

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ

1871



21

1985

считывалось более 49 млн. кл/м³ (слой 0—75 м), а биомасса превышала 200 мг/м³ с максимальной величиной 296 мг/м³ на крайней западной станции. Наиболее низкая биомасса (52 мг) получена над восточной вершиной банки; весь район делился на более продуктивную западную и менее продуктивную восточную части изопланктами 20 млн. кл., 100 мг/м³, проходящими на равном расстоянии между вершинами.

В заключение можно сказать, что как в мезотрофном субтропическом районе горы Вима, так и в более продуктивном субантарктическом районе банки Дискавери влияние поднятий практически не отражалось на формировании полей распределения фитопланктона. В исследуемый период оно, по-видимому, перекрывалось влиянием генеральной схемы течений. Повышение численности и биомассы с западной стороны банок, очевидно, обуславливалось влиянием течения Западных ветров. В большей мере оно сказывалось на субантарктическом районе банки Дискавери и в меньшей — на Вима.

1. Россов В. В., Демин Б. Т., Демина Н. В. Исследование водных масс юго-восточного сектора южноатлантического антициклонального круговорота. — Экология моря, 1980, вып. 3, с. 3—8.
2. Роухияйнен М. И. Фитопланктон юго-восточного сектора южноатлантического антициклонального круговорота. — Там же, с. 9—14.
3. Роухияйнен М. И., Филлипов Н. А., Кукина А. В. Первичная продукция у юго-западного побережья Африки. — Там же, с. 30—35.
4. Lutjeharms J. R. E., Heydorn A. E. F. Recruitment of rock lobster on Vema Seamount from the islands of Tristan da Cunha. — Deep-Sea Res. A, 1981, 28, N 10, p. 442.

Ин-т биологии юж. морей
им. А. О. Ковалевского
АН УССР, Севастополь

Получено 13.01.83

M. I. ROUKHIYAJNEN, M. I. SENICHEVA

POCULIARITIES OF THE SPATIAL STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON AND ITS PRODUCTION IN CERTAIN BANK REGIONS OF THE SOUTH-EASTERN ATLANTIC OCEAN

Summary

Phytoplankton distribution is analyzed in the subtropical waters near the Vima mountain and in subantarctic waters of the Discovery bank. Phytoplankton productivity in the subantarctic waters is much higher. In the period of the study hydrophysical processes due to the banks had practically no effect on the phytoplankton distribution. An increase in its number and biomass from the western side was, evidently, caused by the effect of the Western wind current.

УДК 577.472:576.8(26)

Ю. Л. КОВАЛЬЧУК, Л. Я. ТАТАРЕНКО

СВОЙСТВА ПЕРИФИТОННЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ С ПОВЕРХНОСТИ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Данные о биохимических свойствах и видовом составе микрофлоры, выделенной с поверхности противообрастающих красок винилового типа, единичны, а свойства бактерий, развивающихся на термопластичных композициях (ТПК), по доступным нам данным, ранее не изучались. В то же время известно, что разрушение основы противообрастающих красок под воздействием бактерий является важной составляющей механизма работы их в море [2, 3].

Цель настоящей статьи — изучение видового состава и свойств перифитонных гетеротрофных бактерий, участвующих в биоповреждении основы ТПК.

Материалом наших исследований служили культуры микроорганизмов, выделенных в различные сезоны с поверхностей, окрашенных противообрастающими термопластичными составами, содержащими 15, 25 и 30% закиси меди, и чистых стеклянных образцов, служащих контролем, экспонируемых в Севастопольской бухте Черного моря в течение 1979—1980 гг. По характерным признакам колоний бактерий выделялись их доминантные формы. Чистые культуры исследовались по методикам, описанным ранее [7]. Морфологические признаки изучались при микроскопировании с увеличением $\times 1350$ и 5000 . Идентификация до рода проводилась по определителям [4, 8].

С поверхности термопластичных составов и чистого стекла выделено 203 культуры. После первого пересева не дали роста 35—70% штаммов, выделенных с поверхности ТПК. При последующих пересевах их потеря составила 5—33% исходного количества. Жизнеспособность гетеротрофов, обитающих на чистом стекле, оказалась несколько выше: при пересевах потеря составила лишь 12% культур.

