

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО**

**ПРОМЫСЛОВЫЕ
БИОРЕСУРСЫ
ЧЁРНОГО И АЗОВСКОГО
МОРЕЙ**

**Севастополь
2011**

УДК [574(262.5)]

Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульман, Ю. А. Загородняя; НАН Украины, Институт биологии южных морей НАН Украины. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.-367 с.

Монография содержит результаты комплексной оценки современного состояния азово-черноморских промысловых биоресурсов (пелагических и демерсальных рыб, макрофитов, зообентоса), в том числе по физиолого-биохимическим показателям, отношению к гипоксии, нефтяному и другим формам загрязнения морской среды. Показаны роль первичной продукции как основы промысловой продуктивности водоёма, а также значение зоопланктона как кормовой базы рыб и одновременно их пищевого конкурента, раскрыта роль микробиологического и паразитологического мониторинга в условиях искусственного выращивания морских организмов.

Для гидробиологов, ихтиологов, зоологов, ботаников, паразитологов, микробиологов, биохимиков, экологов, практических работников рыбной отрасли.

Промислові біоресурси Чорного та Азовського морів / Ред. В. М. Єремєєв, А. В. Гаєвська, Г. Є. Шульман, Ю. А. Загородня; Інститут біології південних морів НАН України. - Севастополь: ЕКОСІ-Гідрофізика, 2011. - 367 с.

Монографія містить результати комплексної оцінки сучасного стану азово-чорноморських промислових біоресурсів (пелагічних та демерсальних риб, макрофітів, зообентосу), у тому числі за фізіолого-біохімічними показниками, відношенням до гіпоксії, нафтовому та другим формам забруднення морського середовища. Показано роль первинної продукції як основи промислової продуктивності водоїму, а також значення зоопланктону як кормової бази риб і одночасно їх харчового конкурента; розкрито роль микробиологічного та паразитологічного моніторингу в умовах штучного вирощування морських організмів.

Для гідробіологів, іхтіологів, зоологів, ботаніків, паразитологів, біохіміків, екологів, практичних робітників рибної галузі.

Biological resources of the Black Sea and Sea of Azov // Eds. V. N. Eremeev, A. V. Gaevskaya, G. E. Shulman, Ju. A. Zagorodnyaya; Institute of Biology of the southern Seas NAS of Ukraine. - Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika, 2011.-367 pp.

Results of complex estimation of present status of biological resources including the plankton and demersal fishes, macrophytes, zoobenthos, from the Black Sea and the Sea of Azov on physiological and biochemical parameters, relation to hypoxia, oil and other kinds of pollution of marine environment are given. The role of primary production as the base of productivity of these seas, and also the significance of zooplankton as the trophic base of fish and simultaneously their trophic concurrent are shown. The role of microbiological and parasitological monitoring in conditions of artificial cultivation of marine organisms are shown.

The book is aimed at hydrobiologists, ichthyologists, zoologists, botanists, parasitologists, biochemists, ecologists, specialists in fishery.

ISBN 978-966-02-6138-9

© Промысловые биоресурсы
Чёрного и Азовского морей, 2011
© Коллектив авторов, 2011

ГЛАВА 6

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОЛЛЮСКОВ В ЧЁРНОМ МОРЕ

6.1. Микробиологические и паразитологические аспекты биотехнологии культивирования гигантской устрицы (*Crassostrea gigas*) в Чёрном море

При проведении мероприятий по сохранению, восстановлению и поддержанию численности морских организмов, в том числе моллюсков, не последнюю роль играет выращивание предполагаемого объекта в искусственных условиях, т.е. марикультура. Однако, как показывает опыт мировой аквакультуры, её эффективное развитие в решающей мере зависит от результатов изучения не только экологической и эпизоотической ситуации в районах размещения хозяйств, но и паразитофауны как выращиваемых объектов, так и обитающих в районе хозяйства массовых видов гидробионтов. Последние, как известно, могут играть роль естественного источника инвазии или инфекции для культивируемых животных. Помимо истинных паразитов, следует изучать также и некоторых комменсалов и даже хищников, а также отдельные виды из категории вредителей, поскольку при стрессовых ситуациях, каковые могут возникать в хозяйствах, не только паразитические, но и комменсальные и даже свободноживущие виды могут становиться патогенными или же опасными для выращиваемых животных. Таким образом, паразитологический контроль должен быть одной из составляющих биотехнологии выращивания любых видов организмов, в том числе и моллюсков. В противном случае усилия специалистов, занимающихся выращиванием моллюсков, могут не дать ожидаемого результата по причине возникших в хозяйствах эпизоотии, вызванных различными организмами из числа простейших, гельминтов или же ракообразных. Во многих случаях возбудителями болезней становятся также вирусы, бактерии или же грибы, для которых высокая скудность моллюсков на искусственных субстратах, слабый водообмен и обилие органики

в этих местах создают благоприятные условия для их развития. Особенно часто вирусные и бактериальные болезни возникают при выращивании личинок моллюсков, поскольку условия их культивирования - непроточная вода, обогащенная метаболитами личинок и скармливаемых им водорослей, высокие плотности личинок, - исключительно благоприятны для развития микроорганизмов. Определённую роль в развитии патологий и гибели моллюсков может сыграть также загрязнение окружающей среды поллютантами органической и неорганической природы.

Поскольку в условиях Чёрного моря основными объектами культивирования среди моллюсков являются два вида - гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) и средиземноморская мидия *Mytilus galloprovincialis* Lmk., 1819, то именно они и стали предметом нашего исследования, в ходе которого мы попытались показать, сколь значима может быть роль микробиологического и паразитарного фактора при культивировании этих моллюсков в этом водоёме.

Менее века назад практически вдоль всего побережья Чёрного моря располагались поселения обыкновенной, или как её называют плоской или же европейской, устрицы *Ostrea edulis* L., 1758, образующей здесь огромные банки (Гудаутская банка у кавказского побережья, банка Мария Магдалина у берегов Тамани, банки в заливах северо-западной части Чёрного моря) (Переладов, 2005). Исследования последних десятилетий показали, что устричные банки в Чёрном море практически исчезли, а её биотопы заняты другими моллюсками (мидией, модилой). Резкое снижение численности черноморских устриц в природных поселениях связывают как с их массовым поражением

раковинной болезнью, вызываемой паразитическим грибом *Ostracoblabe implexa* (Borner et Flahaut), так и с распространением в Чёрном море хищного брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (краткий обзор истории появления рапаны в Чёрном море и её роли в исчезновении здесь *O. edulis* можно найти в монографии А. В. Гаевской, 2006). Не последнюю роль в этом процессе играет и антропогенный фактор. В настоящее время *O. edulis* - исчезающий в Чёрном море вид, занесённый в Красную книгу Украины.

В 1980 г. в Чёрное море завезли гигантскую (дальневосточную, японскую, тихоокеанскую) устрицу *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), промышленное производство которой широко распространено во всём мире. К примеру, если до середины 20-го века этот вид культивировали в основном в пределах его естественного ареала (Япония, Корея, Китай), то в настоящее время его выращивают у берегов практически всех континентов. Годовая продукция ведущих стран-производителей (США, Китая, Японии, Кореи, Франции) превышает 4 млн. т устриц. В целом продукция мирового устрицеводства (в основном это выращенные в хозяйствах моллюски), например, в 2005 г. составила более 4,8 млн. т (Pawiro, 2010).

Акклиматизация тихоокеанской устрицы в Чёрном море была вызвана, прежде всего, необходимостью заменить исчезающую в этом водоёме плоскую устрицу, *Ostrea edulis*. И по сей день на бассейне ведутся активные исследования, связанные с совершенствованием технологии культивирования гигантской устрицы (см, напр, Золотницкий, 2004; Ладыгина, 2007; Лебедевская, 2005; Лисицкая, 2005; Пиркова, 2002; Пиркова, Ладыгина, 2004; Пиркова, Попов, 2005 и др.), тогда как планомерное изучение экологической и эпизоотической ситуации в марихозьяствах по их выращиванию практически отсутствует. И это несмотря на общеизвестный факт возможного развития эпизоотической ситуации в хозяйствах, особенно на ранних стадиях выращивания моллюсков, когда в условиях их высокой плотности

на искусственных субстратах возникает угроза распространения различных бактериальных, вирусных и паразитарных заболеваний.

Мы поставили перед собой задачу оценить микробиологическую ситуацию в районах выращивания гигантской устрицы, культивируемой в Чёрном море, выявить качественный и количественный состав её симбионтов, обрастателей и врагов и показать роль перечисленных факторов в биотехнологическом процессе культивирования этих моллюсков.

Исследования выполнялись в 2002 - 2009 гг. в экспериментальном устричном хозяйстве Научно-исследовательского центра Вооружённых Сил Украины «Государственный океанариум», расположенном в бухте Казачья (Севастополь), и в устричном хозяйстве в районе Качивели (южный берег Крыма).

