

УДК 579.26(262.5)

Н. В. Ковалева, канд. биол. наук, вед. науч. сотр.,

Е. И. Газетов, науч. сотр.

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,

Региональный центр интегрированного мониторинга

и экологических исследований

пер. Маяковского, 7, Одесса, 65026, Украина

ДИНАМИКА БАКТЕРИОПЛАНКТОНА МОРСКОЙ АКВАТОРИИ В РАЙОНЕ ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2003 Г.

Представлены данные по сезонной динамике и пространственному распределению бактериопланктона на шельфе Черного моря в районе острова Змеиный. Показана особенность количественных изменений бактериопланктона в вегетационный период 2003 г. и установлена тенденция снижения его численности в современных условиях по сравнению с первой половиной 90-х годов.

Ключевые слова: бактериопланктон, соленость, Черное море, о. Змеиный.

Бактериопланктон служит важным показателем трофического статуса и экологической обстановки морских экосистем. В северо-западной части Черного моря изучение бактериопланктона проводилось периодически, начиная с 60-х годов прошлого века. До середины 90-х годов численность бактерий в исследованных водах постоянно возрастала, что согласовывалось с прогрессирующим эвтрофированием акватории. Обобщенные материалы за этот период характеризуют сезонную динамику и влияние различных абиотических факторов на численность микроорганизмов [2, 3, 8, 9]. Однако в последние пять лет бактериопланктон северо-западной части моря и, в частности, его придунайского района не изучался. В этой связи вызывает интерес современное состояние бактериопланктона экосистемы вблизи о. Змеиный, которая характеризуется чрезвычайно изменчивыми и разнообразными гидродинамическими, гидрофизическими и гидрохимическими условиями. С одной стороны, эта акватория подвергается влиянию стока Дуная, несущего в море большое количество аллохтонного органического вещества, легко усвояемого бактериями, а с другой стороны — вод открытой части моря, обедненного органическим веществом.

В задачу наших исследований входил анализ сезонных и пространственных изменений численности бактериопланктона морской акватории, примыкающей к острову Змеиный, в современных условиях при сопоставлении с данными прошлых лет.

Материалы и методы

Наши исследования проводились с мая по сентябрь 2003 г. на полигоне, в районе острова Змеиный, на полигоне: в пределах 45°16' —

45°13' с. ш.; 30°10' – 30°13' в. д., а также на разрезах от острова к устью Дуная и вдоль дельты. В период 4-х экспедиций (25–29 мая, 28 июня – 3 июля, 20–26 августа, 20–27 сентября) выполнено 192 определения численности бактериопланктона поверхностных и придонных вод. Учет численности бактерий проводили прямым счетом под микроскопом [5] на мембранных фильтрах с диаметром пор 0,2 мкм. Соленость определялась согласно руководству [6].

Результаты и их обсуждение

За период исследований диапазон изменений численности бактериопланктона в поверхностном слое вод на полигоне острова Змеиный составил $(0,36-4,67) \cdot 10^6$ кл/мл, а в придонном — $(0,20-1,63) \cdot 10^6$ кл/мл. При этом, среднемесячные значения в поверхностных водах различались в 2–4 раза, указывая на существенные колебания численности бактерий по сезонам (табл. 1). В придонных водах, на глубине 30–35 м, сезонные изменения бактериопланктона выражены значительно слабее, и средние значения различались максимум в 2 раза. В этой связи основное внимание уделялось анализу динамики бактериопланктона поверхностных вод.

Таблица 1

Средние значения параметров морской среды на полигоне острова Змеиный в различные сезоны 2003 года

Месяц	Горизонт, м	Температура, °С	Соленость, ‰	Бактериопланктон, 10^6 кл/мл	
				Предельные	Средние
Май	0	18,9	15,12	0,36-2,02	0,87
	32	7,5	18,05	0,20-1,51	0,50
Июнь-июль	0	21,6	15,68	1,44-4,67	2,40
	32	7,4	17,82	0,28-1,63	0,59
Август	0	25,2	16,43	0,67-1,74	1,34
	32	11,0	17,91	0,31-0,96	0,66
Сентябрь	0	19,5	17,13	0,39-1,04	0,52
	31	11,6	17,89	0,20-0,62	0,31

