

В.К.Мачкевский, М.А.Попов, Н.П.Ковригина,  
В.Л.Лозовский, А.Ф.Козинцев

*Институт биологии южных морей НАН Украины, г.Севастополь*

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ПОПУЛЯЦИЙ МИДИИ  
*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. И ЕЕ ЭНДОСИМБИОНТОВ  
В РАЙОНЕ БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ**

Представлена изменчивость параметров популяции мидий и их эндосимбионтов (паразиты, комменсалы) в Балаклавской бухте и прилегающем взморье. По результатам мониторинга 2000 – 2008 гг. дана оценка загрязненности вод в различных районах исследования. Рассмотрена вариабельность параметров популяции мидий (половая структура, возраст, темпы роста, морфометрические показатели) и их эндосимбионтов. Показано влияние загрязнения на снижение темпов роста мидий, изменение численности и качественного состава их эндосимбиофауны. Выявлен район акватории, характеризующийся оптимальными величинами популяционных признаков мидий и их эндосимбионтов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *Балаклавская бухта, мидия, эндосимбионты, биогенные вещества, антропогенное воздействие, склерохронология.*

Неоднородность морской среды физического и химического происхождения – важная составляющая экологии прибрежных биоценозов, особенно, если она вызвана хозяйственной деятельностью человека. Часто загрязняющие вещества поступают в море локально через бухты, где наиболее реально можно уловить характер воздействия загрязняющих веществ на биоту. Оценить их влияние на все компоненты биоценозов методически довольно сложно в силу высокой двигательной активности многих гидробионтов. Наиболее подходящим объектом для экологических исследований является массовый вид прибрежных биоценозов – средиземно-морская мидия *Mytilus galloprovincialis* Lam., которая ведет практически неподвижный образ жизни и аккумулирует воздействие различных экологических факторов на протяжении всей жизни. Это особенно важно, поскольку неоднородность среды может возникать кратковременно или же формируется на протяжении долгого времени под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. Кроме того, мидия дает приют целой ассоциации паразитов и комменсалов (эндосимбионтов), которые, как и их хозяин, за исключением расселительных форм, продолжительное время находятся на одном месте.

Акватория Балаклавской бухты испытывает мощный антропогенный пресс, выражающийся в загрязнении ее стоками кораблей, бытовой канализации, судоремонтных предприятий, ливневых смывов с суши. Ежегодный сброс неочищенных сточных вод составляет около 4,4 млн. м<sup>3</sup> [1]. Максимальные концентрации тяжелых металлов в донных осадках наблюдаются вблизи локальных источников загрязнения [2]. Балаклавская бухта и прилегающее к ней взморье были выбраны нами для исследований,

© В.К.Мачкевский, М.А.Попов, Н.П.Ковригина, В.Л.Лозовский,  
А.Ф.Козинцев, 2011

результаты которых изложены в настоящей статье.

Цель работы заключалась в изучении изменчивости параметров популяции мидий и ее эндосимбионтов, ведущих прикрепленный образ жизни и находящихся в условиях долговременного антропогенного воздействия, оценка которого проводилась по гидрохимическим показателям вод Балаклавской бухты и прилегающего взморья.

**Материал и методы.** Мидии были отобраны в сентябре 2008 г. в различных частях бухты, на выходе из нее, и на прилегающей к бухте акватории в слое 0 – 1 м (рис.1). Станции отбора проб в мелководной части – «Батопорт», в глубоководной – «Штольня», на выходе из бухты – мыс Балаклавский и на взморье – «Серебряный пляж». Пробы мидии (объемом 68 – 75 экз.) были подвергнуты биологическому анализу: линейные размеры (длина, высота и ширина раковины), пол. На всех станциях оценивали темп роста мидий, соотнося размеры раковины с данными структурной склерохронологии по спилам раковины [3]. Далее рассчитывали морфометрические коэффициенты раковины ( $H/L$ ,  $D/L$ ). Зараженность мидий эндосимбионтами изучали визуально и с помощью микроскопов МБС-11 и МБИ-11, осматривая раковину, мантийную жидкость и мягкие ткани мидий.

Гидрохимическая характеристика вод представлена по результатам мониторинга (2000 – 2008 гг.) в районах, наиболее приближенных к точкам отбора мидий. Ст.1 ближе всего расположена к Батопорту, ст.3 – к Штольне, ст.7 – к м.Балаклавскому, ст.8 – к пляжу Серебряному (рис.1). В комплекс гидрохимических анализов входило определение температуры, солености, растворенного кислорода, биохимического потребления кислорода на 5-е сутки ( $BPK_5$ ), величины рН, кремния, а также