Работы велись одновременно в двух направлениях:

- микробиологическая составляющая биотехнологии культивирования гигантской устрицы (исследовались среда обитания и сами моллюски на всех стадиях развития);
- паразитологическая составляющая биотехнологии культивирования гигантской устрицы.

В ходе микробиологических исследований суммарно было обработано 1268 проб воды, устриц и коллекторных пластин и проведено 2882 анализа в трёхкратной повторности (табл. 1).

Табл. 1 Объём материала микробиологических исследований

Объект исследования	Количество экз.	Количество проб	Количество анализов
Устрицы	262	, 828	2052
Морская вода		290	530
Коллекторные пластины	150	150	300
Всего		1268	2882

Что касается изучения симбионтов устриц, то с этой целью обследовано 752 экз. гигантской устрицы (135 экз. методом полного паразитологического вскрытия и 617 - неполного), из них 412 экз. из марихозьяства в бухте Казачья, и 340 - из района Качивели (материал

любезно предоставлен в наше распоряжение к.б.н. О. Ю. Вяловой, за что мы искренне ей признательны), а также 86 экз. обыкновенной устрицы (56 экз. методом полного паразитологического вскрытия и 30 - неполного).

Все устрицы были разделены на возрастные группы (сеголетки, годовики, двух-, трёх- и четырёхлетки; в ещё одну, последнюю, группу вошли особи старше 4 лет), в соответствии со сроками их размножения и временем постановки в море носителя со спатом. Размеры гигантской устрицы (высота раковины, Н), выращиваемой в обоих марихозяйствах, представлены на рис. 1.

Начнём с обсуждения результатов микробиологических исследований. Как правило, с устрицами, равно как и с другими моллюсками, могут сосуществовать многие микроорганизмы, которые в большинстве случаев являются одним из компонентов их нормальной микрофлоры. Однако среди них могут встретиться, и фактически встречаются, виды, патогенные или же условно-патогенные как для этих моллюсков, так и для человека, а также домашних и полезных диких животных. К примеру, грамтрицательные бактерии семейств *Vibrionaceae* (род *Vibrio*), *Pseudomonadaceae* (род *Pseudomonas*), *Bacteriaceae* (род *Achromobacter*), которых относят к условно-патогенным для моллюсков, в том числе для гигантской устрицы, при соответствующих условиях окружающей среды и пониженной резистентности организма их хозяев могут вызывать у тех тяжёлые заболевания. При этом смертность ювенильных и молодых особей *S. gigas* при заражении бактериями, в частности, рода *Vibrio*, может достигать 100 %. Например, в 60-е годы прошлого столетия в США отмечалась массовая смертность молоди гигантской устрицы, вызванная *Vibrio parahaemolyticus* (Collwel, Liston, 1960). Уже в начале нынешнего столетия другой представитель этого рода - *V. splendidus* стал причиной

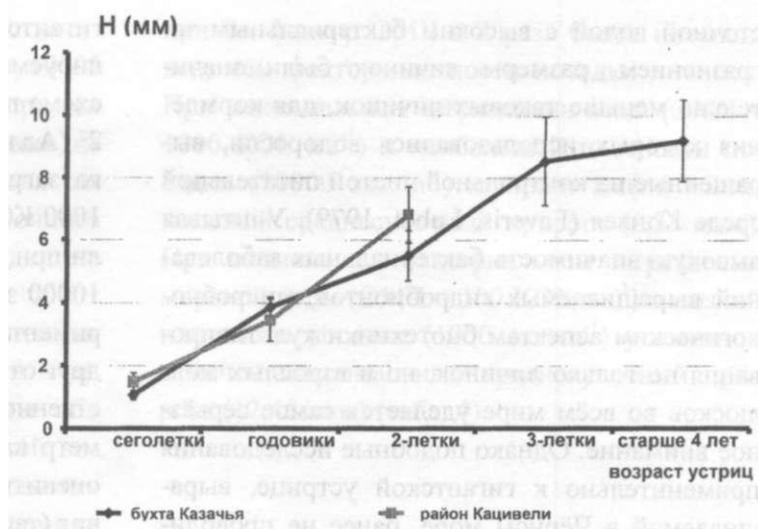


Рис. 1 Соотношение возраста и размеров *Crassostrea gigas* (Н - высота раковины)

100 % гибели личинок устриц в марихозяйствах Франции (Lacoste et al., 2001; LeRoux et al., 2002) и т. д. Подобных примеров можно привести множество, и все они будут наглядной иллюстрацией той негативной роли, которую могут играть различные бактерии в мариккультуре устриц, особенно на ранних стадиях развития моллюсков (подробную информацию по этому вопросу можно найти в монографии: Гаевская, 2010). Не стоит забывать и о том, что многие из регистрируемых у устриц бактерий, в частности из *Vibrionales*, *Pseudomonadales*, *Aeromonadales* и ряда других отрядов, относятся к группе патогенных или же условно-патогенных для человека.

Хорошо известно, что в загрязнённых водах увеличиваются как количество видов, так и численность условно-патогенных микроорганизмов, чьё негативное воздействие на личинок выращиваемых гидробионтов выражается в самых разных направлениях. Например, установлена зависимость роста, а следовательно, и размеров личинок мидии *Mytilus edulis* L., 1758 и устрицы *Ostrea edulis* от уровня бактериального и химического загрязнения питательной среды, в которой выращивались микроводоросли, используемые для их кормления. При кормлении водорослями, выращенными на питательной среде со

сточной водой с высоким бактериальным загрязнением, размеры личинок были значительно меньше таковых личинок, для кормления которых использовались водоросли, выращенные на контрольной чистой питательной среде Конвея (Faveris, Lubet, 1979). Учитывая высокую значимость бактериальных заболеваний выращиваемых гидробионтов, микробиологическим аспектам биотехники культивирования не только личинок, но и взрослых моллюсков во всём мире уделяется самое серьёзное внимание. Однако подобные исследования применительно к гигантской устрице, выращиваемой в Чёрном море, ранее не проводились.

Для выяснения влияния бактериального загрязнения морской воды на рост личинок

гигантской устрицы, выращиваемой в контролируемых условиях, мы поставили опыты по схеме полного факторного эксперимента ГТФЭ 2² (Адлер и др, 1976). Влияние бактериального загрязнения двух уровней (ОМЧ = 100 и 1000 КОЕ мл⁻¹) на рост личинок устриц изучали при двух концентрациях последних: 1000 и 10000 экз. л⁻¹. В соответствии с планом эксперимента, оба фактора варьировали независимо друг от друга, что давало возможность количественно оценить влияние на изучаемый параметр каждого из них, а также количественно оценить эффект межфакторного взаимодействия (табл. 2).

Табл. 2 Кодирование факторов, включённых в реальный эксперимент

Факторы	X1	X2	x2	X1'
Верхний уровень	x1 верх	10000	1000	+1
Нижний уровень	X1 ниж	1000	100	-1
Базовый уровень	X0	5500	550	0
Шаг варьирования	и	4500	450	+1

где: x1 - концентрация личинок (плотность посадки), экз. л

x2 - общее микробное число в среде выращивания (ОМЧ), кл мл⁻¹

Оказалось, что постепенное увеличение бактериального загрязнения морской воды до 1000 КОЕ мл⁻¹ уменьшает среднесуточный прирост личинок гигантской устрицы на стадии велигера на 16 % от среднего прироста

в сутки при нормальных условиях, максимальный же среднесуточный прирост (9,1 мкм) личинок на этой стадии отмечен при наименьшем ОМЧ (100 КОЕ мл⁻¹) (табл. 3).

Табл. 3 Матрица планирования и расчёта коэффициентов уравнения регрессии при продолжительности эксперимента 3 суток (личинки гигантской устрицы на стадии велигера)

Экспериментальные сосуды и их места			x0	x1	x2	x1x2	уср	Sg	s ² g	yT	(уср-yT) ²
1	2	3	+1	+1	+1	+1	6,4	0,66	0,43'	6,57	0,029
4	5	6	+1	-1	+1	-1	6,9	0,56	0,31	6,57	0,109
7	8	9	+1	+1	-1	-1	9,2	0,96	0,93	9,03	0,029
10	11	12	+1	-1	-1	+1	9,0	1,31	1,71	9,03	0,001

13,38

E 0,168

где: уср - средние среднесуточные приросты личинок устриц в экспериментальных сосудах

Микробиологические и паразитологические аспекты биотехнологии.

В то же время выяснилось, что плотность посадки личинок (1000 или же 10000 экз. л⁻¹) на той же стадии их развития при тех же условиях бактериального загрязнения не является лимитирующим фактором для их роста: достоверного различия среднесуточного прироста при разной плотности посадки не обнаружено.