В мае 2003 г. в районе о. Змеиный содержание бактериопланктона было сравнительно низкое и составляло в среднем $0,85 \cdot 10^6$ кл/мл, что характерно для мезотрофных морских вод. Обычно, в весенний период, когда в результате паводка в море поступает наибольшее количество речного стока, численность бактериопланктона в северо-западной части моря по наблюдениям прошлых лет (1983–1997 гг.) значительно увеличивалась. Средняя многолетняя численность в мае составляла $2,00 \cdot 10^6$ кл/мл [8], что в 2 раза выше значений, полученных весной 2003 г. Примечательно, что в это время соленость вод в районе острова Змеиный превышала среднюю многолетнюю для этого периода на 2–3 ‰ [4]. По-видимому, гидрометеорологические условия в мае

препятствовали распространению дунайских вод в восточном направлении. В результате чего уровень развития бактериопланктона в районе о. Змеиный был занижен и соответствовал открытым районам моря.

В конце июня и начале июля содержание бактерий в поверхностных водах, примыкающих к о. Змеиный увеличилось по сравнению с маем почти в 3 раза и достигло максимальных значений для вегетационного периода 2003 г. Такая же численность бактерий ($2,4 \cdot 10^6$ кл/мл) была характерна для начала лета и в прошлые десятилетия [8]. Однако в августе 2003 г. численность бактерий уменьшилась по сравнению с июнем в 2 раза и стала соответствовать категории мезо-эвтрофных вод. Тогда как по многолетним наблюдениям (1983–1997 гг.) в северо-западной части моря на август приходился пик развития бактериопланктона.

В сентябре произошло дальнейшее снижение численности бактерий и во всей водной толще их содержание стало самым низким за вегетационный период 2003 г. По многолетним наблюдениям (1983–1997 гг.) ранне-осенний период, как правило, характеризовался высокой численностью бактериопланктона, которая в среднем превышала значения 2003 года в 4 раза. Надо отметить, что отличительной чертой гидрологической обстановки осенью 2003 г. была довольно высокая соленость поверхностных вод, составлявшая в среднем 17,13 ‰. В северо-западной части Черного моря зоной трансформации речных вод в поверхностном слое принято считать район оконтуренный 16 ‰ изохалиной [1]. Более высокая соленость в сентябре указывает на то, что осенью речной сток не достигал острова Змеиный. В сложившихся условиях, когда на морскую экосистему вблизи острова основное влияние оказывал водообмен с открытой частью моря, численность бактериопланктона соответствовала уровню мезотрофных вод, свойственных центральным районам моря.

Анализ гидрохимических параметров водной среды за период наших наблюдений показал, что вблизи о. Змеиный средняя соленость вод с мая по сентябрь возросла на 2 ‰, что обусловлено сезонными изменениями объема речного стока, который от весны к осени уменьшается. Такое же сезонное увеличение солености (на 2 ‰) наблюдалось в районе о. Змеиный и ранее, что отражено в обобщенных материалах за 1977–1994 гг. [4]. Вместе с тем, сопоставление современных значений со средними многолетними указывает на увеличение солености в районе о. Змеиный в 2003 г. на 2–3 ‰ (табл. 2). Надо заметить, что температура воды в исследованные периоды 2003 г., также как соленость, была несколько выше среднемесячных значений в предыдущие десятилетия [4]. Возможно, эти отличия связаны, как с частичным зарегулированием стока Дуная, так и с природными изменениями гидролого-климатических условий в регионе, которые, в свою очередь, отразились на динамике бактериопланктона.

Пространственное распределение бактерий в придунайском районе моря, во многом, определяется речным стоком и последние наши наблюдения, в основном, подтвердили закономерности установленные ра-

нее [1, 3, 9]. На взморье Дуная содержание бактерий в среднем за вегетационный период 2003 г. было в 2 раза выше, чем у о. Змеиный и соответствовало категории эвтрофных вод (рис. 1). Максимальная численность бактериопланктона в приустьевой зоне ($4,9 \cdot 10^6$ кл/мл) определена в мае и, по всей видимости, обусловлена влиянием паводка, который вызвал понижение солености на взморье до 11,13 ‰. Однако уже на расстоянии 15 км от устья соленость поверхностных вод возросла до 14 ‰, а численность бактериопланктона понизилась до $0,72 \cdot 10^6$ кл/мл. Такое же количество бактерий определено на расстоянии 36–38 км от устья, т. е. в районе расположения о. Змеиный.