Слабая выживаемость перифитонных бактерий, выделенных с поверхности противообрастающих лаковых виниловых красок, была отмечена ранее Ю. А. Горбенко [1]. Через 12 месяцев хранения из 59 штаммов его коллекции осталось жизнеспособных только 24.

Культуральные признаки. Исследуемые бактерии на агаровой среде образовывали в основном круглые, ровные, однородные, приподнятые либо плоские колонии. Из числа изолированных колоний бактерий более половины составляли бесцветные (80%). Значительно реже встречались пигментированные формы: из них 5% колоний были желтыми, 5% — розовыми, 4 — лимонного цвета, 3 — оранжевого, 2 — красного и 1% — черного.

Во все сезоны года встречались формы, выделяющие в среду синезеленый флюоресцирующий пигмент, однако при хранении эта способность ими была утрачена. Хранение культур без пересева в течение трех месяцев приводило к потере способности пигментации у 70% штаммов. В осенний и зимний периоды доминировали круглые, выпуклые прозрачные колонии, находящиеся в симбиозе с мелкими точечными. По внешнему виду они были как бы пронизаны пузырьками воздуха. При попытке разделить их мелкие точечные колонии выродились. Летом встречались крупные кремово-белые колонии, блестящие, плоские, однородные, с фестончатым краем. Клетки, образующие эти колонии, одиночные либо в коротких цепочках, подвижные, с длинным полярным жгутиком, имели включения зерен волютина.

Морфологические признаки. Изучение морфологии гетеротрофных перифитонных бактерий, поселяющихся на термопластичных составах, показало, что они являются палочками прямыми или слегка изогнутыми иногда в виде запятой, с закругленными концами, в большинстве случаев неспороносными. Кокковые формы не встречались.

В весенний и летний периоды как на окрашенных образцах, так и на чистом стекле, экспонированных в море непродолжительное время (5—20 сут), преобладали извитые мелкие клетки в виде запятой с длинным жгутиком, активно подвижные, что отмечалось для противообрастающих лаковых виниловых красок [1]. Во все сезоны года подвижные прямые палочки со жгутикованием типа монотрих и перитрих обитали на всех образцах как окрашенных, так и на чистом стекле. В зимнее время на ТПК чаще встречались палочки с включениями, биполярными зернами, спорами, а также клетки с темной полосой, окруженные слизистой капсулой. С помощью электронного микроскопа у некоторых клеток, выделенных с ТПК, наблюдались «тени», что, по-видимому, можно отнести к явлению плазмоллиза под действием ионов меди.

Полиморфизм суточных клеток, выделенных с поверхности ТПК, наблюдался довольно редко, всего у 2—3% штаммов. Редкая встречаемость полиморфизма наблюдалась и у гетеротрофов открытых районов Мирового океана и нефтеокисляющих микроорганизмов Новороссийской

Таблица 1. Изменение биохимической активности перифитонных бактерий в зависимости от местообитания *

Биохимическое свойство	Субстрат			
	ТПК с 15 % закиси меди	ТПК с 25 закиси меди	ТПК с 30% закиси меди	Чистое стекло
Разжижение желатины	66,6	31,8	57,0	31,3
Изменение МПБ	54,3	65,9	57,1	50,0
Пептонизация молока	25,0	9,1	28,5	18,8
Подщелачивание молока	8,3	22,7	28,5	12,5
Денитрификация	33,3	31,8	14,3	18,8
Выделение аммиака	58,3	52,3	42,8	25,0
Выделение сероводорода	41,6	43,1	42,8	18,8
Гидролиз крахмала	41,6	31,8	28,5	31,3
Сбраживание углеводов	50,0	43,1	28,5	43,8
Подщелачивание углеводов	41,6	40,9	28,5	18,3
Проявление каталазной активности	91,6	75,0	28,5	25,0

* Приведены проценты от общего количества выделенных штаммов.

бухты [6]. Напротив, культуры, выделенные с поверхности виниловых противообрастающих красок, в большинстве были полиморфными [1].

Физиолого-биохимические признаки. Все штаммы, выделенные с поверхности ТПК и чистого стекла, характеризовались следующими признаками. 40% культур от общего количества обладали протеолитической активностью и разжижали желатину, 25% из них разжижали ее полностью. Наибольшей способностью к разжижению желатины обладали бактерии, обитающие на ТПК с 15% закиси меди, наименьшей — с чистого стекла (табл. 1).