Однако при выращивании личинок гигантской устрицы на следующей стадии - великонхи оказались чрезвычайно важны оба перечисленных фактора: и ОМЧ морской воды, и плотность посадки личинок. Оба они играют отрицательную роль для роста личинок,

причем фактор ОМЧ в 4 раза более интенсивен, чем фактор плотности посадки личинок. При максимальном загрязнении воды (ОМЧ = 1000 КОЕ мл⁻¹) и наибольшей плотности посадки (10000 экз. л⁻¹) личинки имели минимальный среднесуточный прирост (6,35 мкм). При наименьшем бактериальном загрязнении морской воды (ОМЧ = 100 КОЕ мл⁻¹) и низкой плотности посадки (1000 экз. л⁻¹) у личинок отмечен максимальный среднесуточный прирост (12,45 мкм) (табл. 4).

Табл. 4 Матрица планирования и расчёта коэффициентов уравнения регрессии для размеров личинок на 7-е сутки после начала эксперимента (личинки на стадии великонхи)

Экспериментальные сосуды и их места			x ₀	X ₁	x ₂	x ₁ x ₂	уср	S _g	S ² _g	yt	(уср-yt) ²
1	2	3	+1	+1	+1	+1	6,4	1,01	1,03	6,35	0,003
4	3	2	+1	-1	+1	-1	7,6 •	0,7	0,49	7,65	0,003
7	8	9	+1	+1	-1	-1	11,1	0,62	0,39	11,15	0,003
10	11	12	+1	-1	-1	+1	12,5	12,5	1,21	12,45	0,003
£3,12 E0,012											

где: уср - средние среднесуточные приросты личинок устриц в экспериментальных сосудах

Уже давно показано, что в качестве биомаркёров состояния организма можно использовать показатели его антиоксидантной системы. Если учесть выявленную нами зависимость темпов роста личинок устриц от бактериального загрязнения среды, то понятно наше решение проверить реакцию на названный фактор антиоксидантной системы этого моллюска на ранних стадиях развития, тем более что подобные исследования ранее не проводились. Для этого мы определяли актив-

ность каталазы у личинок на стадии велигера в возрасте одной недели и на стадии великонхи в возрасте трёх недель (личинок исследовали целиком) (Лебедовская, Шахматова, 2008). При этом личинки выращивались параллельно в двух контролируемых условиях: одни из них - в «условно» чистой воде (с общим микробным числом ОМЧ = 100 КОЕ мл⁻¹), другие - в морской воде с выраженным бактериальным загрязнением (ОМЧ = 1000 КОЕ мл⁻¹) (табл. 5).

Табл. 5 Активность каталазы личинок гигантской устрицы разного возраста при выращивании в различной по бактериальному загрязнению морской воде

Возраст личинок	Значение каталазной активности, мг Н ₂ O ₂ /(г ткани*мин)	
	в воде с минимальным загрязнением (ОМЧ = 100КОЕ мл ⁻¹)	в воде с максимальным загрязнением (ОМЧ= 1000 КОЕ ^{мл⁻¹}) •
1 неделя	0,297 ± 0,044	0,472 ± 0,049
3 недели	0,662 ± 0,068	1,058 ± 0,049

Прежде всего, мы выявили, что с возрастом личинок у них наблюдается рост каталазной активности. В частности, у личинок 3-недельного возраста на стадии великонхи ферментативная активность в 2,2 раза выше, чем у недельных личинок, находящихся на стадии велигера.

Кроме того, установлено, что увеличение общего микробного числа морской воды до 1000 КОЕ мл⁻¹, т.е. в 10 раз, увеличивает каталазную активность личинок в 1,6 раза, причём как у велигеров, так и у великонх (см. табл. 5). Иными словами, бактериальное загрязнение морской воды действует на личинок гигантской устрицы как фактор стресса, и, таким образом, играет важную роль в процессе их выращивания в условиях питомника.

Следовательно, организация микробиологического контроля качества воды, используемой в марихозяйстве для получения личинок гигантской устрицы, является одной

из превентивных мер, направленных на предупреждение их бактериальной обсеменённости и получение жизнеспособного спата.

Известно, что водорастворимые метаболиты бактерий родов *Pseudoalteromonas*, *Vibrio* и *Pseudomonas* способны препятствовать оседанию личинок беспозвоночных животных. Поэтому ледующий этап наших исследований заключался в изучении влияния бактериального обрастания коллекторных пластин на интенсивность оседания спата гигантской устрицы. Для этой цели использовались чистые сухие пластмассовые коллекторные пластинки и такие же пластинки, но с бактериальной микроплёнкой, интенсивность развития которой напрямую зависела от срока её экспонирования (от 1 до 5 недель) в бассейне с морской водой (рис. 2).

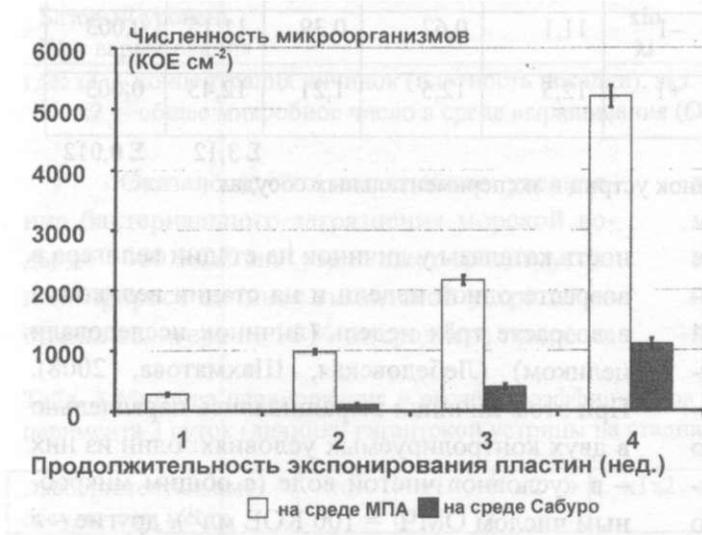


Рис. 2 Численность микроорганизмов на поверхности коллекторных пластин с разным сроком экспонирования в морской воде

Оседание спата устриц в ёмкостях с экспериментальными коллекторами обоих типов, т. е. предварительно не выдерживаемых и выдерживаемых в морской воде, прошло в течение 6 сут. Через 27 сут. спат достиг размеров 5 - 7 мм и был готов к высадке в море. Количество осевшего спата на пластинки с разным сроком экспонирования представлено на рис. 3.

Оказалось, что на пластинках, выставленных для оседания спата без предварительного выдерживания в воде и потому не имевших бактериальной микроплёнки, осело в среднем по 10 уст. м⁻², что почти в 10 раз меньше максимального оседания (95 уст. м⁻²), наблюдаемого на пластинках двухнедельной экспозиции с хорошо развитой бактериальной плёнкой (ОМЧ на среде МПА - 975, на среде Сабуро - 100 кл см⁻²). Однако последующее чрезмерное развитие слизистой плёнки (см. рис. 2) привело к уменьшению числа осевших особей устриц в среднем в 4 раза.



Рис. 3 Количество осевшего спата гигантской устрицы в зависимости от времени предварительного экспонирования коллекторов в морской воде (а - без экспонирования; б - е - экспонирование в течение недель: б - одной, в - двух, г - трёх, д - четырёх и е - пяти недель)

Большинство микроорганизмов, выделенных с коллекторных пластин, при росте на среде МПА оказались представлены актиномицетами (рис. 4), присутствовали также грамотрицательные палочки; на среде Сабуро доминировали дрожжеподобные организмы (рис. 5).

В морской воде бассейна в это же время доминировали актиномицеты.

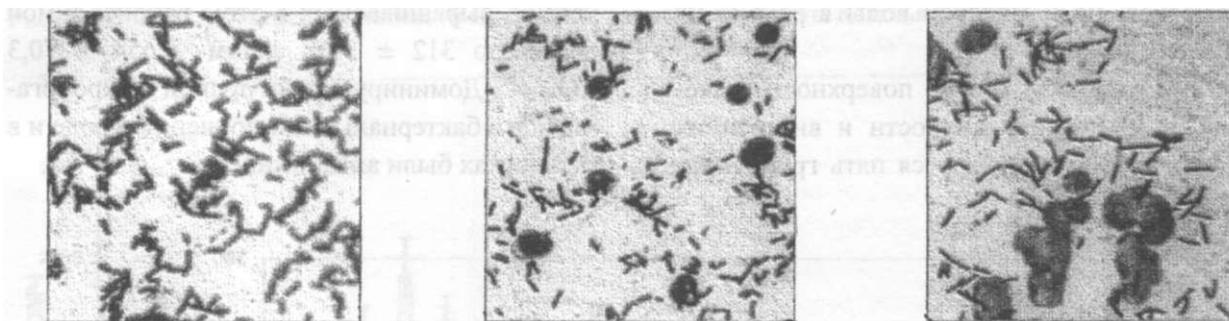


Рис. 4 Микроорганизмы коллекторных пластин (на среде МПА), представленные актиномицетами

