



УДК 579:574.587(262.5)

С. А. Серёгин, канд. биол. наук, с.н.с., Е. В. Попова, вед. инж.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

БАКТЕРИОПЛАНКТОН И МЕТАЗОЙНЫЙ МИКРОЗООПЛАНКТОН В ВОДАХ ЧЁРНОГО МОРЯ У ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА ЛЕТОМ 2010 г.

30 июня – 6 июля 2010 г. в разных районах черноморского побережья Крыма определены общая численность (ОЧБ) и биомасса бактериопланктона (БП), обилие и видовой состав многоклеточного микрозоопланктона (МЗП) в верхнем 50-метровом слое вод. ОЧБ и биомасса БП варьировали соответственно от 215 до 1202 тыс. кл. мл⁻¹ и 4.3 до 24.1 мгСм⁻³. Как средние для всего массива данных, так и повышенные значения концентрации бактерий на ряде станций в слоях максимума (0.9 – 1.2 млн. кл. мл⁻¹) свидетельствовали о мезотрофном состоянии крымских вод в исследуемый период. Максимальные концентрации бактериопланктона в южных и юго-западных водах крымского побережья характерны для слоя температурного "скачка", а в юго-восточных акваториях – в слое под "термоклинном". Наименее трофными были воды в районе Карадага, а самые трофные – в мористой части Каламитского залива и у берегов Ялты. Науплиусы *Soropoda* и копепоиды составляли более половины общей численности МЗП в ВКС, на поверхности их доля часто составляла 70 – 80 % и более.

Ключевые слова: черноморское побережье Крыма, бактериопланктон, микрозоопланктон, численность, биомасса, видовой состав, трофность вод

Изменение показателей обилия бактериопланктона, как одно из непосредственных последствий загрязнения водоёмов аллохтонной органикой и биогенами в результате хозяйственной деятельности человека, используется при индикации степени эвтрофированности водоёмов [3]. Эвтрофикационные процессы вызывают быстрые перестройки и в сообществе микрозоопланктона, что также делает его хорошим индикатором качества вод и удобным объектом для диагностики влияния антропогенных факторов на весь биоценоз. По сравнению с концом 1980-х – началом 1990-х годов, когда эвтрофированность черноморских вод была высокой, в настоящее время экологическая ситуация в ряде акваторий Чёрного моря несколько улучшилась [13, 18, 23]. Однако, для объективной оценки состояния черноморских вод современных данных о состоянии различных компонентов биоты, в том числе бактерио- и микрозоопланктона, явно недостаточно. В частности, они очень скудны для крымского побережья. Последние известные нам опубликованные данные по бактериопланктону для этих вод относятся к 1998 – 1999 гг. [10], а регулярные исследования микрозоопланктона – к 1980-м гг. [7]. Прове-

© С. А. Серёгин, Е. В. Попова, 2012

дённые нами исследования в черноморском побережье Крыма несколько восполняют этот пробел и позволяют оценить современный трофический статус исследованных вод.

Материал и методы. Отбор проб бактериопланктона (БП) и микрозоопланктона (МЗП) выполнен в 64-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» с 30.06 по 06.07 2010 г. в пределах 12-мильной зоны Украины на акватории, включающей внешнюю границу шельфа и мелководную область прибрежной зоны Крымского п-ова: на разрезах у побережья на траверзах Карадага, Ялты, м. Айя, на "Вековом разрезе" Херсонес – Босфор, в мористой части Каламитского залива (рис. 1). Пробы бактериопланктона взяты на 15 станциях, микрозоопланктона – на 11.

Батометрические пробы воды отбирали 5 – 10-литровыми батометрами, в том числе кассетой батометров зонда Марк-3, из 3 горизонтов водного столба: поверхностного (1 – 3 м, в зависимости от применяемых орудий сбора проб), слоя температурного "скачка" и подлежащего под ним слоя на глубине 40 – 45 м. Объём проб для бактериопланктона составлял 0.3, а для МЗП – 1 – 4 л воды.