Таблица 2

Сравнительные данные по солености поверхностных вод в районе острова Змеиный

Соленость, ‰	Месяцы			
	Май	Июнь-Июль	Август	Сентябрь
Средняя многолетняя (1977-1994 гг.)	12,6	13,1-13,4	13,6	14,4
Данные 2003 г.	15,1	15,7	16,4	17,13

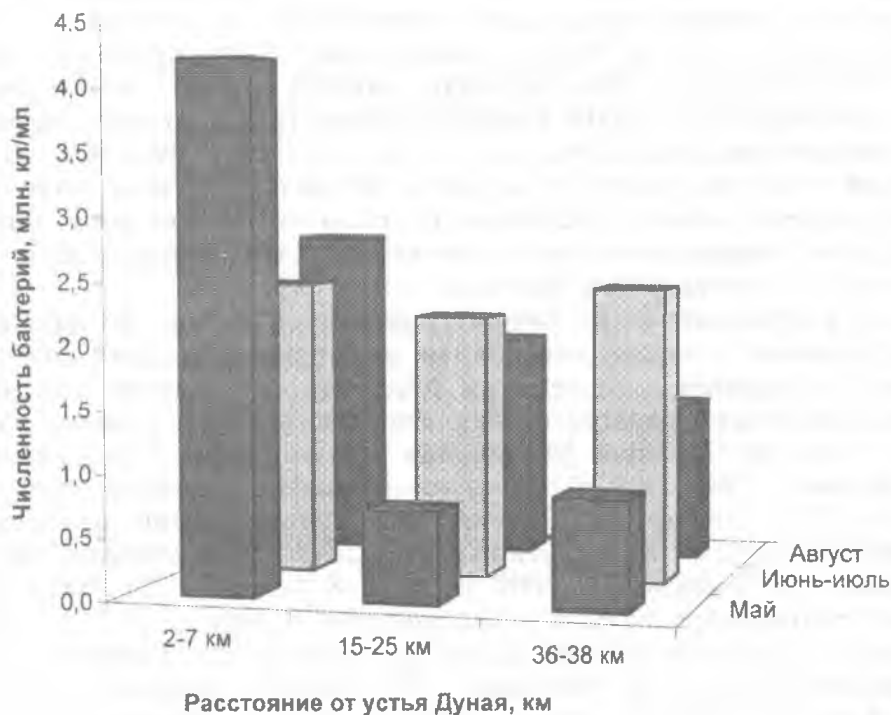


Рис. 1. Распределение численности бактериопланктона в поверхностных водах моря от устья Дуная до острова Змеиный весной и летом 2003 г.

Для середины лета было характерно сравнительно равномерное распределение бактериопланктона по всей акватории от устья Дуная до о. Змеиный. Однако уже в августе четко прослеживалась тенден-

ция снижения численности бактерий по мере продвижения от взморья к о. Змеиный, причем трофический статус акватории также менялся от эвтрофного до мезотрофного.

В придонных водах количественные изменения бактериопланктона были тесно связаны с изменчивостью рельефа исследованной акватории (рис. 2). Коэффициент корреляции численности бактерий и глубины места составил — 0,70. На мелководных станциях у берегов о. Змеиный и на взморье р. Дунай, где глубины не превышали 5–8 м, численность бактерий в среднем за вегетационный период была выше $1,50 \cdot 10^6$ кл/мл, что характерно для эвтрофных морских вод. В то же время на глубинах свыше 30 м содержание бактерий часто снижалось до $0,20 \cdot 10^6$ кл/мл, что является пограничным значением для мезотрофных и олиготрофных морских вод.

