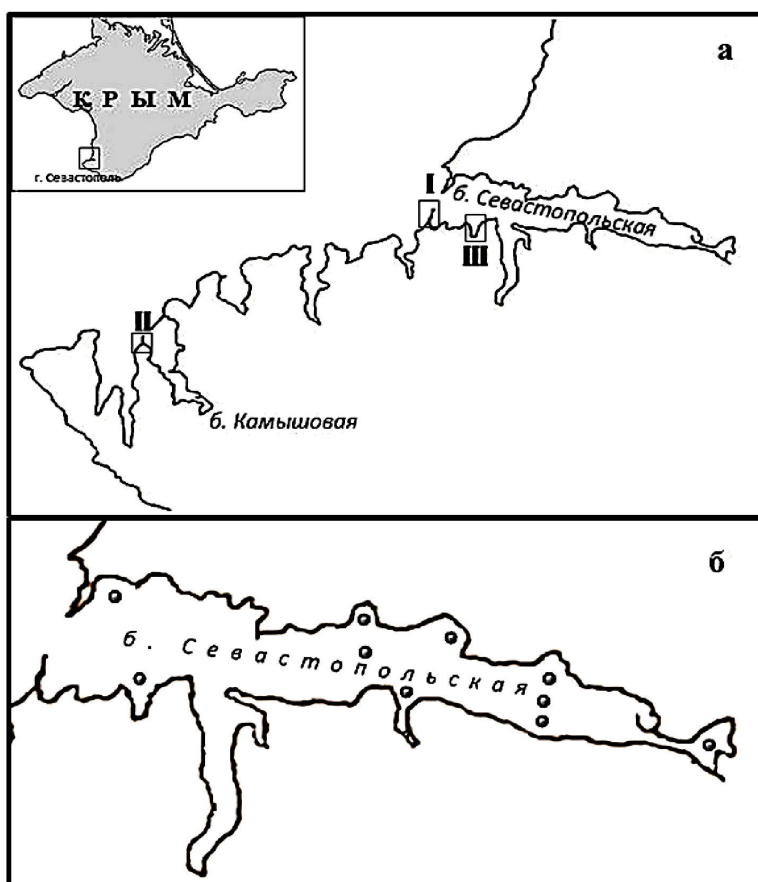


Рис. 1. Схема районов и станций отбора проб:
а – с гидротехнических сооружений, б – из донных осадков

На молах материал собирался водолазами; с бетонных поверхностей пробы брались с площади 25×25 см, с каменной наброски – со всей доступной для заселения митилидами поверхности. Отобрано 25 проб с камней: 23 – с тетраподов и 48 – с бетонных блоков. С

бетонной набережной пробы отбирались ручным скребком с глубины 0,5 – 1 м с площади 0,2 м²; всего отобрано 140 проб. В ходе разбора проб в лаборатории подсчитывали численность моллюсков, измеряли (линейные размеры) и взвешивали на технических весах (точность 0,1 г); численность и биомассу пересчитывали на 1 м² поверхности. Параллельно с отбором обрастания с поверхности южного и восточного моллов отбирались пробы илистых образований. Были получены также данные о содержании НУ в перифитоне на поверхности моллов (Миронов и др., 2007).

В Севастопольской бухте пробы бентосных моллюсков и донных осадков отбирались в 2006 г. на 10 станциях с глубин от 7 до 17 м (рис. 1б); в пробах определяли численность и биомассу данных видов. Методом инфракрасной спектроскопии на ФСМ-1201 в донных осадках измеряли концентрацию НУ в стандартно подготовленных пробах (Методические указания..., 1996). Данные о содержании НУ в перифитоне гидротехнических сооружений получены одновременно с отбором проб обрастания с их поверхности (Миронов и др., 2007). Концентрации НУ были в пределах от 1,0 до 4,3 мг/100 г на южном молу, и от 1,0 до 1,5 мг/100 г – на восточном.

