

О.А. Шахматова, Н.А. Мільчакова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

ВИКОРИСТАННЯ БІОХІМІЧНИХ МАРКЕРІВ ЧОРНОМОРСЬКИХ МАКРОФІТІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ПРИБЕРЕЖНОЇ АКВАТОРІЇ ЦЕНОЗОМ ОБРОСТАННЯ

Використовували активність каталази (АК) чорноморських макрофітів як біохімічний маркер для оцінки якості морського середовища в зоні дії експериментальної установки для очищення води від нафтопродуктів. Виявлено зниження АК *Cladophora laetevirens* і *Ceramium rubrum* у 2–5 разів при наближенні до установки, що свідчить про ефективність її дії.

Ключові слова: якість води, чорноморські макрофіти, екологічний стан, біохімічні маркери, каталаза

О.А. Shakhmatova, N.A. Mil'chakova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

USE OF BIOCHEMICAL MARKERS OF BLACK SEA MACROPHYTES FOR ESTIMATION OF EFFICIENCY OF CLEARING OF OFF-SHORE AQUATORIUM CENOSIS OF BECOMING OVERGROWN WITH

Black sea macrophytes catalase activity (CA) has been applied as biomarker of sea water quality in experimental state zone. This experimental state cleaned water area from oil hydrocarbonates. Decreased CA *Ceramium rubrum* и *Cladophora Laetevirens* in 2–5 times has been discovered near experimental state. This fact demonstrated efficiency action of experimental state.

Key words: quality water, black sea macrophytes, ecological state, biochemical markers, catalase

УДК 591.524.12(268.45)

Т.И. ШИРОКОЛОБОВА

Мурманский морской биологический институт Карельского Научного Центра РАН
ул. Владимирская, 17, Мурманск 183010, Россия

**ФИЛЬТРУЮЩИЕСЯ КЛЕТКИ В БАКТЕРИОПЛАНКТОНЕ
БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ**

В прибрежной зоне Баренцева моря исследовано распределение культивируемых форм бактериальных клеток субмикронных размеров, проходящих при фильтрации через фильтры с порами 0,2 мкм.

Ключевые слова: бактериопланктон, фильтрующиеся клетки, Баренцево море

В последние десятилетия накоплены данные о присутствии в морской и пресной воде значительных количеств бактериальных клеток, способных проходить при фильтрации через мембранные фильтры с порами 0,2 мкм [1, 12–14]. Получаемый фильтрат состоит из смеси растворенных органических веществ (ОВ) и микроорганизмов, активно включающих в свой обмен C^{14} и имеющих размеры 0,1х0,15 мкм [6].

Исследования бактериопланктона открытых и прибрежных участков Баренцева моря показали, что объем менее 0,04 мкм³ имели 29% всех учитываемых кокков [1, 12], а число жизнеспособных фильтрующихся бактерий в водах литорали в весенне-летний период составляло тысячи и десятки тысяч колониеобразующих единиц (КОЕ) в миллилитре [7]. Неоднородность состава выделяемых колоний позволяет предположить, что в их число попадали клетки микоплазм [2], карликовые клетки, образующиеся на определенных стадиях развития, например, у морских спирохет [4] или бактерии, проходящие L-трансформацию под влиянием NaCl в морской воде [9], а также микровибрионы [6].

В статье рассматривается состав бактериопланктона.

Материал и методы исследований

Пространственное распределение культивируемой фракции бактериальных клеток субмикронных размеров было изучено в баренцевоморском прибрежье летом 2002 г.

Исследования в губе Ярнышной охватывали зону нижнего горизонта литорали, вдольберегового участка по 10 м изобате, глубоководную часть губы и прилегающий к ней район открытого моря (рис. 1).

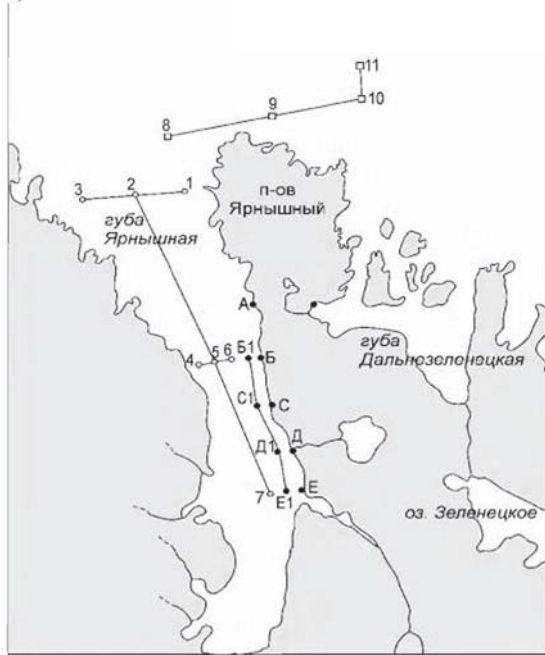


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб воды в губе Ярнышной летом 2002 г.