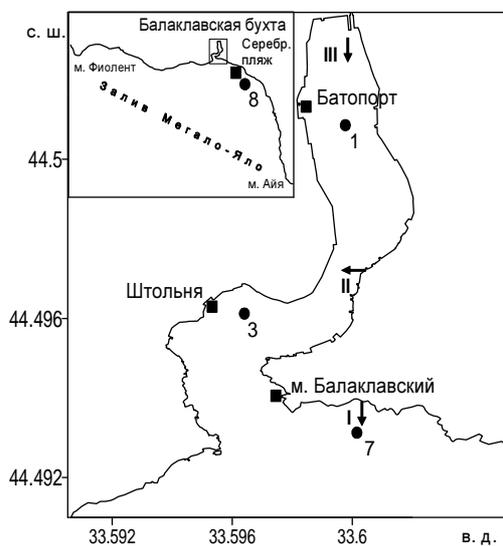


Рис. 1. Схема станций отбора проб в Балаклавской бухте ● – гидрохимические станции, ■ – точки отбора мидий; I – выпуск сточных вод г.Балаклава, II – ливневой сток, III – речной сток.

неорганических и органических форм азота и фосфора. Гидрохимические анализы выполнялись в аккредитованной на техническую компетентность лаборатории по стандартным методикам [4]. Предельно допустимые концентрации (ПДК) основных загрязняющих веществ в морских водах Украины взяты из постановления Кабинета Министров Украины от 29 февраля 1996 г. № 269 о рыбохозяйственных нормативах.

**Результаты и обсуждение.** Гидрохимическая съемка, наиболее близкая по времени к отбору мидий, была проведена 25 июня 2008 г. Распределение величин гидрохимических показателей по акватории в слое 0 – 10 м было неравномерным (табл.1).

Максимальные величины от-

Т а б л и ц а 1. Распределение гидрохимических показателей в Балаклавской бухте (ст.1, 3) и на взморье (ст.7, 8) 25 июня 2008 г.

№ ст	H, м	T, °C	S, ‰	O <sub>2</sub>		рН	БПК <sub>5</sub> мл/л	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	Si
				мл/л	%							
1	0	19,0	17,42	6,07	103,8	8,49	1,01	2,0	21,4	46,7	4,4	73,3
	7	14,5	17,61	6,14	96,0	8,45		2,4	4,3	4,7	5,1	73,3
3	0	18,8	17,49	6,08	103,6	8,50	0,41	1,3	8,1	10,0	1,8	60,7
	10	14,5	17,51	6,79	106,0	8,51		0,5	0,8	13,3	0,5	52,3
7	0	18,8	17,45	6,36	108,3	8,56	1,31	4,2	5,0	171,3	25,0	74,7
	10	14,5	17,67	6,54	102,2	8,52		0,6	0,8	16,7	5,1	53,0
8	0	18,4	17,56	6,56	110,9	8,48	0,59	0,3	1,0	10,0	3,6	37,7
	10	15,2	17,58	6,82	108,0	8,53		0,7	0,1	40,0	2,8	51,6

мечены в районе ст.7, находящегося под регулярным воздействием выпуска сточных вод. Сточные воды, имеющие меньшую плотность, всплывают на поверхность и прослеживаются по некоторому распреснению (17,45 ‰), максимальным для съемки величинам азота нитритного (4,2 мкг/л), азота аммонийного (171 мкг/л) и фосфатов (25 мкг/л).

Антропогенное влияние прослеживалось и в кутовой части бухты (ст.1), где на поверхности зафиксировано максимальное распреснение (17,42 ‰), пониженная величина рН (8,49), повышенная концентрация азота аммонийного (47 мкг/л). На поверхности глубоководной части бухты (ст.3), по сравнению с кутовой частью, наблюдали повышение солёности (17,49 ‰), величины рН (8,50), снижение концентрации азота аммонийного (10 мкг/л), фосфатов (2 мкг/л). В районе пляжа Серебряного (ст.8) гидрохимические показатели имели минимальные для съемки величины и их значения соответствовали незагрязненным прибрежным водам.

По данным экологического мониторинга, проведенного в Балаклавской бухте и на взморье за период с 2000 по 2008 гг. получен диапазон изменений концентраций гидрохимических показателей и их средние величины (табл.2). В районе выпуска (ст. 7) по средней величине БПК<sub>5</sub>, равной 3,71 мг/л, отмечено превышение предельно допустимой концентрации (ПДК), равной 3,0 мг/л. Также отмечено превышение ПДК (20 мкг/л) для морской воды по средней концентрации азота нитритного (30 мкг/л). Средние величины других биогенных веществ имели максимальные для акватории величины: фосфаты (117 мкг/л), нитриты (30 мкг/л), азот аммонийный (373 мкг/л), нитраты (136 мкг/л) и кремний (290 мкг/л). Что же касается максимальных величин, то можно отметить превышение ПДК в 3 раза по величине БПК<sub>5</sub> (9,08 мг/л) и в 3,3 раза по концентрации азота аммонийного (1687 мкг/л).