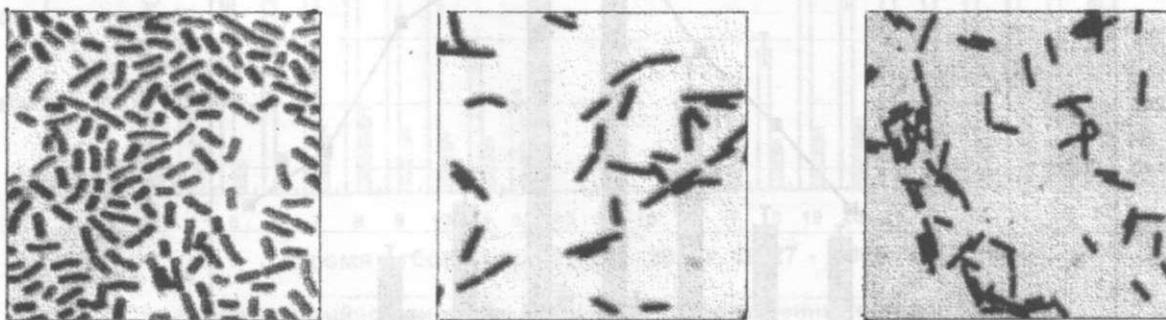


Рис. 5 Дрожжеподобные организмы на коллекторных пластинах (на среде Сабуро)

Таким образом, наличие на коллекторных пластинах бактериальной микроплёнки в первые 3 - 4 недели благоприятствует оседанию на них личинок гигантской устри-

цы, но затем чрезмерное развитие этой плёнки начинает негативно влиять на этот процесс. Причины подобной зависимости ещё предстоит выяснить. Возможно, что определённую

роль здесь играют не только таксономический состав бактерий, но и выделяемые ими метаболиты (Zobell, 1972). Выше мы уже упоминали об отрицательном влиянии метаболитов некоторых бактерий на оседание личинок беспозвоночных животных на субстрат.

После выставления полученного спата устриц в море на носитель, мы попытались изучить формирование сообщества микроорганизмов у устриц в процессе их выращивания в естественных условиях, различающихся по характеру бактериальной обсеменённостиTM. Для этого был проведён двухлетний эксперимент по выращиванию гигантской устрицы в двух точках бухты Казачья (одна из них на входе в бухту, вторая - в её центральной части), в ходе которых ежемесячно выполнялся микробиологический анализ не только самих моллюсков, но и морской воды в районе их выращивания.

Оказалось, что на поверхности раковины, в мантийной жидкости и внутренних органах устриц встречаются пять групп мик-

роорганизмов, включающих как грамотрицательные, так и грамположительные бактерии. При этом обсеменённость внутренних органов и мантийной жидкости была неоднородной и фактически зависела от бактериального загрязнения окружающей среды. К тому же, в зависимости от температуры окружающей среды в бактериальной ассоциации наблюдалась смена доминирующих групп микроорганизмов.

На протяжении всего периода исследований наименьшее ОМЧ как в морской воде, так и в моллюсках отмечалось у входа в бухту Казачья, где существует хороший водообмен с открытым морем (рис. 6 - 10). Максимальное значение ОМЧ морской воды в этой точке не превышало 80 ± 6 КОЕ/мл (летний период). ОМЧ внутренних органов устриц, выращиваемых в этом районе, зимой достигало $312 \pm 34,1$, летом - $654 \pm 70,3$ КОЕ г. Доминирующей группой микроорганизмов в бактериальной ассоциации в воде и в моллюсках были актиномицеты.

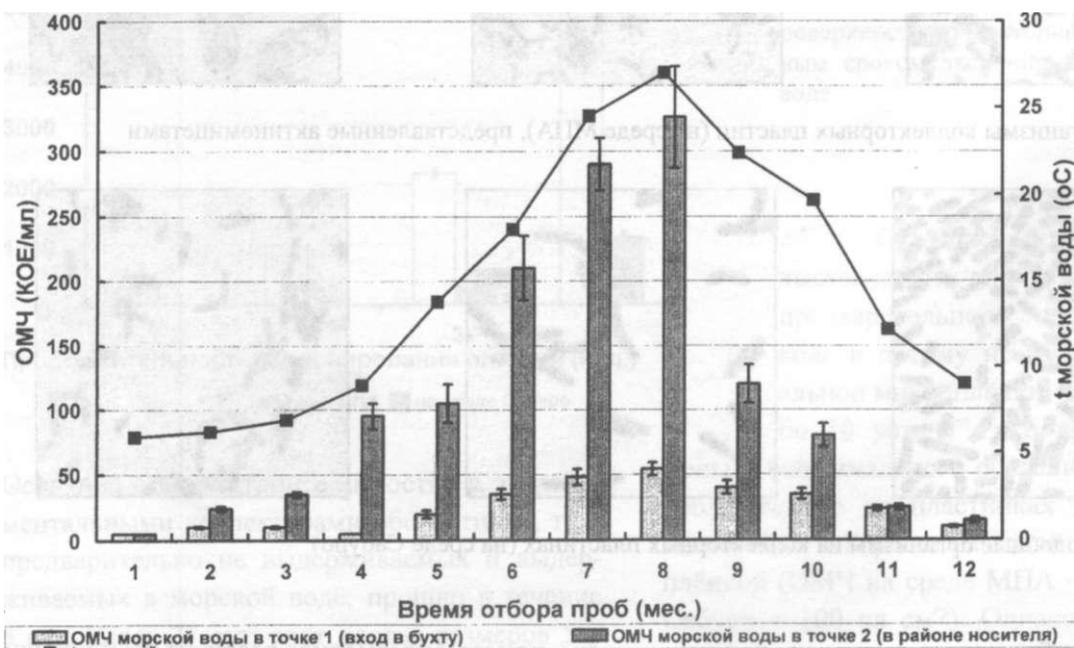


Рис. 6 Сезонная динамика численности микроорганизмов в воде бухты Казачья в 2007 г.

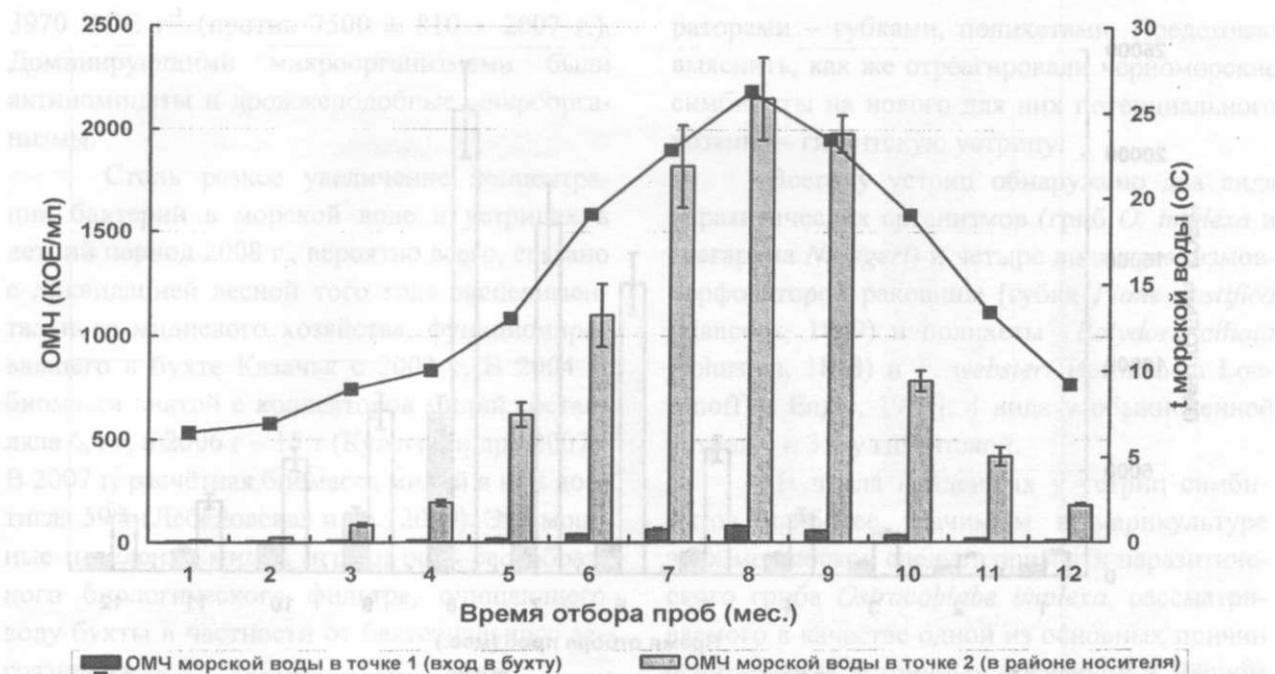


Рис. 7 Сезонная динамика численности микроорганизмов в воде бухты Казачья в 2008 г.