Отбор воды для микробиологического анализа проводили стандартным гидробиологическим методом в последний водный час прилива с горизонтов: в губе – 0,3 и 10,0 метров, в прибрежной части – 0,3 м и придонного горизонта. Всего было обработано 40 проб. Основной средой для выделения бактерий служил агаризованный водорослевой отвар *Laminaria saccharina*, приготовленный на морской воде соленостью 32 ‰.

Фильтрат получали, пропуская морскую воду через стерильные мембранные фильтры с диаметром пор 0,2 мкм (г. Дубна). Посевы в трех повторностях инкубировали при температуре 18 ± 2 °C до прекращения новообразования колоний.

Результаты исследований и их обсуждение

Микробиологические исследования губы Ярнышной показали, что в поверхностном водном слое нижнего горизонта литорали число фильтрующихся бактерий в среднем составляло сотни КОЕ/мл, понижаясь на 1–2 порядка в более удаленных от береговой полосы участках.

Их обилие в воде литоральной отмели было минимальным в фазу полной воды и повышалось в период отлива (рис. 2). Численность также возрастала непосредственно сразу после шторма, возможно в связи с увеличением пресного стока в первом случае, и активными гидродинамическими процессами – во втором.



Рис. 2. Численность культивируемых бактерий (тыс. КОЕ/мл) в пробах воды, отобранных в разные фазы приливного цикла на станциях нижнего горизонта литорали губы Ярнышной в июле 2002 г.

Известно, что аллохтонные микроорганизмы под влиянием различных условий морской среды могут образовывать клетки субмикронных размеров, проходящие при фильтрации через поры бактериальных фильтров [9]. Об этом частично свидетельствуют и результаты микробиологических работ на вдольбереговом участке губы, выполненные в этот же период с применением среды приготовленной на пресной воде (рис. 3).

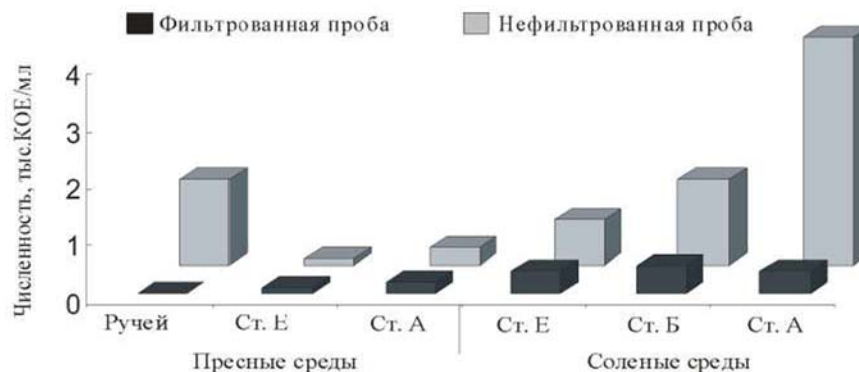


Рис. 3. Численность культивируемых бактерий (тыс. КОЕ/мл) в пробах воды, отобранных вдоль градиента солености на станциях нижнего горизонта литорали губы Ярнышной в июле 2002 г.

Из результатов посева нефильтрованных проб следует, что в морскую воду из ручья в среднем попадало 1,5 тыс. КОЕ/мл пресноводных бактерий. Вдоль градиента солености их количество уменьшалось и составляло в поверхностном слое на пресной среде 0,1–0,3 тыс. КОЕ/мл. В тоже время по направлению к морю вдоль линии уреза воды наблюдалось увеличение числа галофильных бактерий (в среднем от 0,8 тыс. до 4,0 тыс. КОЕ/мл). При этом концентрация фильтрованных бактериальных клеток вдоль градиента солености устойчиво составляла сотни КОЕ/мл.

Присутствие фильтрованных бактериальных клеток в водах губы вдоль десятиметровой изобаты было выявлено лишь в зоне смешения морских и пресных вод, где соленость была минимальной за весь период и составляла 29,6‰ (ст. Е1).

Появление в мелководной зоне фильтрующихся клеток определялось рядом факторов, среди которых можно выделить многочисленные заросли фукоидов, обладающих достаточно высокой антибиотической активностью [5, 11] показанной в отношении чужеродных для морской среды микроорганизмов [10].

Возможно, что под влиянием экзометаболитов водорослей часть бактерий, попавших с пресным стоком в воды губы, образовывала клетки субмикронных размеров, выявленные нами при посеве фильтрата. Съемка, выполненная на прилегающем к губе участке открытого моря, показала наличие культивируемых фильтрующихся форм бактерий в поверхностном распресненном (31,7‰) слое. Их количество изменялось от нуля до сотен КОЕ/мл. В придонных, более соленых водах (34,2‰), фильтрующиеся клетки были выявлены лишь на самой глубоководной станции (ст. 11). В пробах нефильтрованной воды численность культивируемых бактериальных клеток уменьшалась с глубиной, изменяясь от сотен до тысяч в поверхностном и от десятков до сотен КОЕ/мл в придонном слое.