Мелководная часть бухты (ст.1) характеризовалась высоким содержанием биогенных веществ. Средняя величина нитратов (282 мкг/л) превышала их содержание в районе ст.7 в 2 раза, в глубоководной части бухты в 2,6 раза и на взморье в 30 раз (табл.2). Превышение ПДК здесь отмечено только по максимальной величине БПК<sub>5</sub>, равной 3,43 мг/л.

Т а б л и ц а 2 . Диапазон изменений концентраций гидрохимических показателей и их средние величины в Балаклавской бухте (горизонт 0 м).

№ ст.	кол-во изм., л	$O_2$		БПК <sub>5</sub> , мг/л	$PO_4^{3-}$	$NO_2^-$	$NO_3^-$	$NH_4^+$	Si
		мл/л	%						
1	74	<u>4,40 – 7,98</u> 6,39	<u>85,3 – 113,4</u> 100,0	<u>0,10 – 3,36</u> 1,00	<u>1,7 – 85,2</u> 14,9	<u>0 – 25,2</u> 4,9	<u>3,8 – 1385</u> 282	<u>0,7 – 201</u> 21,7	<u>69,0 – 1090</u> 276
3	73	<u>4,83 – 8,01</u> 6,50	<u>85,3 – 116,6</u> 101,6	<u>0 – 3,43</u> 0,77	<u>0 – 68,0</u> 8,9	<u>0 – 11,2</u> 2,6	<u>0,3 – 995</u> 107	<u>1,0 – 59,0</u> 14,3	<u>36,0 – 1290</u> 185
7	14	<u>5,05 – 7,61</u> 6,52	<u>89,6 – 109,6</u> 98,8	<u>0,21 – 9,08</u> 3,71	<u>3,9 – 337</u> 117	<u>1,2 – 93,0</u> 30,4	<u>5,0 – 764</u> 136	<u>13,3 – 1687</u> 373	<u>31,0 – 576</u> 290
8	12	<u>5,40 – 7,62</u> 6,72	<u>97,9 – 126,1</u> 105,1	<u>0,04 – 2,55</u> 0,65	<u>1,3 – 47,9</u> 11,8	<u>0,3 – 5,4</u> 1,4	<u>0,2 – 20,0</u> 9,6	<u>2,9 – 28,7</u> 10,0	<u>7,9 – 242</u> 100

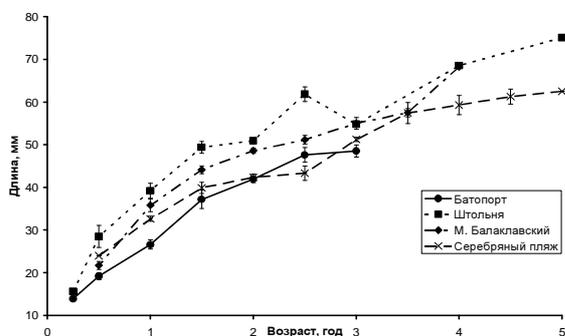


В районе Штольни, в глубоководной части бухты (ст.3), средние величины биогенных веществ от 1,5 до 2,6 раз были ниже по сравнению с мелководной частью бухты и не превышали ПДК для морской воды (табл.2). Средние величины биогенных веществ, за исключением нитратов, приближались по своим значениям к средним величинам в чистых прибрежных водах. Превышение ПДК отмечено, также как и в мелководной части бухты, только по максимальной величине БПК<sub>5</sub> (3,43 мг/л).

Район Серебряного пляжа (ст.8) находится на взморье к востоку от мыса Балаклавского и в меньшей степени испытывает на себе влияние канализационного выпуска и источников загрязнения в самой бухте. Здесь зарегистрирован минимальный уровень средних величин биогенных веществ, который практически не отличался от средних значений чистых прибрежных вод. Концентрация фосфатов по сравнению с наиболее загрязненной станцией (ст.7) уменьшилась без малого в 10, нитритов – в 22, нитратов в 14, аммиачного азота – в 37, кремния – в 2,9 раза.

*Популяционные характеристики мидийных поселений.* Соотношение морфометрических признаков, а также возрастного и полового состава в мидийных поселениях свидетельствует об уровне их экологической комфортности. По нашим данным (рис.2) средний возраст моллюсков на ст. «Батопорт» составил  $1,5 \pm 0,1$  года, максимальный 3 года, в то время как в других места отбора мидий средний возраст  $2 \pm 0,2$  года, максимальный – 5 лет. Снижение среднего и максимального возраста в районе Батопорта говорит о неблагоприятных условиях существования мидий [5].