Свойство микроорганизмов пептонизировать казеин молока, а также осуществлять протеолиз его белков — важная диагностическая функция. Около 15% штаммов от общего количества изменяли молоко, при этом у бактерий, выделенных с поверхности ТПК, содержащей 30% закиси меди, пептонизация и подщелачивание молока были выражены наиболее активно.

Половина штаммов от общего количества на мясо-пептонном бульоне образовывали муть, пленку и осадок; аммиак и сероводород выделяли 40—45% культур. Способность ферментативного разложения белков более слабо была выражена у бактерий, выделенных с поверхности чистого стекла.

Процесс сбраживания сахаров и многоатомных спиртов, сопровождаемый интенсивным кислотообразованием, осуществляли 40% штаммов, подщелачивали — 35,5%. Наиболее активно по сравнению с контролем трансформировались углеводы бактериями, выделенными с поверхности ТПК, содержащей 15% закиси меди. Бактерии, выделенные с поверхности ТПК, подщелачивали углеводы более активно, чем бактерии с чистого стекла.

Гидролизовать крахмал способна была только третья часть культур. До 50% штаммов давали скудный рост на безазотистой среде Эшби и не росли на картофеле. Интенсивность роста на косом агаре у бактерий с ТПК и контрольных была приблизительно одинаковой.

Поскольку способность морских бактерий восстанавливать нитраты и развиваться на средах с минеральным источником азота объясняется некоторыми авторами как результат приспособления микроорганизмов к специфическим условиям обитания [5], представляло интерес выявить эту функцию у перифитонных гетеротрофов, подвергающихся воздействию ядовитых компонентов противообрастающих красок. Установлено, что культуры бактерий, обитающих на ТПК с 15% закиси меди, обладали наибольшей активностью в процессе редуцирования нитратов в нитриты (33,3%), редуцирующие бактерии на ТПК с 25% закиси меди составили 31,8% и на ТПК с 30% закиси меди — 14,3%,

тогда как нитратредуцирующие бактерии с чистого стекла — 18,8%.

Изменение pH среды в результате жизнедеятельности микроорганизмов — важная биохимическая характеристика изучаемой группы бактерий. Выявлено, что изменение pH среды происходит в большинстве случаев в сторону подщелачивания.

Установлено, что около 80% штаммов бактерий, выделенных с поверхности ТПК, в основном представители рода *Pseudomonas*. обладали способностью к перестройке типа дыхания, бактерии с чистого стекла были в основном аэробы.

Видовой состав. Микрофлора слизистой пленки, развивающейся на поверхности термопластичных композиций и чистого стекла, представлена 6 родами: *Bacillus*, *Bacterium*, *Chromobacterium*, *Pseudobacterium*, *Pseudomonas*, *Vibrio*. В развитии микроорганизмов на поверхности ТПК и чистого стекла наблюдалась сезонность. В зимнее время преобладали представители рода *Bacillus*. Встречаемость их на окрашенных образцах составила

1,5—7,6%, на чистом стекле — 1,5% (табл. 2). В весенне-летний сезон на образцах, экспонируемых в море непродолжительное время, наибольший процент составляли *Vibrio*. Позднее их вытесняли представители рода *Pseudomonas*, которые осенью встречались в преобладающем количестве. В холодное время весны и зимой наряду с *Bacillus* встречались *Bacterium*, *Pseudomonas*, *Pseudobacterium*. Летом и осенью представители всех названных выше родов обнаруживались на ТПК, содержащей 15—25% закиси меди.

Бактерии, развивающиеся на поверхности термопластичных противообрастающих композиций, используя их органическую основу в качестве источника углерода и энергии, таким образом участвуют в ее биоповреждении, обеспечивая выход токсического ингредиента (ионов меди) в окружающую среду.

При сопоставлении результатов пересева культур, выделенных с поверхности ТПК и чистого стекла с целью выявления выживаемости, установлено, что жизнеспособность гетеротрофов, поселяющихся на чистом стекле, оказалась в 3—5 раз выше, чем бактерий, выделенных с поверхности ТПК. Очевидно, это можно объяснить тем, что для резистентных бактерий, адаптировавшихся к медьсодержащим средам, выделение на разведенную агарово-белковую среду, лишенную ионов меди, не проходит бесследно. В данном случае ионы меди являются лимитирующим фактором, а перестройка биохимической активности бактерий происходит при их выделении на указанную среду.