Исследования пространственного распределения фильтрующихся бактерий глубоководной части губы Ярнышной в августе 2002 г. показали, что в поверхностном слое их численность в среднем составляла десятки КОЕ/мл, на глубине 10 м жизнеспособные формы выявлены не были. В нефильтрованных пробах число бактерий (КОЕ·мл⁻¹) изменялось от десятков на западных до сотен в на восточных участках. В слое 10 м по акватории губы культивируемые бактерии из нефильтрованных проб были распределены более равномерно и в среднем составляли десятки КОЕ/мл.

Выводы

Таким образом, в летний период выявлено уменьшение числа культивируемых бактерий субмикронных размеров как с увеличением расстояния от линии уреза воды, так и с глубиной. Их

доля в составе бактериопланктона сильно варьировала, а обилие в губе Ярншной определялось наличием пресного стока, интенсивностью динамических процессов, удаленностью мест отбора проб от береговой линии и присутствием экзометаболических веществ, выделяемых сообществом макрофитов. Одной из возможных причин обнаружения фильтрующихся клеток в пробах открытого побережья может служить разнородность и разнокачественность водных масс в районе исследования [3].

1. Байтаз О.Н. Пространственно-временная изменчивость бактериопланктона Баренцева моря : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / О.Н. Байтаз – М., 1998. – 25 с.
2. Горбенко А.Ю. Вклад фильтрующихся форм бактерий в трансформацию органических веществ в планктонной экосистеме / А.Ю. Горбенко // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20, № 5. – С. 580–586.
3. Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. // Апатиты. – изд. КФ АН СССР, 1978. – 102 с.
4. Каменева Т.Г. Фильтрующиеся формы морской азотфиксирующей *Treponema hyponeustonicum* / Т.Г. Каменева, Л.Н. Пшенин, И.Е. Мишустина // Микробиология. – 1981. – Т. 50, № 4. – С. 705–708.
5. Переработка фукоидов Белого моря с целью извлечения йода / Сб. науч. Трудов : науч. ред. Н.В. Коровкина [и др.]. – Архангельск, 2004. – С. 124–127.
6. Мишустина И.Е. Ультрамикрорганов и органическое вещество океана / Мишустина И.Е., Батурина М.В. – М.: Наука, 1984. – 93 с.
7. Мишустина И.Е. Бактерии субмикронных размеров в воде, илах литоральной отмели на поверхности макрофитов в Баренцевом море / Мишустина И.Е., Широколова Т.И. // Докл. РАН. – 1999. – Т. 365, № 3. – С. 425–427.
8. Песегов В.Г. Экология гетеротрофных бактерий в заливах северных морей / В.Г. Песегов // Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей. – 1994. – С. 31–38.
9. Прозоровский С.В. L-формы бактерий (механизм образования, структура, роль в патологии) / С.В. Прозоровский, Л.Н. Кац, Г.Я. Каган. – М.: Медицина, 1981. – 237 с.
10. Трунова О.Н. Биологические факторы самоочищения водоемов сточных вод / О.Н. Трунов. – Л.: Наука, 1979. – 112 с.
11. Хайлов К.М. Экологический метаболизм в море / К.М. Хайлов. – К.: Наук. думка, 1971. – 252 с.
12. Mishustina I.E. Microorganisms and nanoorganisms in the ocean the example of the Barents sea / I.E. Mishustina, O.N. Baitaz, M.I. Moskvina [et al.] // Proceeding of SPIE. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology VI. Bacterial paleontology. – 2003. – P. 182–190.
13. Panikov N. Contribution of nanosized bacteria to the total biomass and activity of a soil microbial community / N. Panikov // Appl. Environ. Microbiol. – 2005. – Vol. 57. – P. 245–294.
14. Roszak D.B. Metabolic activity of bacterial cells enumerated by direct viable count / Roszak D.B., Colwell R.R. // Appl. Environ. Microbiol. – 1987. – Vol. 53. – P. 2889–2893.

Т.И. Широколова

Мурманський морський біологічний інститут Карельського Наукового Центру РАН, Росія

ФИЛЬТРУЮЩИЕ КЛЕТКИ В БАКТЕРИОПЛАНКТОНЕ УЗБЕРЕЖЬЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

У прибережній зоні Баренцева моря досліджено розподіл культивованих форм бактеріальних клітин субмікронних розмірів, які при фільтрації проходять через фільтри з порами 0,2 мкм.

Ключові слова: бактеріопланктон, фільтруючі клітини, Баренцево море

T.I. Shirokolobova

Murmansk marine biological Institute of Karelia Scientific Center of RAS, Russia

FILTER-PASSING CAGES IN BACTERIOPLANKTONE BARENTS SEA

A distribution of the cultivated bacterial forms of the submicronic sizes, that pass through the filters with diameter of a pore 0.2 microns, was investigated in Barents sea's coastal site.

Key words: bacterioplankton, filter-passing cages, Barents sea