Внутри бухты (ст. «Батопорт», «Штольня», «м.Балаклавский») мидийные поселения были представлены преимущественно самцами; на взморье (ст. «Пляж Се-

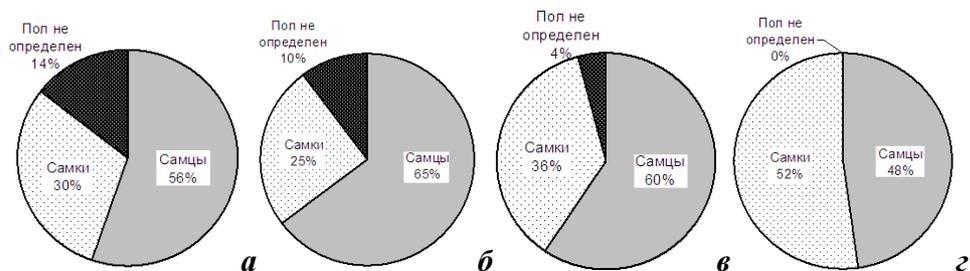


Р и с . 2 . Кривые линейного роста мидий.

установлено, что самый низкий темп их роста зарегистрирован в мелководной зоне (рис.2), что свидетельствует об их угнетенном физиологическом состоянии. Коэффициент удлиненности раковины, рассчитанный как  $H/L$  и рассматриваемый Н.Челядиной и Л.Смирновой [7] как показатель экологического комфорта мидий, в мелководной части имел максимальное значение, равное 0,62 (табл.3), при норме 0,55, что также подтверждает неблагоприятные для обитания мидий условия среды в этой зоне.

По мере удаления из мелководной в глубоководную часть бухты, существенно снижается концентрация биогенных веществ, величин БПК<sub>5</sub> и повышается содержание растворенного кислорода (табл.2), что благоприятно сказывается на скорости роста мидий. В районе Штольни зарегистрированы их максимальные темпы роста (рис.2). Кроме того, здесь на комфорте обитания мидий положительно сказывается и усиление водообмена относительно кутовой части бухты. Совокупностью сочетания ряда благоприятных факторов, на наш взгляд, объясняются самые высокие скорости роста.

Побережье в районе м.Балаклавского находится в непосредственной близости к открытому морю и испытывает воздействие штормовых волн. Здесь мидиям приходится прилагать больше усилий для удержания на субстрате, чем в «тихой» воде (Батопорта и Штольни) и отвлекать часть жизненных ресурсов от линейного роста. На поселение мидий, обитающих в районе м.Балаклавского, существенное воздействие оказывает также и канализационный сброс (ст.7), где содержимое его богато биогенными веществами (табл.2). В целом, мидии в этом районе за счет избытка кормовой базы имеют второй по величине показатель скорости роста (рис.2).



Р и с . 3 . Соотношение полов в мидийных поселениях: Батопорт (а), Штольня (б), м. Балаклавский (в), Серебряный пляж (г).

«Серебряный») соотношение самцов и самок было примерно одинаковым (рис.3). Преобладание самцов над самками внутри бухты, скорее всего, обусловлено влиянием органических загрязняющих веществ антропогенного происхождения, поступающих с неочищенными водами [6].

При сравнении темпов роста мидий на всех станциях

Т а б л и ц а 3. Средние значения показателей формы раковины мидий.

район (кол-во измерений)	длина $L$ , мм	высота $H$ , мм	ширина $D$ , мм	вытян. раковины $H/L$	саггитальная кривизна $D/L$
Батопорт (75)	$35,7 \pm 1,3$	$22,3 \pm 0,8$	$13,8 \pm 0,5$	$0,63 \pm 0,008$	$0,38 \pm 0,005$
Штольня (68)	$49,2 \pm 1,3$	$28,1 \pm 0,6$	$18,7 \pm 0,5$	$0,57 \pm 0,009$	$0,37 \pm 0,006$
м. Балакл. (74)	$46,1 \pm 1,1$	$26,2 \pm 0,6$	$17,3 \pm 0,5$	$0,57 \pm 0,006$	$0,37 \pm 0,006$
Сереб. пляж (69)	$44,2 \pm 1,2$	$24,8 \pm 0,6$	$17,0 \pm 0,5$	$0,56 \pm 0,009$	$0,38 \pm 0,006$

В районе Серебряного пляжа, отличающегося минимальными величинами биогенных веществ (табл.2), отмечено некоторое падение темпов роста мидий по сравнению с районами Штольни и м.Балаклавским. Здесь в наибольшей степени проявилось негативное влияние прибойной волны на мидий, поселение которых крайне разрежено, а малочисленные их скопления обнаруживаются только в глубоких щелях и трещинах. Сравнивая районы Серебряного пляжа и м. Балаклавского, подверженных сильному воздействию волн, мы видим, что усиление прибойности на фоне резкого снижения содержания в воде биогенных веществ, существенно снижает темпы роста мидий и делает ее поселение крайне разреженным.