Для статистической обработки данных использовали корреляционный анализ. Для сравнения энергетического вклада популяций мидий и митилястеров на различных субстратах

$$IFA_i = N_s^{0,25} \cdot B_i^{0,75}$$

использовали индекс функционального обилия *IFA*, который рассчитывается по формуле (Мальцев, 1990):

где B_i и N_i - биомасса и численность i -го таксона (г/м² и экз./м² соответственно).

Результаты и обсуждение. Получены данные о численности и биомассе мидий и митилястеров на указанных субстратах (рис. 2). На твёрдых субстратах оба вида митилид встречались на всех станциях отбора проб; в рыхлых грунтах мидии найдены только на трёх станциях из десяти, а митилястеры – на шести. На бетонных сооружениях биомасса мидий максимальна на тетраподах южного мола, минимальна – на мраморовидной наброске. Биомасса митилястеров распределялась сходным образом, но показатели максимума и минимума отличались не так существенно, как у мидий. Наибольшие показатели численности митилидных моллюсков отмечены на поверхности подводной части набережной Севастопольской бухты, наименьшие – на каменной наброске мола Севастопольской бухты.

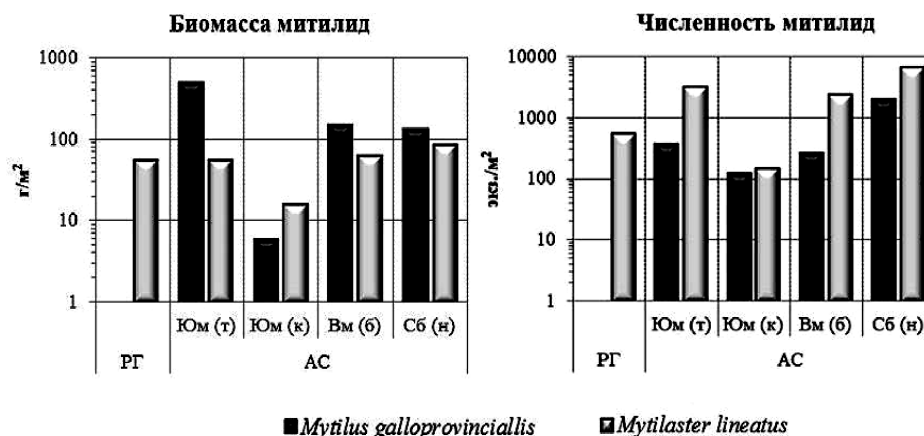
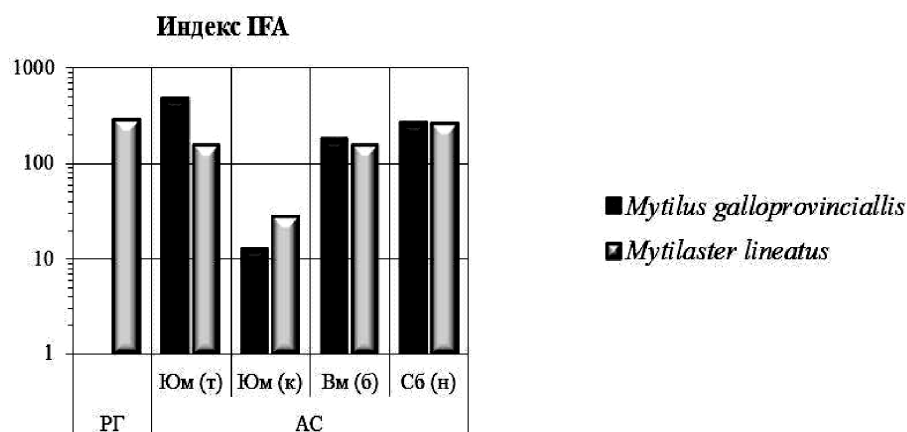


Рис. 2. Биомасса и численность митилид. РГ – рыхлые грунты; АС – антропогенные сооружения: Юм(т) – Южный мол, тетраподы, Юм(к) – Южный мол, наброска мраморовидного известняка (камни), Вм(б) – восточный мол, бетонная стенка, Сб(н) – Севастопольская бухта, бетонная набережная

Сравнение показателей численности и биомассы митилид на рыхлых и разнородных твёрдых субстратах показало, что они возрастают от каменной наброски к донным отложениям и становятся максимальными на бетонных поверхностях.