Таблица 2. Встречаемость перифитонных бактерий на поверхности ТПК и чистого стекла

Род	Субстрат			
	ТПК с 15% закиси меди	ТПК с 25% закиси меди	ТПК с 30% закиси меди	Чистое стекло
<i>Лето</i>				
<i>Bacillus</i>	—	—	+	—
<i>Bacterium</i>	+	+	+	+
<i>Chromobacterium</i>	—	—	—	—
<i>Pseudobacterium</i>	+	+	—	—
<i>Pseudomonas</i>	+	+	+	+
<i>Vibrio</i>	+	—	+	+
<i>Осень</i>				
<i>Bacillus</i>	+	—	—	—
<i>Bacterium</i>	—	+	—	+
<i>Chromobacterium</i>	—	+	—	—
<i>Pseudobacterium</i>	+	+	—	+
<i>Pseudomonas</i>	+	+	—	—
<i>Vibrio</i>	+	—	—	—
<i>Зима</i>				
<i>Bacillus</i>	+	+	—	+
<i>Bacterium</i>	+	+	—	+
<i>Chromobacterium</i>	—	+	—	—
<i>Pseudobacterium</i>	—	+	—	—
<i>Pseudomonas</i>	+	+	+	+
<i>Vibrio</i>	—	+	—	+
<i>Весна</i>				
<i>Bacillus</i>	—	+	—	—
<i>Bacterium</i>	—	—	—	—
<i>Chromobacterium</i>	—	—	—	—
<i>Pseudobacterium</i>	—	—	—	—
<i>Pseudomonas</i>	—	—	—	+
<i>Vibrio</i>	+	+	+	+

Морфологический состав перифитонных бактерий, выделенных с поверхности термопластичных композиций, не отличается большим разнообразием и, очевидно, зависит от экологических условий. Прибавление к разведенной агарово-белковой среде ионов меди, возможно, повысит не только жизнеспособность гетеротрофов, но и увеличит разнообразие морфологического состава выделяемых перифитонных бактерий.

Выражением защитной реакции клеток к воздействию ионов меди, по-видимому, является выделение ими слизистых веществ, состоящих преимущественно из полисахаридов [9]. Будучи окруженными клейким веществом, клетки становятся более устойчивыми к экстремальным условиям, создаваемым ионами меди; в то же время это вещество способствует «прилипанию» бактерий к поверхности субстрата — противобрастающей термопластичной композиции.

Сопоставление процентного соотношения биохимической активности перифитонных бактерий, обитающих на поверхности ТПК и чистого стекла, в различные сезоны года показало, что более активны в этом отношении бактерии, выделенные в весенне-летний период с поверхности ТПК. Биохимическая активность бактерий, выделенных с поверхности чистого стекла, во все сезоны года была ниже.

О ферментативной перестройке биохимической активности бактерий, выделенных с ТПК, свидетельствует тот факт, что почти все они были каталазоположительны, тогда как у бактерий, выделенных с чистого стекла, каталазная активность почти не проявлялась. Этим определяется, очевидно, небольшое видовое разнообразие бактерий, участвующих в биоразрушении основы ТПК, представленное родами: *Bacillus*, *Bacterium*, *Chromobacterium*, *Pseudomonas*, *Vibrio*.

Установлено, что с возрастом содержания записи меди в ТПК в 2 раза способность редуцировать нитраты в нитриты снижается в 2,4 раза, тогда как количество штаммов, выделенных с поверхности ТПК, которые обладали этой способностью, по сравнению с контролем, превышало более чем в 4 раза контрольные.

Очевидно, бактерии, участвующие в биоразрушении основы ТПК, обладают способностью к перестройке типа дыхания и используют нитраты в качестве окислителя, возникающего в процессе фиксации азота.