*Эндосимбионты.* Рассматривая изменчивость популяционных характеристик эндосимбионтов (паразиты и эндокомменсалы) на изменение экологических параметров среды, мы принимали во внимание, что они по-разному контактируют с ними. Паразиты тесно взаимодействуют с факторами среды, в основном, на стадии расселительной личинки. Все остальное время жизни они находятся под защитой организма хозяина. Эндокомменсалы находятся под непосредственным воздействием среды, как на стадии личинки, так и во взрослом состоянии. В данном исследовании, ожидалось, что эндосимбиофауна мидии может реагировать на факторы среды двояко: изменением видового состава и популяционных характеристик эндосимбионтов.

В Балаклавской бухте у мидий зарегистрировано 5 видов эндосимбионтов: грегарина *Nematopsis legeri* (De Beachamp, 1910), сверлящая губка *Pione vastifica* (Hancock, 1849), трематода *Parvatrema duboisi* (Bartoli, 1974), сверлящая полихета *Polydora sp.*, паразитическая копепода *Midicola ponticus* (Sowinsky, 1884). Установлено, что в мелководной части бухты (ст. «Батопорт») эндосимбиофауна мидийного поселения отличалась небольшим разнообразием. В обеих точках были зарегистрированы 3 вида эндосимбионтов: нематопсис, парватрема и мидикола. В районе Штольни в глубоководной части бухты к упомянутым 3-м видам в состав эндосимбиофауны добавились еще 2 – пиона и полидора. В мидиях у м. Балаклавского выявлены те же эндосимбионты, что и в мелководной части бухты. На взморье (ст. «Пляж Серебряный») были обнаружены также 3 вида: нематопсис, парватрема и губка пиона (табл.4). Из приведенных данных видно, что по изменению качественных признаков эндосимбиофауны мидий трудно оценить характер и причины ее изменчивости. Более полная картина вырисовывается при рассмотрении численных параметров, характеризующих популяции эндосимбионтов, которые мы рассмотрим ниже.

Т а б л и ц а 4. Встречаемость эндосимбионтов и параметры инвазии ими мидийных поселений в районе Балаклавской бухты.

район	<i>Pione vastifica</i>	<i>Nematopsis legeri</i>	<i>Parvatrema duboisi</i>	<i>Midicola ponticus</i>	<i>Polydora ciliata</i>
Батопорт	0/0	17/129	80/30,2	34/1	0/0
Штольня	7/5	100/154	100/106	7/1	7/1
м. Балаклавский	0/0	93/62	100/259	7/1	0/0
Серебрян. пляж	7/5	93/528	93/2,4	0/0	0/0

Примечание: в числителе представлено значение экстенсивности инвазии (%), в знаменателе – интенсивность инвазии (экз./особь). Для *P. vastifica* интенсивность инвазии указана как % пораженной поверхности раковины.

Перфораторы: губка *P. vastifica* и полихета *Polydora sp.*, располагаясь в ходах, проделанных в толще раковины, и беспрепятственно сообщаясь с внешней средой, практически не изолированы от взаимодействия с загрязнителями. Тем более не изолированы их расселительные личинки. В наших пробах губка пиона была зарегистрирована в глубоководной части бухты (ст. «Штольня») и на взморье (ст. «Серебряный пляж») (рис.4). Возможно, на появление сверлящей губки в указанных районах положительно повлияло уменьшение в воде взвешенного вещества, так как пиона отрицательно реагирует на увеличение мутности воды [8]. Подтверждением этому являются данные по распределению общего взвешенного вещества (ОВВ) на поверхности Балаклавской бухты [9]. Максимум ОВВ (17 мг/л) отмечен в районе главного выпуска хозяйственных вод. Несколько повышенное его содержание наблюдалось в кутовой части бухты (4,5 мг/л), в районе Штольни оно составляло (3,0 мг/л). Наши последние исследования в районе Серебряного пляжа показали минимальное содержание ОВВ, равное 1,2 мг/л.

Из всех точек отбора проб полихета *Polydora sp.* была найдена только в районе Штольни. Ранее нами [10] и другими исследователями [11] было установлено, что полидора тяготеет к закрытым бухтам и наиболее часто поражает мидий в акваториях со слабой гидродинамикой, например, оз. Донузлав (Черное море). У мидий, обитающих на взморье, сверлящие полихеты встречаются редко. Внутри Балаклавской бухты нами предполагались наиболее благоприятные условия для полидоры. Поскольку бухта не изолирована от окружающего морского пространства, полидора вполне могла заноситься сюда течениями и кораблями. Однако, обнаружить в акватории бухты значительное присутствие взрослых червей полидоры в раковинах мидий нам не удалось, как и не удалось другим исследователям найти личинок полидоры в планктоне (устное сообщение сотрудницы ИнБЮМ Е.В.Лисицкой). Не исключено, что эта ситуация вызвана довольно сильным загрязнением вод Балаклавской бухты.