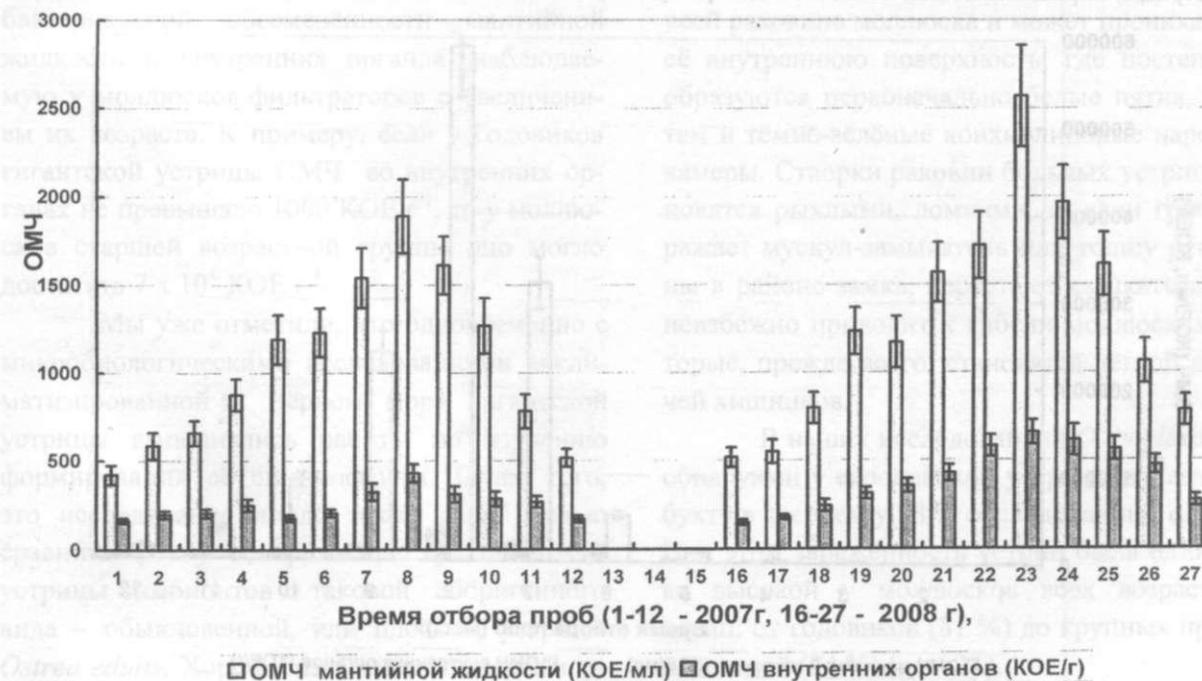


Рис. 8 Сезонная динамика численности микроорганизмов в мантийной жидкости и внутренних органах гигантской устрицы, выращиваемой на носителе у входа в бухту Казачья (2007 – 2008)

В центральной части бухты в месте установки устричного носителя в 2007 г. OMЧ в морской воде в летний период при температуре воды 27°C было на порядок, а в 2008 г. - на два порядка выше OMЧ, наблюдаемого у вхо-

да в бухту. Доминирующими группами микроорганизмов в бактериальной ассоциации были актиномицеты и дрожжеподобные организмы.

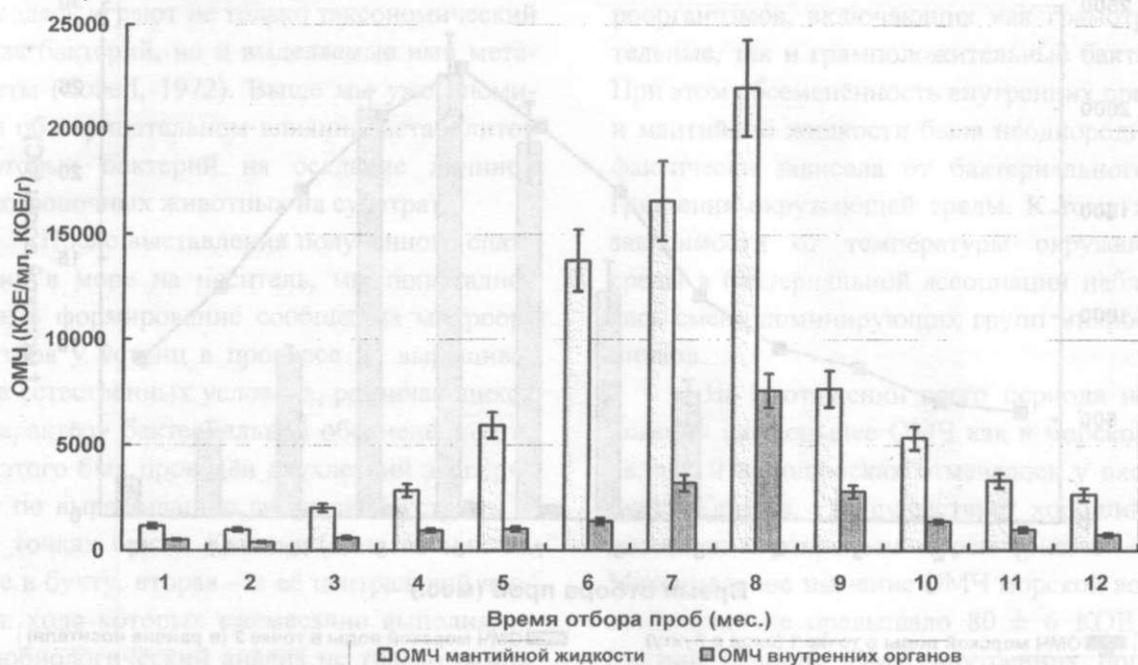


Рис. 9 Сезонная динамика численности микроорганизмов в мантийной жидкости и внутренних органах гигантской устрицы, выращиваемой на носителе в центре бухты Казачья в 2007 г.

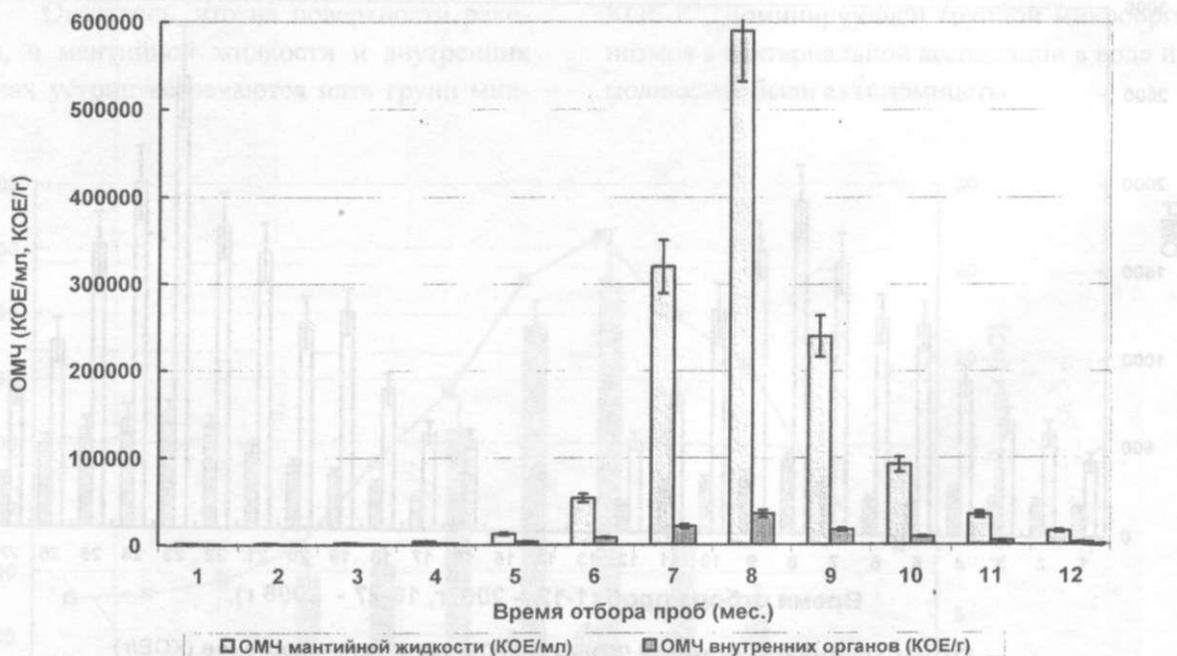


Рис. 10 Сезонная динамика численности микроорганизмов в мантийной жидкости и внутренних органах гигантской устрицы, выращиваемой на носителе в центре бухты Казачья в 2008 г.

Бактериальная обсеменённость устриц на носителях в зимний период в эти годы была значительно ниже ($952 \pm 89,2$ и $1393 \pm 145,4$ КОЕ г⁻¹) отмечаемой летом. Доминировали грамотрицательные палочки и актиномицеты.

Максимальная обсеменённость внутренних органов устриц здесь также отмечена в летние периоды. Причём в 2008 г. наблюдалось резкое (почти в 5 раз) увеличение обсеменённости устриц: ОМЧ достигало $36\ 000 \pm$

3970 КОЕ г⁻¹ (против 7500 ± 810 в 2007 г.). Доминирующими микроорганизмами были актиномицеты и дрожжеподобные микроорганизмы.