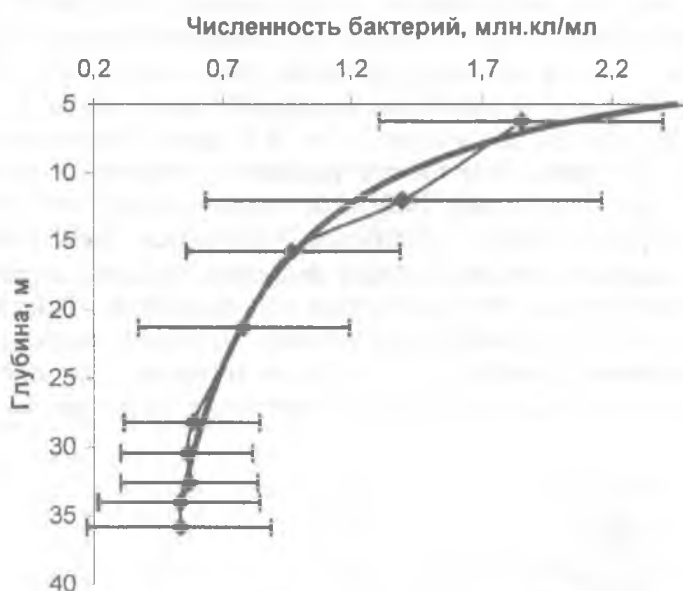


Рис. 2. Изменение численности бактериопланктона в придонных водах шельфа на участке от дельты Дуная до острова Змеиный в зависимости от глубины акватории

Более детальный анализ прибрежных вод у о. Змеиный показал, что в мае на глубине 10–16 м содержание бактерий было в 1,4 раза больше, чем на поверхности (табл. 3). Такое вертикальное распределение бактерий свидетельствует о стимулирующем влиянии подводного склона острова на развитие бактериопланктона. В июне численность бактерий на глубине 6–12 м увеличилась, но не так резко как на поверхности, что указывает на сравнительно стабильное состояние придонного слоя вод вокруг острова. Среди особенностей водных масс у берегов о. Змеиный надо отметить пониженную соленость вод поверхностного слоя. Вблизи острова она была на 1–1,5 ‰ ниже, чем на расстоянии 0,5–1 мили от него. Отмеченные факты являются свидетельством влияния острова на окружающую его морскую экосистему.

Таблица 3

**Значения параметров морской среды у берегов
острова Змеиный в 2003 г.**

Месяц	Горизонт, м	Соленость, ‰	Бактериопланктон, 10 ⁶ кл/мл	
			Предельные	Средние
Май	0	13,98±0,70	0,34-1,96	0,84±0,44
	13±3	16,04±1,50	0,38-2,55	1,18±0,73
Июнь	0	13,91±1,19	1,50-3,57	2,69±0,91
	9±3	16,34±1,16	0,72-2,62	1,59±0,83

Исследования бактериопланктона морской акватории, расположенной на восток от устья Дуная велись нами периодически с 1990 г. [2, 4, 7] и позволили провести ретроспективный анализ данных за последние 14 лет. Сопоставление результатов 1990-1997 гг. и 2003 г. показало, что в настоящее время численность бактериопланктона несколько ниже, чем в первой половине 90-х годов (рис. 3). При этом на взморье снижение количества бактерий произошло в 1,2 раза, а на расстоянии 15–38 км от устья — в 1,5 раз. Современные значения численности бактериопланктона в районе о. Змеиный наиболее близки к таковым для открытых районов северо-западной части Черного моря в предыдущие годы. Причиной снижения концентрации бактерий в зоне трансформации речных вод может быть уменьшение объема терригенного стока и повышение его качества. Таким образом, на микробиологический режим акватории Черного моря между устьем Дуная и островом Змеиный, в первую очередь, по всей видимости, влияют изменения гидролого-климатических условий в регионе.