Копепода *M. ponticus* – полостной паразит, обитающий на жабрах и в пищеварительном тракте мидии и в определенной степени защищенный от внешних факторов. Расселительные личинки мидиколы в значительной степени открыты воздействию загрязняющих веществ. Копепода была

обнаружена во всех, за исключением взморья, точках отбора проб мидий (рис.4). Причем, в загрязненном мелководье (ст. «Батопорт») мидикола встречалась чаще, чем в районе с умеренным содержанием минеральных и органических веществ (район ст. «Штольня»). На м.Балаклавском мидии оказались в такой же степени заражены мидиколой, как и на ст. «Штольня» (табл.4). На взморье ее практически не регистрировали.

Из многочисленных работ других авторов известно, что этот космополитичный вид предпочитает бухты и заливы – акватории со слабой подвижностью воды, и обладает определенной устойчивостью к загрязнению [11, 12], что, в первую очередь касается расселительных стадий мидиколы. Отсутствие мидиколы у мидий на взморье (ст. Серебряный пляж) подтверждает мнение [12] о том, что высокая подвижность воды является фактором, ингибирующим распространение этого вида в мидийных поселениях. Присутствие мидиколы у мидий в районе станции м. Балаклавский может быть следствием того, что волновая нагрузка у м. Балаклавский меньше, чем в районе скал Серебряного пляжа, что позволяет расселительной личинке мидиколы достаточно успешно инвазировать здесь своего хозяина. Довольно ровные показатели зараженности мидиколой мидий у «м. Балаклавский» и на ст. «Штольня» свидетельствуют о том, что этот рачок довольно индифферентен к загрязнителям. Подъем численности мидиколы на загрязненном мелководье (ст. «Батопорт»), скорее всего, связан с резким увеличением плотности поселения мидий на ней.

Парватрема (*P. duboisi*) и нематопсис (*N. legeri*) и, имеющие смену хозяев в жизненном цикле, локализуются в мантии, гонадах, жабрах, гепатопанкреасе и почках мидии. Их паразитирующие стадии ограждены клетками хозяина от контакта с морской средой. Однако у нематопсиса и у парватремы в жизненном цикле есть по 2 расселительных личинки, взаимодействующие непосредственно с факторами среды. От их выживаемости и своевре-

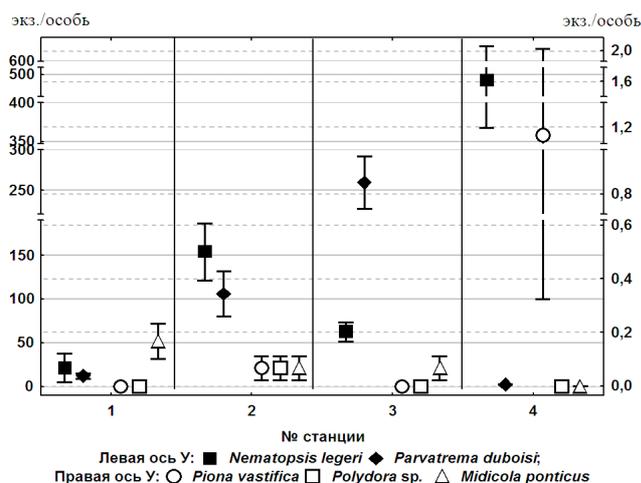


Рис. 4. Изменчивость встречаемости и плотности популяций эндосимбионтов мидии в различных частях Балаклавской бухты: 1 – «Батопорт», 2 – «Штольня», 3 – «м. Балаклавский», 4 – «пляж Серебряный».

менной инвазии очередного хозяина зависит состояние популяции паразита [13]. Сравнивая зараженность мидий тканевыми паразитами, которые взаимодействуют с окружающей средой через организм хозяина, следовало бы ожидать, что паразиту будет лучше там, где комфортнее его хозяину. Одним из интегральных показателей физиологического комфорта мидии в различных условиях является скорость их линейного роста [14].

Парватрема зарегистрирована на всех станциях. В районе м. Балаклавского, где отмечены экстремальные значения гидрохимических показателей, инвазированность мидий метацеркариями *парватремы* резко возросла (в 2,5 раза по сравнению с районом Штольни и в 8 – 60 раз с мелководной зоной). В районе Серебряного пляжа, где гидрохимические показатели соответствовали фону морской воды, численность паразита упала примерно до уровня сильно загрязненной мелководной части бухты (табл.4, рис.4). Сопоставляя изменения численности метацеркарий с темпами роста мидий, видно, что состояние гемипопуляции метацеркарий не является линейной функцией от физиологического состояния хозяина. В благоприятных для хозяина условиях (ст. «Штольня») численность паразита увеличилась всего лишь в 2,5 раза по сравнению с сильно загрязненным мелководьем (ст. «Батопорт»). У м. Балаклавского, где загрязнение существенно увеличилось, а темпы роста мидий снизились по сравнению со ст. Штольня, численность метацеркарий парватремы оказалась максимальной для исследуемой акватории, превышающей в 25 раз ее значения в мелководной зоне. На станции «Пляж Серебряный» зараженность мидий парватремой, а также темпы их роста снизились до уровня близкого к мелководью.