Столь резкое увеличение концентрации бактерий в морской воде и устрицах в летний период 2008 г., вероятно всего, связано с ликвидацией весной того года экспериментального мидиевого хозяйства, функционировавшего в бухте Казачья с 2002 г. В 2004 г. биомасса снятой с коллекторов мидий составляла 6,4 т, в 2006 г - 15 т (Кулагин и др., 2007). В 2007 г. расчётная биомасса мидий в нём достигла 59 т (Лебедевская и др., 2009). Эти мощные поселения мидий играли роль своеобразного биологического фильтра, очищающего воду бухты в частности от бактериального загрязнения.

Кроме того, наши исследования подтвердили известную закономерность роста бактериальной обсеменённойTM мантийной жидкости и внутренних органов, наблюдаемую у моллюсков-фильтраторов с увеличением их возраста. К примеру, если у годовиков гигантской устрицы ОМЧ во внутренних органах не превышало 1000 КОЕ г⁻¹, то у моллюсков старшей возрастной группы оно могло достигать 7 × 10⁴ КОЕ г⁻¹.

Мы уже отметили, что одновременно с микробиологическими исследованиями акклиматизированной в Чёрном море гигантской устрицы выполнялись работы по изучению формирования её симбиофауны. Более того, это исследование имело также своей целью сравнить фауну обнаруженных у гигантской устрицы симбионтов с таковой аборигенного вида - обыкновенной, или плоской, устрицы *Ostrea edulis*. Хорошо известно, что черноморская *O. edulis* подвержена ряду заболеваний: это и раковинная болезнь, вызываемая уже упомянутым выше паразитическим грибом *Ostracoblabe implexa*, и нематодсиозис, чей возбудитель - грегарина *Nematopsis legeri* De Beauchamp, 1910 - широко распространён у моллюсков в Средиземноморском бассейне, это и поражение раковины различными перфо-

раторами - губками, полихетами. Предстояло выяснить, как же отреагировали черноморские симбионты на нового для них потенциального хозяина - гигантскую устрицу.

Всего у устриц обнаружено два вида паразитических организмов (гриб *O. implexa* и грегарина *N. legeri*) и четыре вида организмов-перфораторов раковины [губка *Pione vastifica* (Hancock, 1849) и полихеты *Polydora ciliata* (Johnston, 1838) и *P. websteri* Hartman in Lousanoff et Engle, 1943]: 4 вида у обыкновенной устрицы и 3 - у гигантской.

Из числа найденных у устриц симбионтов наиболее значимым в марикультуре этих моллюсков следует признать паразитического гриба *Ostracoblabe implexa*, рассматриваемого в качестве одной из основных причин исчезновения устричных поселений в Чёрном море. Этот высоко патогенный для устриц гриб по мере своего роста распространяется по всей раковине моллюска и может проникать на её внутреннюю поверхность, где постепенно образуются первоначально белые пятна, а затем и тёмно-зелёные конхиолиновые наросты, камеры. Створки раковин больных устриц становятся рыхлыми, ломкими, и, если гриб поражает мускул-замыкатель или толщу раковины в районе замка, перестают смыкаться, что неизбежно приводит к гибели моллюсков, которые, прежде всего, становятся лёгкой добычей хищников.

В наших исследованиях *O. implexa* был обнаружен у европейской устрицы в Казачьей бухте в среднем у 88 % обследованных особей. При этом заражённость устриц была одинаково высокой у моллюсков всех возрастных групп: от годовиков (81 %) до крупных производителей (94 %) (рис. 11).

Поскольку у гигантской устрицы мы не нашли *O. implexa*, то для проверки возможности заражения её данным паразитом мы содержали этих моллюсков в течение года в одних садках с особями европейской устрицы, поражёнными «раковинной болезнью».

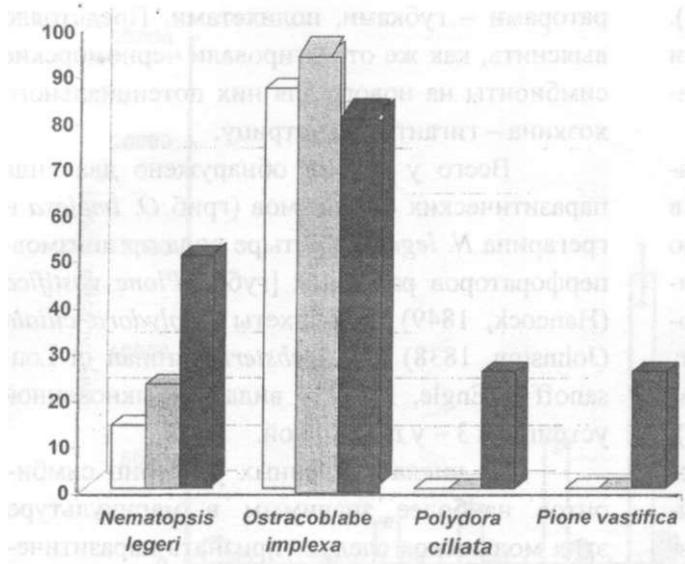


Рис. 11 Встречаемость (%) наиболее опасных представителей симбиофауны у обыкновенной устрицы *Ostrea edulis* в Чёрном море

- годовики
- двухлетки
- производители

Пробы для микробиологического и паразитологического анализа отбирали с поверхности раковины, из мантийной жидкости и внутренних органов (мантии, печени) у обоих видов моллюсков одновременно.

В противоположность заражённой грибом обыкновенной устрице, ни на поверхности раковины, ни в её толще, ни во внутренних органах гигантской устрицы после её содержания в садке с больной европейской устрицей *O. implexa* не был обнаружен. Следовательно, даже при совместном содержании с черноморскими устрицами, поражёнными раковинной болезнью, гигантская устрица не подвержена заражению этим грибом, во всяком случае, в настоящее время.

И ещё одна интересная деталь. Сравнение бактериальной обсеменённости обоих видов устриц после их совместного содержания в садке показало, что ОМЧ поверхности раковины гигантской устрицы на порядок ниже такового европейской устрицы (соответственно 4.6×10^3 и 2.2×10^4 КОЕ см⁻²). На поверхности раковины *O. edulis* при росте на среде МПА доминировали актиномицеты (94%), на среде Сабуро отмечался сливной рост колоний мицелиальных грибов и дрожжей. На поверхности раковины *S. gigas* на среде МПА доминировали грамотрицательные палочки, на

среде Сабуро рост микроорганизмов отсутствовал.

Ещё одной из причин вымирания обыкновенной устрицы в Чёрном море рассматривают заселение её раковин перфорирующей губкой *Pione vastifica* (историю описания этого вида, 150 лет фигурировавшего в научной и научно-популярной литературе под названием *S. Pona vastifica*, см. в обзорной монографии: Гаевская, 2009). При заселении моллюсков этой губкой у тех наблюдается повреждение лигамента, сопровождаемое сквозным сверлением раковины и её активным разрушением. У сильно поражённых моллюсков отмечается значительное снижение массы тела (Кракатица, Каминская, 1979). Пионе впервые отмечена у гигантской устрицы возрастом 7-8 лет, привезённой с Дальнего Востока и акклиматизированной в Чёрном море, ещё в 1986 г. (Ковальчук, 1989). Хорошо известно, что у губок-сверлильщиков фактически отсутствует избирательность в выборе хозяина для своего поселения, а основополагающим фактором в таких случаях выступает топическая близость моллюсков и губок. Как же *P. vastifica* осваивает гигантскую устрицу в настоящее время?

Мы проследили процесс освоения губкой гигантской устрицы из марихозьяства в бухте Казачья. В 2001 г. пионе у гигантской устрицы не встречалась (Лебедовская, Бело-

Фастова, 2008). Однако через 7 лет, в 2008 г., поселенец уже был выявлен у моллюсков, но только у тех, чей возраст превышал 4 года (высота раковины 60 - 125 мм). При этом доля поражённых особей среди моллюсков этого возраста составляла 64 %, а поражение раковины охватывало от 30 до 100 % её площади. В 2009 г. *P. vastifica* обнаружена здесь не только у 4-летних устриц, но и у 3-летних моллюсков: доля поражённых особей среди них составляла 10 %, а средняя площадь поражения раковин - 30 %. Заселённость губкой моллюсков 4-летнего возраста (3-летки в 2008-м году), обследованных в это же время, осталась практически на уровне предыдущего года - соответственно 58 и 73.3 %. У годовиков и двухлеток (96 экз.) пионе пока не обна-

ружена (Гаевская, Лебедевская, 2010) (рис. 12).

У трёхлетних устриц перфорация раковин сосредоточена в основном в районе верхушки, а у устриц старшей возрастной группы она захватывает не только верхушку, но и большую часть всей раковины. Это совпадает с имеющейся информацией об особенностях заселения пионной раковин черноморских мидий, которое всегда начинается с наиболее утолщённой верхушечной части, уже несколько изношенной в естественных условиях и имеющей ряд потерто-

Рис. 12 Экстенсивность и интенсивность заселения гигантской устрицы сверлящей губкой *P. vastifica*



И хотя мнения исследователей относительно характера взаимоотношений между *P. vastifica* и заселяемыми ею моллюсками расходятся, однако в целом следует признать наличие отрицательного влияния этой губки на хозяина.