1. Горбенко Ю. А. Видовой состав и свойства морских перифитонных бактерий, выделенных с противобрастающих красок. — Микробиология, 1966, 35, № 5, с. 899—905.
2. Горбенко Ю. А., Ковальчук Ю. Л. Влияние морских бактерий на работу термопластичных противобрастаемых красок (ТПК) в море. — Экология моря, 1982, вып. 9, с. 84—88.
3. Долгопольская М. А., Гуревич Е. С., Горбенко Ю. А. Роль морских бактерий в действии необрастающих красок. — В кн.: Проблемы биологических повреждений и обрастаний материалов, изделий и сооружений. М.: Наука, 1972, с. 226—232.
4. Красильников Н. А. Определитель бактерий и актиномицетов. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — 830 с.
5. Крисс А. Е., Рукина Е. А., Бирюзова В. И. Видовой состав микроорганизмов Черного моря. — Тр. Севастоп. биол. станции, 1949, 7, с. 50—73.
6. Миронов О. Г., Тархова Э. П. Краткая характеристика нефтеокисляющих микроорганизмов Новосибирской бухты. — Биология моря, Киев, 1975, вып. 35, с. 100—103.
7. Практикум по микробиологии / Под ред. Н. С. Егорова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. — 307 с.
8. Bergeys M. Determinative bacteriology. — Baltimore: Williams and Wilkins co., 1957. — 1094 p.
9. Characklis B. Attached microbial Growths—1. Attachment and growths. — J. Water Res., 1973, 7, p. 1113—1127.

**PROPERTIES OF PERIPHYTON BACTERIA ISOLATED
FROM THE SURFACE OF THERMOPLASTIC COMPOSITIONS**

Summary

Data are presented concerning morphological, cultural and physiological-biochemical properties of bacteria participating in biodestruction of the organic base of thermoplastic compositions (TPC).

Viability of bacteria isolated from the TPC surface is stated to be three-five times as low as that of control ones (isolated from the pure glass).

The biochemical activity of periphyton bacteria is shown to be affected by toxic TPC ingredients.

When the copper content in the TPC is twice as high the ability to reduce nitrates into nitrites becomes 2.4 times as low. The number of strains with this ability is four times as high as in the control.

УДК 594.3:591.16(262.5)

З. А. РОМАНОВА

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА
RISSEO SPLENDIDA (EICHW.) ЧЕРНОГО МОРЯ**

В Черном море основную роль в репродуктивных процессах играют моллюски, на долю которых приходится до 95% общей биомассы донных организмов.

Брюхоногий моллюск *R. splendida* — массовый, широко распространенный вид, встречается в прибрежной зоне Черного и Средиземного морей в биоценозе цистозеры, достигая численности 54,5 тыс. экз., а биомассы — до 420 г/кг водорослей [6]. Риссои — важное звено в трофических цепях прибрежных морских биоценозов. Они входят в рацион многих рыб.

Целью проведенного нами исследования было изучение репродуктивного цикла риссой, оценка генеративного роста на уровне особи и популяции. В связи с этим были установлены количественные закономерности между размерами, массой и плодовитостью моллюсков. Установлена скорость генеративного роста. Определена суммарная генеративная продукция за всю жизнь самок. Для выражения этих величин в энергетических единицах определена калорийность самок и их генеративных продуктов. Прослежена годовая динамика структуры популяции риссой. Рассчитана численность и биомасса животных на 1 кг водорослей и их суммарная генеративная продукция за год.

Материалом для исследования послужила популяция риссой, обитающих в зарослях цистозеры в бухте Омега у выхода в открытое море. Сбор материала производили в 1978—1980 гг. в конце каждого месяца с глубины 50—70 см во все сезоны года, а также в летний период в бухте Хрустальная с глубины 8—10 м. Срезали талломы водорослей вместе с находящимися на них моллюсками. Численность и биомассу животных пересчитывали на 1 кг водорослей. Для установления плодовитости животных по размерным группам их помещали в чашки, устанавливаемые в аквариумах с проточной водой. Температура воды в аквариумах практически соответствовала температуре воды в море во все времена года, исключая зимний период, когда она была на 5—6°C выше, чем в море. Кладки риссой снимали с таллов цистозеры и под бинокуляром просчитывали количество находящихся в них яиц. Проанализировано около 350 кладок. Для определения количества кладок за всю жизнь животных было поставлено около 90 опытов продолжительностью от 10 до 30 сут и 7 опытов продолжительностью 11 месяцев. Параллельно была определена продолжительность эмбрионального развития риссой.