Оценивая распределение парватремы на исследуемой акватории видно, что основная часть гемипопуляции метацеркарий сосредоточена в районе ст. «Штольня» и ст. «м. Балаклавский», довольно сильно отличающихся друг от друга по гидрохимическим показателям. Очевидно, что резкое повышение плотности гемипопуляции метацеркарий у м. Балаклавского обусловлено присутствием огромного количества церкарий парватремы. Они достигают и успешно инвазируют мидий несмотря на возросшую подвижность воды, затрудняющей контакт расселительных личинок с хозяином. Высокая численность церкарий должна обеспечиваться сосредоточением в этой зоне большого количества первого промежуточного хозяина – двустворки из сем. *Veneridae Rafinesque, 1815* [15]. Значительную зараженность последней спороцистами могут обеспечить морские птицы – дефинитивные хозяева парватремы. Нам не удалось оценить численность первого промежуточного хозяина у м. Балаклавского, но морские птицы здесь собираются в большом количестве, привлекаемые пищей из канализационного выпуска. Аналогичную картину мы наблюдали в устье бухты Карантинной на акватории РБК ИнБЮМ [16].

Несколько иную ситуацию мы наблюдали у грегарины *N. legeri*. По мере уменьшения концентрации биогенных веществ на исследуемой акватории, зараженность мидий ооцистами нематопсиса повышается (рис.4). Это может быть связано с увеличением численности окончательного хозяина – каменного краба *Eriphia verrucosa*, который плохо переносит загрязнение [17].

Внутри бухты наибольшая численность *нематопсиса* была в районе Штольни, где зарегистрированы самые высокие темпы роста и плотность поселения мидий. По нашим данным, на зараженность мидии нематопсисом не влияет физиологическое состояние хозяина, поскольку интенсивность инвазии мидий из одной пробы колебалось в широких пределах (3-300 экз.) Районы станций «Пляж Серебряный» и «Штольня» имели близкие величины зараженности ооцистами нематопсиса, несмотря на различие в темпах роста мидий в этих точках. Решающее значение для заражения мидий нематопсисом, на наш взгляд, оказывает численность дефинитивного хозяина. В районе станций «Батопорт» и «м. Балаклавский», где каменный краб встречался редко, численность нематопсиса минимальна, тогда как на Серебряном пляже (где каменный краб встречался повсеместно) – максимальна.

Подытоживая сказанное необходимо отметить, что изменчивость популяционных характеристик мидии и ее эндосимбиофауны является функцией многих факторов. Для выявления механизмов отклика эндосимбиосистемы мидии на изменчивость каждого из них необходимо проведение лабораторных и натурных экспериментов, где будет рассматриваться воздействие этих факторов на эндосимбионты и на их хозяев.

**Выводы:** 1. Максимальное антропогенное влияние отмечено в районе выпуска сточных вод по превышению в 3 раза предельно допустимых концентраций относительно величин БПК<sub>5</sub>, в 3,3 раза относительно азота аммонийного и в 4,5 раза относительно азота нитритного. В мелководной части бухты превышение ПДК зафиксировано только по величине БПК<sub>5</sub>.

2. Показано, что наименее благоприятными для обитания мидий условиями, характеризуемыми максимальной техногенной нагрузкой, отличается кутовая мелководная часть Балаклавской бухты. Условия среды, наиболее комфортные для мидии, выявлены в глубоководной части бухты.

3. Минимальное видовое разнообразие эндосимбиофауны наблюдали в мелководной части бухты. В глубоководной, где зафиксированы наивысшие темпы роста мидии и меньшее по сравнению с мелководной зоной загрязнение, обнаружено появление дополнительных видов эндокомменсалов – перфораторов раковины клионы и полидоры.

4. Установлено, что паразиты неоднозначно реагируют на изменение экологических условий. Мидикола увеличивала плотность популяции в местах со слабой подвижностью воды, оставаясь толерантной к загрязнению. Рост гемипопуляции метацеркарий парватремы в большинстве точек совпал с улучшением физиологического комфорта мидии. И, наоборот, максимальная зараженность мидий нематопсисом наблюдалась при минимальном темпе их роста, но в условиях отсутствия загрязнения.