Прежде всего, губка механически разрушает раковину устрицы, поэтому моллюск вынужден наращивать дополнительные слои раковины, что приводит к её утолщению при одновременном уменьшении массы мягких тканей. Наконец, на примере черноморских мидий показано, что у поражённых губкой моллюсков уменьшается содержание гликогена, снижаются темпы роста (Гаевская и др., 1990).

При микробиологическом исследовании мантийной жидкости и внутренних органов устриц выяснилось, что обсеменённость

мантийной жидкости заселённых губкой устриц (ОМЧ в среднем 5×10^5 КОЕ мл⁻¹) на 2 порядка, а внутренних органов (8×10^4 КОЕ мл⁻¹) на порядок выше, чем у особей того же возраста, но не заселённых губкой (соответственно 4×10^3 и 1×10^3) (Гаевская, Лебедевская, 2010).

Доминирующей группой в бактериальной ассоциации здоровых устриц, как в мантийной жидкости, так и во внутренних органах, были актиномицеты, составлявшие от 72 до 100 % от всех бактерий (Гаевская, Лебедевская, 2010). При этом в бактериальных

ассоциациях присутствовали микроорганизмы, относящиеся к 4 систематическим группам. У пораженных *P. vastifica* устриц высевались лишь дрожжи (76 %) и мицелиальные грибы (24 %) (Гаевская, Лебедевская, 2010; рис. 46).

В целом высокие показатели заселённости губкой *Pione vastifica* культивируемой в Чёрном море гигантской устрицы свидетельствуют о том, что она, равно как и другие виды черноморских моллюсков с крупной раковиной (например, мидия, рапана), активно используются данным сверлильщиком в качестве субстрата. Выявленная нами более высокая обсеменённость микроорганизмами внутренних органов и мантийной жидкости заселённых губками устриц, в сравнении с незаселёнными особями, говорит о наличии положительной корреляции между встречаемостью у этих моллюсков губки и численностью обнаруживаемых в них микроорганизмов, что также вполне объяснимо. И устрица, и губка относятся к группе фильтраторов, пропускающих через свой организм в процессе питания огромные объёмы воды. Результатом столь активной фильтрационной деятельности является концентрация в их организмах самых разных бактерий (среди которых могут оказаться и патогенные виды), иногда в значительных количествах. Иными словами, более высокая обсеменённость микроорганизмами заселённых губками устриц в определённой степени отражает обсеменённость и её поселенца.

Ещё одним перфоратором раковин моллюсков, в том числе гигантской устрицы, являются полихеты рода *Polydora*. Негативное влияние полидор на устриц, выращиваемых в марихозьях, отмечают многие авторы (подробную информацию по этому вопросу см. в монографии: Гаевская, 2008). При этом подчёркивается их серьёзное экономическое значение во многих хозяйствах мира. До последнего времени у моллюсков Чёрного моря отмечали один вид *Polydora* - *P. ciliata*. Однако недавно показано, что в этом водоёме у них встречается ещё один вид данного рода - *P. websteri*. Именно этот вид и зарегистрирован у

гигантской устрицы в обоих хозяйствах (Лисицкая и др., 2010).

В марихозьях, расположенном в бухте Казачья, полидоры были найдены у устриц, начиная с двухлетнего возраста; у сеголеток и годовиков они не обнаружены.

На внутренней поверхности поражённых полихетами раковин обнаруживаются заполненные илом крупные блистеры, занимающие от одной четверти до одной трети её площади. В блистерах одновременно может находиться от 1 до 3 червей. Кроме блистеров, в толще раковины наблюдаются U-образные ходы, просверленные полидорами и заполненные детритом (рис. 13).

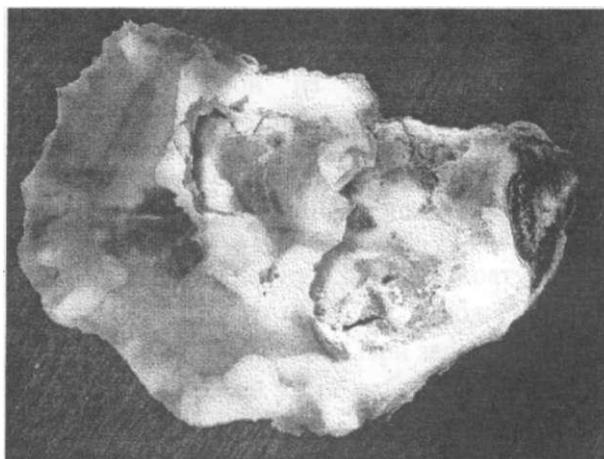


Рис. 13 Вскрытые блистеры на внутренней поверхности раковины гигантской устрицы (ориг.)

Экстенсивность (доля заселённых моллюсков от общего числа обследованных особей, ЭП) и интенсивность поражения (среднее количество полихет, обнаруженных в одном заселённом моллюске, ИП), а также индекс обилия (среднее количество полидор, регистрируемых в обследованной выборке моллюсков, ИО) увеличиваются с возрастом моллюсков (табл. 6).

В 2001 г. доля поражённых полидорой устриц в марихозьях в бухте Казачья достигала 22.7 %, причём полидоры (тогда вид определили как *Polydora ciliata*) были обнаружены

только у устриц старших возрастных групп (Лебедовская, Белофастова, 2008).

Табл. 6 Встречаемость полихеты *Polydora websteri* у гигантской устрицы в марихозийстве бухты Казачья

Возраст устриц	Средняя экстенсивность поражения, %	Средняя интенсивность поражения, экз./молл.	Индекс обилия, экз./молл.
2-хлетки	12,9	1,5	0,19
3-летки	25,0	1,88	0,47
Старше 4 лет	29,31	2,24	0,66

Как мы видим, в настоящее время встречаемость полихет у устриц здесь возросла, при одновременном освоении этими червями моллюсков моложе 4-летнего возраста (у годовиков полидора пока не найдена).

Иные результаты получены при изучении встречаемости полидоры у гигантской устрицы в марихозийстве в районе Качивели: здесь эти черви обнаружены уже и у годовиков, причём показатели поражённое™ устриц этой возрастной группы были практически на том же уровне, что двухлеток в бухте Казачья. Средняя ЭП этих моллюсков составляла 11,34 %, средняя ИП - 1,2 экз. полидор/устр., ИО - 0,13 экз. полидор/ устр. У двухлеток этого хозяйства эти показатели были значительно выше: соответственно 27,45 %, 1,7 экз. и 0,47 экз. полидор/ устр., и фактически соответствовали таковым, регистрируемым у 3-леток в бухте Казачья. Максимальное количество полидор, обнаруженных в одном блистере, составляло 4 экз. У некоторых моллюсков блистер на внутренней поверхности раковины занимал до половины площади всей створки моллюска (у устриц в бухте Казачья не более одной трети). Естественно, столь значительное повреждение раковины резко ухудшает товарные качества выращиваемых устриц, что при высокой доле поражённых моллюсков может негативно повлиять на рентабельность марихозийства.

Более того, учитывая результаты, полученные при изучении заселённости полидорой

гигантской устрицы в марихозийстве Качивели, вполне можно предположить, что и в бухте Казачья будет наблюдаться постепенный рост встречаемости этих полихет у данного хозяина, способных заселять моллюсков уже в годовалом возрасте. Кстати, многие исследователи относят *P. websteri* к числу наиболее патогенных для устриц полидор (см. обзор: Гаевская, 2008).

Итак, попробуем подвести итоги впервые выполненного на Чёрном море комплексного микробиологического и паразитологического обследования гигантской устрицы, выращиваемой в двух хозяйствах у побережья Крыма. Кратко их можно представить следующим образом:

- бактериальное загрязнение морской воды влияет на рост личинок гигантской устрицы, выращиваемых в контролируемых условиях: при высоком загрязнении (1000 КОЕ мл⁻¹) наблюдается снижение темпов роста личинок;
- бактериальное загрязнение морской воды действует на растущих личинок устриц как фактор стресса, что подтверждает значительное увеличение их каталазной активности;
- степень развития бактериальной микроплёнки на субстрате влияет на интенсивность оседания личинок устрицы: в первые 2 - 3 недели бактериальная плёнка в определённой степени стимулирует оседание спата, но в дальнейшем по мере её развития оказывает угнетающее воздействие;
- уровень бактериальной обсемененности™ мантийной жидкости и внутренних органов моллюсков растёт с их возрастом, и в значительной мере зависит от степени бактериального загрязнения окружающей среды и температуры воды;
- в зависимости от температуры окружающей среды в бактериальной ассоциации гигантской устрицы наблюдается смена доминирующих групп микроорганизмов;
- опасный для устриц паразитический гриб *Ostracoblabe implexa* у гигантской устри-

цы пока не найден, попытки заразить им этого моллюска оказались безуспешными;

- за последние годы опасная для моллюсков полихета-сверлильщик *Polydora websteri*, ранее регистрируемая у устриц только старше 4 лет, появилась у моллюсков уже годовалого возраста; высокая степень заселённости ею раковин устриц и наличие крупных блистеров резко ухудшают товарные качества выращиваемых моллюсков и при высокой доле поражённых особей могут негативно повлиять на рентабельность марихозяйства;
- губка-сверлильщик *Pione vastifica*, отмечаемая в 2008 г. только у устриц старше четырёх лет, в 2009 г. обнаружена уже у моллюсков трёхлетнего возраста; степень поражённости раковины у крупных особей может достигать 100%;

Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976. - 279 с.