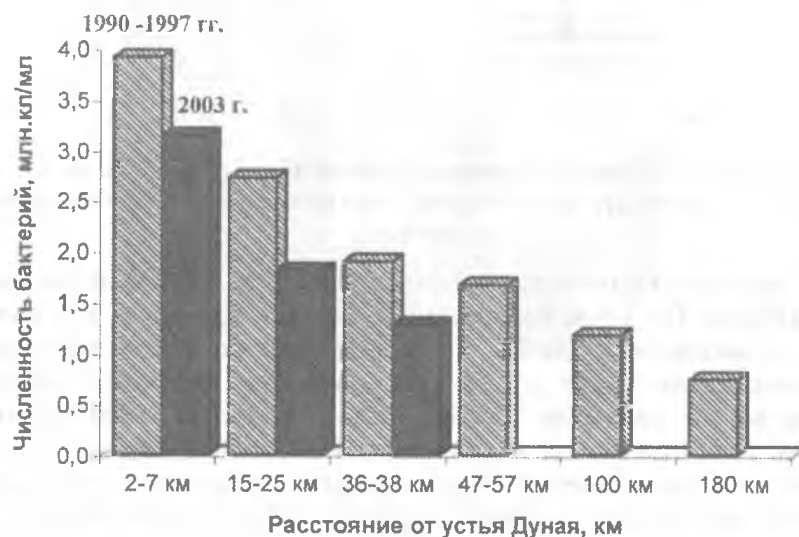


Рис. 3. Сравнительные данные по численности бактериопланктона в поверхностных водах моря на различном удалении от устья Дуная в 1990–1997 гг. и 2003 г.

Литература

1. Гаркавая Г. П., Богатова Ю. И., Берлинский Н. А., Гончаров А. Ю. Районирование Украинского сектора северо-западной части Черного моря (по гидрофизическим и гидрохимическим характеристикам) / Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр. / НАН Украины, МГИ Ин-БЮМ. — Севастополь, 2000. — С. 9–24.
2. Исследование экосистемы Черного моря: Сб. научн. тр. / Под ред. В. И. Мединца. — Одесса: Ирэн-Полиграф, 1994. — 157 с.
3. Ковалева Н. В. Изменение численности бактериопланктона северо-западной части Черного моря в зависимости от гидролого-гидро-химических факторов // Мікробіол. журн. — 2003. — 65, № 5. — С. 3–7.
4. Природные условия взморья реки Дунай и острова Змеиный: современное состояние экосистемы / Под ред. В. А. Иванова, С. В. Гошовского; НАН Украины, МГИ. — Севастополь, 1999. — 268 с.
5. Разумов А. С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха // Микробиология. — 1932. — Т. 1, № 2. — С. 131–146.
6. Руководство по химическому анализу морских вод. — С.-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. — 218 с.
7. Kovalyova N. V., Medinets V. I., Ivanitsa V. A. Microbiological Processes of the Organic Matter Destruction in Coastal Water of the North-Western Part of the Black Sea // Management and conservation of the Northern-Western Black Sea coast. Proceedings of the EUCC International symposium. Odessa, Ukraine, 1996, Одесса, Астропринт, 1998. — С. 83–89.
8. Kovalyova N. V., Medinets V. I., Gazetov Ye. I. Variations in microbiological characteristics of the north-western shelf of the Black Sea // Вісник Одеського державного університету, 2000. — Т. 5. — В. 1. — С. 215–221.
9. Цыбань А. В. Бактериоценоз и бактериопланктон шельфовой области Черного моря. — Киев: Наукова думка, 1970. — 274 с.

Н. В. Ковальова, Е. І. Газетов

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
Регіональний центр інтегрованого моніторингу,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

ДИНАМІКА БАКТЕРІОПЛАНКТОНУ МОРСЬКОЇ АКВАТОРІЇ В РАЙОНІ ОСТРОВА ЗМІЙНИЙ У ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД 2003 Р.

Резюме

Представлено дані по сезонній динаміці і просторовому розподілу бактериопланктону на шельфі Чорного моря в районі острова Зміїний. Показано особливість кількісних змін бактериопланктону у вегетаційний період 2003 р. і встановлена тенденція зниження його чисельності в сучасних умовах у порівнянні з першою половиною 90-х років.

Ключові слова: бактериопланктон, солоність, Чорне море, о. Зміїний.

N. V. Kovaleva, Ye. I. Gazetov
Odessa National I. I. Mechnikov University,
Regional Centre for Integrated Monitoring
2, Dvoryanskaya st., Odessa, 65026, Ukraine

**BACTERIOPLANKTON DYNAMICS IN THE WATER AREA NEAR
THE ZMEINY ISLAND IN THE VEGETATION PERIOD OF 2003**

Summary

The data about seasonal dynamics and spatial distribution of bacterioplankton in the Black Sea shelf near the Zmeiny Island are presented. The peculiarities of quantitative changes of bacterioplankton during the vegetation period in the year 2003 are shown and the trend of its decrease in number under the current conditions is revealed compared to the first part of the 90th.

Keywords: bacterioplankton, salinity, the Black Sea, the Zmeiny Island.