5. Для того чтобы объяснить реакцию того или иного эндосимбионта мидий на изменение условий среды, необходимы знания о поведении всех стадий их жизненного цикла при определенных значениях того или иного внешнего фактора.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковригина Н.П., Попов М.А., Лисицкая Е.В., Сеничева М.И., Субботин А.А. Оценка антропогенного воздействия и стонно-нагонных явлений на экологическое состояние вод Балаклавской бухты // Экологическая безопасность

- прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– вып.8.– С.105-114.
2. *Овсяный Е.И., Котельянец Е.А., Орехова Н.А.* Мышьяк и тяжелые металлы в донных отложениях Балаклавской бухты (Черное море) // Морской гидрофизический журнал.– 2009.– № 4.– С.67-80.
  3. *Золотарев В.И.* Склерохронология морских двустворчатых моллюсков.– Киев: Наукова думка, 1989.– 112 с.
  4. *Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов.*– М.: ВНИРО, 1988.– 119 с.
  5. *Шурова Н.М.* Современное состояние поселений мидий западного и северо-западного шельфа Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– вып.12.– С.565-573.
  6. *Мезенцева И.В., Чайкина А.В., Клименко Н.П.* Современный уровень загрязнения вод акватории Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– вып.8.– С.115-118.
  7. *Челядина Н.С., Смирнова Л.Л.* Вариабельность морфометрических показателей и содержания меди в раковинах коллекторных *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря.– 2011. *в печати.*
  8. *Нестерова Р.А.* О влиянии экологических факторов на распространение сверлящей губки *Cliona vastifica* (Tetrachonidae, Clionidae) у берегов Крыма // Зоологический журнал.– 1993.– 72, № 2.– С.12-16.
  9. *Попов М.А., Чепыженко А.И., Еремин И.Ю.* Определение концентрации и пространственного распределения загрязняющих веществ в водах Балаклавской бухты в осенний период // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– вып.12.– С.202-207.
  10. *Мачкевский В.К., Лубянова Ю.Н.* О взаимоотношениях полихеты *Polidora ciliata* с черноморской мидией и ее распространение в оз. Донузлав // Тез. докл.1-го Всесоюзн. совещ. по болезням морских гидробионтов (Б. Утриш, сент. 1986/ ВНИРО).– М., 1986.– С.54-56.
  11. *Гаевская А.В.* Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, Mytilidae). VI. Полихеты (Polychaeta).– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008.– 137 с.
  12. *Cáceres-Martínez C., Vásquez-Yeomans R., Saurez-Morales E.* Two parasitic copepods, *Pseudomicola spinosus* and *Modiolicola gracilis*, associated with edible mussels *Mytilus galloprovincialis* and *Mytilus californianus*, from Baja California, NW Mexico // J. Shellfish Res.– 1996.– 15, № 3.– P.667-672.
  13. *Гинецинская Т. А.* Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция.– Л.: Наука, 1968.– 411 с.
  14. *Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И.* Экологическая энергетика черноморской мидии / Биоэнергетика гидробионтов / Под ред. Шульмана Г.Е, Финенко Г.А.– Киев: Наукова Думка, 1990.– С.32-71.
  15. *Tetsuya Yanagida, Sho Shirakashi, Takashi Iwaki, Noboru Ikushima, Kazuo Ogawa* Gymnophallid digenean *Parvatrema duboisi* uses Manila clam as the first and second intermediate host // Parasitology Intern. J.– 2009.– 58.– P.308-310.

16. Мачкевский В.К., Гаевская А.В., Отклик некоторых паразитарных систем прибрежной зоны Черного моря на загрязнение // Экология моря.– 1997.– вып.46.– С.51-57.
17. Макаров Ю.Н. Изменение популяций декапод в условиях эвтрофирования // Экология окружающей среды стран СНГ. Экологические проблемы окружающей среды, пути и методы их решения.– 2009. <http://www.ecologylife.ru/ekologiya-chernogo-morya-2003/izmenenie-populyatsiy-dekapod-v-usloviyah-evtirovaniya.html>

Материал поступил в редакцию 21.08.2011 г.

*АНОТАЦІЯ.* Представлено результати мінливості параметрів популяції мідій і її ендосимбіонтів (паразити, коменсали) у Балаклавській бухті й прилягаючому узмор'ю. За результатами моніторингу 2000 – 2008 рр. дана оцінка забруднення вод у різних районах дослідження. Розглянуто варіабельність параметрів популяції мідій (полова структура, вік, темпи росту, морфометричні показники) та її ендосимбіонтів. Показано вплив забруднення на зниження темпів росту мідій, зміна чисельності та якісного складу її ендосимбіофауни. Виявлено район акваторії, що характеризується оптимальними величинами популяційних ознак для мідій і її ендосимбіонтів.

*ABSTRACT.* The results of the mussels population and its endosymbionts (parasites, commensals) parameters variability in Balaklavskaja Bay and at the adjacent open seashore are presented. By the 2000 – 2008 monitoring results the estimation is done of the water pollution in different investigated regions. It was examined the mussels population and its endosymbionts parameters (sexual structure, age, growth rates, morphometric sings) variability. Influence of pollution on decrease in mussels growth rates, change of endosymbiofauna number and qualitative structure is shown. The water area where mussel endosymbiosystem are characterized by the best values of the population sings for and mussels its endosymbionts was revealed.