Гаевская А. В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). VI. Полихеты (Polychaeta). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. - 137 с.

Гаевская А. В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). VIII. Губки (Porifera). - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. - 101 с.

Гаевская А. В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). X. Бактерии (Bacteria). - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. - 202 с.

Гаевская А. В., Губанов В. В. и др. Паразиты, комменсалы и болезни черноморской мидии. - Киев: Наук, думка, 1990. - 132 с.

Золотницкий А. П. Биологические основы культивирования промысловых двустворчатых моллюсков (*Bivalvia Mytiliformes*) в Чёрном море: автореф. ДИСС...ДОКТ. биол. наук. - Киев, 2004. - 35 с.

Ковальчук Н. А. Фауна перфораторов раковин тихоокеанской устрицы, культивируемой в Чёрном море // Научно-технические проблемы марикультуры в стране - Тез. докл. Всесоюз. конф. (Владивосток, 23 - 28 окт. 1989 г.). - Владивосток, 1989. - С. 181-182.

Кракатица Т. Ф., Каминская Л. Д. Сверлящая деятельность губок - вредителей устричных банок Черного моря // Биология моря. 1979. - Вып. 6. - С. 15-19.

- между встречаемостью *Pione vastifica* у гигантской устрицы и высокой обсемененностью её внутренних органов и мантийной жидкости микроорганизмами наблюдается положительная корреляция, что связано с биологическими особенностями этих животных, относящихся к группе активных фильтраторов.

Таким образом, наши исследования убедительно свидетельствуют о необходимости тщательного контроля микробиологического состояния воды, используемой для получения спата гигантской устрицы, а также об обязательном включении мониторинга микробиологического и паразитологического состояния как самих устриц, так и района установки устричного хозяйства в биотехнологический процесс культивирования этих моллюсков.

Кулагин В.В., Чернига А. Ю., Ерохин В. Е. Культивирование мидий в бухте Казачья // Экологические проблемы Черного моря: Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции (31 мая - 1 июня 2007 г, г. Одесса). - Одесса, 2007. - С. 192 - 197.

Ладыгина Л. В. Микроводоросли как кормовые объекты личинок мидий и устриц: автореф. дисс. . . . канд. биол. наук. - Севастополь, 2007. - 24 с.

Лебедевская М. В. Особенности роста спата тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas*) в контролируемых условиях // Рыбное хозяйство Украины. - 2005. - Спец. выпуск по материалам научно-практической конференции: Морские технологии: проблемы и решения (Керчь, 2005 г.). - С. 100 - 102.

Лебедевская М. В., Белофастова И. П. Паразиты и заболевания устриц *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) и *Ostrea edulis* (Linne, 1758) в Чёрном море // Сб. научн. статей по материалам IV Съезда Паразитологического общества при РАН (Санкт-Петербург, 20 - 25 октября 2008 г.). - С.-Петербург, 2008. - С. 122- 126.

Лебедевская М. В., Шахматова О. А. Активность каталазы и рост личинок гигантской устрицы при их культивировании в различной по бактериальной загрязненности среде // Заповедники Крыма 2009: Сборн. научн. статей по материалам 6 Международной научно-практич. конф. «Заповедники Крыма- 2009» (22 - 23 октября 2009 г, г. Симферополь). - Симферополь, 2009. - С. 303 - 306.

- Лебедовская М. В., Штейнберг Т. С., Остапчук Т. В. Мидийно-устричное хозяйство и микробиологическая обстановка в бухте Казачья // Рыбное хозяйство Украины. - 2009. - 4 (63). - С. 25 - 26.
- Лисицкая Е. В. Меропланктон прибрежных вод Крыма (черноморский сектор): автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - Севастополь, 2005. - 23 с.
- Лисицкая Е. В., Болтачева Н. А., Лебедовская М. В. Новый для фауны Украины вид - *Polydora websteri* Hartman, 1943 (Polychaeta: Spionidae) из прибрежных вод Крыма (Чёрное море) // Морск. экол. журн. - 2010. - 9, 2. - С. 74 - 80.
- Переладов М. В. Современное состояние популяции черноморской устрицы // Прибрежные гидробиологические исследования: Тр. ВНИРО. - 2005. - 144.-С. 254-274.
- Пиркова А. В. Пораженность черноморских устриц раковинной болезнью. Профилактика и селекция на устойчивость к заболеванию // Рыб. хоз-во Украины - 2002. - № 3, 4. - С. 45 - 47.
- Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Определение оптимальных условий роста и выживаемости личинок устрицы *Crassostrea gigas* на разных стадиях развития // Рыбное хозяйство Украины. - 2004. - Спец. выпуск по материалам научно-практич. Конф.: Морские технологии: проблемы и решения (Керчь, 2004 г.).-С. 173 - 177.
- Пиркова А. В., Попов М. А. Динамика линейного и весового роста устриц *Crassostrea gigas*, культивируемых в бухте Карантинная // Рыбное хозяйство Украины. - 2005. - Спец. вып. по материалам научно-практич. конф.: Морские технологии: проблемы и решения (Керчь, 2004 г.). - С. 115 - 116.
- Colwell R., Liston J. Microbiology of shellfish. Bacteriological study of the natural flora of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). // Appl. Microbiol. - 1960. - 8. - P. 104-109.
- Faveris R., Lubet P. Continuous primary production for the feeding of apogee bivalves / Mechanisms and control of marine biological production. Artificial closed systems. Littoral ecosystems: National Conference 'Ecotron' (Paris (France). - Publ. by CNEXO, Paris, 1979. - P. 155 - 180.
- Gu J.-D., Maki J. S., Mitchell R. Microbial biofilms and their role in the induction and inhibition of invertebrate settlement // Zebra mussels and other aquatic nuisance species // Frank D'Itri (ed.). - Chelsea, Michigan: An. Arbor Press, 1997. - P. 343 - 357.
- Lacoste A., Jalabert F., Malham S., Cuffe A., Gelebart F., Cordevant C, Lange M., Poulet S. A. A *Vibrio splendidus* strain is associated with summer mortality of juvenile oysters *Crassostrea gigas* in the Bay of Morlaix (North Brittany, France) // Dis. Aquat. Org. - 2001. - 46, 2.-P. 139- 145.
- Le Roux F., Gay M., Lambert C, Wachter M., Poubalanne S. et al. Comparative analysis of *Vibrio splendidus-rehted* strains isolated during *Crassostrea gigas* mortality events // Aquat. Living Resources. - 2002. -15, 4.-P. 251 -258.
- Pawiro S. 2. Bivalves: Global production and trade trends / Safe management of shellfish and harvest waters. - Eds. G. Rees, K. Pond, D. Kay et al. - World Health Organization (WHO). - IWA Publ., Lnd, UK, 2010.- P. 11 - 19.
- Young L. Y., Mitchell R. The role of microorganisms in marine fouling // Int. Biodeteriot. Bull. - 1973. - 9. - P. 105- 109.
- Zobell C. E. Bacteria, fungi and blue-green algae // Kinne O. (ed.). Marine Ecology. Vol. 1. Environmental factors. Part 3 // Wiley Interscience, N. Y., 1972.-P. 1251 - 1270.

6.2. Эпизоотологический мониторинг пилотной мидийной фермы как основа рационального ведения марихозяйства

Среди эндосимбионтов, зарегистрированных у мидии *Mytilus galloprovincialis* в Чёрном море, инфузория *Peniculistoma mytili* (De Morgan, 1925), грегарина *Nematopsis legeri* De Bechamp, 1910, сверлящая губка *Pione vastifica* (Hancock, 1849), турбеллярия *Urastoma cyprinae* (Graff, 1903) и трематода *Proctoeces maculatus* Odhner, 1911 могут вызывать у неё заболевания, а губка *P. vastifica*, полихета *Polydora ciliata* (Johnston 1838) и трематода *Parvatrema duboisi* Bartoli, 1974 ухудшают потребительские свойства мидий. Медицинское значение

имеют метацеркарии трематод *P. duboisi* и *Echinostoma sudanense* Odhner, 1911 (Гаевская, и др., 1990; Мачкевский, 1989). На основании биологических и экологических особенностей каждого из эндосимбионтов можно предположить, что в различных районах фермеры столкнутся с различными эпизоотическими ситуациями. В целях реализации концепции эпизоотологического мониторинга как элемента биотехнологии культивирования морских гидробионтов (Мачкевский, Гаевская, 2011), контроля и управления эпизоотической ситуа-