Для пространственного распределения популяций моллюсков-фильтраторов характерна пятнистость, что выражается в широком размахе показателей по численности и биомассе. Нивелировать этот разброс позволяет индекс функционального обилия, который даёт энергетическую характеристику исследуемых гидробионтов и оценивает их роль в обменных процессах, в том числе и в процессах самоочищения. Рассчитанные индексы *IFA* для митилид, обитающих на рыхлых грунтах и гидротехнических сооружениях, приведены на рис. 3. Высокие значения индекса *IFA* для популяций фильтраторов, обитающих на гидротехнических сооружениях, свидетельствуют о значительном вкладе искусственных субстратов в увеличение эффективности процессов потребления и переработки вещества в прибрежных акваториях. На рыхлых грунтах этот индекс существенно ниже, как и на каменной наброске.



Р и с. 3. Индекс *IFA*. РГ – рыхлые грунты; АС – антропогенные сооружения:
 Юм(т) – Южный мол, тетраподы, Юм(к) – Южный мол, наброска мраморовидного известняка (камни), Вм(б) – восточный мол, бетонная стенка, Сб(н) – Севастопольская бухта, бетонная набережная

Индексы *IFA* для митилястеров и для мидий находятся в пределах одних и тех же порядков величин для каждого из типов субстрата, за исключением рыхлых грунтов, где вклад митилястеров в процессы трансформации вещества и энергии оказывается значительнее, чем мидий. Это даёт основания рекомендовать учитывать данный вид в дальнейших санитарно-биологических исследованиях наравне с мидиями, роль которых в самоочищении неоспорима.

Как говорилось выше, основным загрязнителем прибрежных акваторий являются нефть и нефтепродукты. Эти вещества находятся как в воде, донных осадках, перифитоне, так и накапливаются в самих организмах-фильтраторах, влияя на процессы их жизнедеятельности и количественные характеристики поселений. Мы проверили наличие зависимости биомассы мидий и митилястеров от содержания НУ в перифитоне (для гидротехнических сооружений) и донных осадках (для рыхлых грунтов). Для митилид обрастаний коэффициенты корреляции не превышали – 0,2, поэтому сложно говорить о наличии какой-то связи между сравниваемыми показателями. Полагаем, что это связано с невысокими уровнями загрязнения. Полученные результаты позволяют предположить, что в условиях Севастопольской бухты ведущую роль в формировании поселений митилидных моллюсков в перифитоне играют не концентрации НУ, а другие факторы. Для моллюсков, обитающих на рыхлых грунтах, также не обнаружена зависимость ($r \leq - 0,3$) между коэффициентами корреляции биомассы и содержания в донных осадках НУ. Это, возможно, связано с очень высоким уровнем загрязнения грунтов в исследованном районе (на 30% станций концентрации НУ –

свыше 1000 мг/100 г), что привело к отсутствию на самых загрязнённых станциях моллюсков обоих видов. Отметим, что мидии оказались менее устойчивыми, чем митилястеры. Численность и биомасса митилид на рыхлых грунтах и так обычно существенно меньше, чем на твёрдых субстратах (Заика и др., 1990), а повышение концентраций НУ в донных осадках до таких значений приводит не только к снижению количественных характеристик популяций, но и полному исчезновению митилид.

Выводы. 1. Вклад митилястеров в процессы трансформации вещества и энергии сравним с таковым мидий, что даёт основания рекомендовать учитывать этот вид в дальнейших санитарно-биологических исследованиях наравне с мидиями, роль которых в самоочищении неоспорима. 2. Выявленные концентрации НУ в перифитоне гидротехнических сооружений Севастопольской бухты не оказывают существенного влияния на биомассу и численность поселений митилид. 3. Высокие (более 1000 мг/100 г) концентрации НУ в донных осадках Севастопольской бухты приводят к исчезновению обоих видов моллюсков, причём более устойчивыми оказываются митилястеры. 4. Индекс *IFA*, характеризующий энергетическую роль гидробионтов, для мидий, обитающих на антропогенных субстратах, существенно выше аналогичного показателя для рыхлых грунтов, что позволяет сделать вывод о большом значении антропогенных субстратов в самоочищении моря от загрязняющих веществ как ядра формирования мощных митилидных поселений. 5. Индексы функционального обилия для мидий и митилястеров имеют высокие значения, что свидетельствует о существенной роли обоих видов в трансформации вещества и энергии в прибрежной зоне моря.

Благодарности. Авторы благодарят сотрудников отдела морской санитарной гидробиологии ИМБИ РАН им. А.О. Ковалевского за помощь в определении видового состава, численности и биомассы бентосных организмов (с.н.с. С.В. Алёмова) и определении концентраций нефтяных углеводов в перифитоне (м.н.с. И.П. Муравьёву).

Список литературы

- Александров Б.Г.* 2008. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Чёрного моря. Киев, Наук. Думка. 343 с.
- Заика В.Е., Валовая Н.А., Повчун А.С., Ревков Н.К.* 1990. Митилиды Чёрного моря. Киев: Наук. думка. 208 с.
- Мальцев В.И.* 1990. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиологический журнал. Т. 26. № 1. С. 87- 89.

Методические указания РД 52.10.556-96. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси. М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. 56 с.
Миронов О.Г., Муравьёва И.П., Миронова Т.О., Соловьёва О.В., Дорошенко Ю.В. 2007. Илистые образования на гидротехнических сооружениях акватории Севастополя (Чёрное море) // Экология моря. Вып. 73. С. 55-59.
Одум Ю. 1975. Основы экологии. М.: Мир. 733 с.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MITILIDS FROM VARIOUS SUBSTRATES (AN EXAMPLE OF SEVASTOPOL BAYS, BLACK SEA, RUSSIA)

O.V. Soloviova, E.A. Tikhonova, E.V. Guseva

Institute of Marine Biological Research A.O. Kovalevsky RAS, Sevastopol

We used quantitative characteristics of the shellfish-filter feeders *Mytilus galloprovincialis* and *Mytilaster lineatus* from different substrates to assess their contribution to the self-purification processes (oil pollution) in harbors. We investigated mytilids from anthropogenic substrates as well as from natural sediments of Sevastopol bays; IFA of these species showed their significant role in the transformation of the matter and energy in the coastal area.

Keywords: *shellfish filter-feeders, Mytilus galloprovincialis, Mytilaster lineatus, self-purification, index of functional abundance, hydrotechnical structures, sea bottom sediments.*

Об авторах:

СОЛОВЬЁВА Ольга Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела морской санитарной гидробиологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011, Севастополь, пр. Нахимова, д. 2, e-mail: kozl_ya_oly@mail.ru.

ТИХОНОВА Елена Андреевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела морской санитарной гидробиологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О.

Ковалевского РАН», 299011, Севастополь, пр. Нахимова, д. 2, e-mail: tihonoval@mail.ru.

ГУСЕВА Елена Владимировна – младший научный сотрудник отдела морской санитарной гидробиологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011, Севастополь, пр. Нахимова, д. 2, e-mail: odedesion67@mail.ru.

Соловьева О.В. Сравнительная характеристика поселений митилид на различных субстратах (на примере севастопольских бухт, Черной море) / О.В. Соловьева, Е.А. Тихонова, Е.В. Гусева // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2016. № 1. С. 83-90.