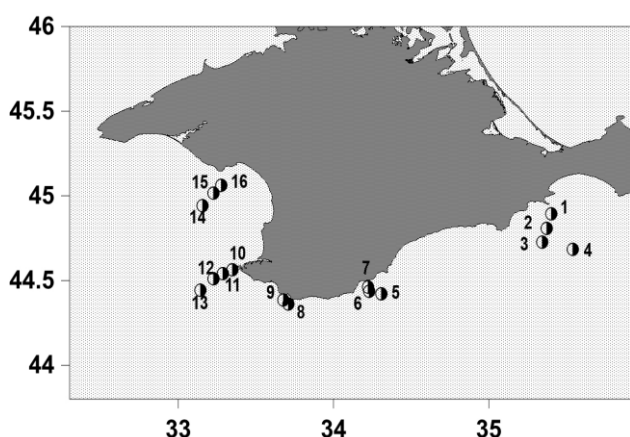


Рис. 1 Карта-схема станций 64 рейса НИС "Профессор Водяницкий", 30.06. – 06.07. 2010

Fig. 1 Stations scheme of the 64 SRV "Professor Vodnytsky" voyage, 30.06. – 06.07. 2010

Общую численность планктонных бактерий (ОЧБ) определяли методом прямого счёта на мембранных фильтрах "Sartorius" с диаметром пор фильтра 0.2 мкм. Объём фильтруемой воды составлял 5 мл. Клетки, сконцентрированные на фильтрах, фиксировались в течение суток в парах формалина и хранились в сухом месте до дальнейшей обработки на берегу. Окрасивание проводили карболовым эритрозинном в течение 3 – 5 ч. Отмытые от излишков красителя и высушенные фильтры помещали на предметные стёкла. Микроскопию проводили с масляной иммерсией на микроскопе "Biolar" (Poland) поляризационно-интерференционным методом (цветной фазовый контраст) при общем увеличении $\times 1250$. Подсчёт количества клеток на каждом просматриваемом фильтре проводили в 10 полях зрения, в сумме учитывая не менее 300 клеток. Для оценки варьирования средних значений использовали величину стандартного отклонения. Биомассу бактериопланктона (B_{bac}) рассчитывали, исходя из содержания углерода 20 фг С кл⁻¹ – величины, характерной для многих районов мирового океана и, в том числе для Чёрного моря [14, 22].

Пробы воды для учёта численности многоклеточного микрозоопланктона (МЗП) объёмом 1 – 4 л сгущали с использованием воронки обратной фильтрации и ядерных фильтров с размером пор 4.6 мкм [12]. Полученный концентрат объёмом 30 – 70 мл фиксировали формальдегидом с конечной концентрацией в пробе ~1% и хранили в холодильнике; обработка осуществлена на берегу в стационарных условиях. Анализ всех проб проводили totally в камере Богорова под микроскопом МБС-9

при увеличении 4×8 . К фракции многоклеточного микрозоопланктона, по традиции отечественных исследователей, мы относили организмы зоопланктона размером до 500 мкм [4, 6, 7].

При обсуждении результатов использованы отчеты отрядов планктона, океанографии и гидрохимии 64 рейса НИС "Профессор Водяницкий" [1, 2, 5, 8, 9].

Результаты и обсуждение. По выводам отряда океанографии, в период съёмки температурные условия поверхностного слоя вод были выше средней климатической нормы. Особенно высокие значения (до 24.5°C) наблюдались на мористой станции в районе Ялты. В районе Карадага, в мористой части Евпаторийского залива и на разрезе Херсонес – Босфор этот показатель также был выше нормы (23.9 – 24.1°C) [8]. Вертикальная структура вод на момент исследований характеризовалась достаточно хорошо выраженной стратифицированностью: чаще всего ещё неглубоким (10 – 15 м) верхним квазиоднородным слоем (ВКС), наличием чётко выраженных градиентов температуры, солёности и плотности.

Средняя по всем станциям численность бактериопланктона в поверхностном слое составляла около 430 тыс. кл. мл⁻¹ ($429.4 \pm 171.4 \times 10^3$), в "термоклинне" – около 560 тыс. кл. мл⁻¹ ($559.5 \pm 221.4 \times 10^3$) и на горизонте 40 – 45 м (под "термоклинном") – почти 500 тыс. кл. мл⁻¹ ($494.8 \pm 230.5 \times 10^3$), средние биомассы бактерий в этих слоях – соответственно 8.6, 11.2 и 9.9 мгСм⁻³. Разброс значений ОЧБ по всем станциям с учётом разных глубин составлял от 215 до 1202 тыс. кл. мл⁻¹, а усреднённых по разрезам – от 270 до 805 тыс. кл. мл⁻¹. Даже повышенные значения концентрации бактерий на ряде станций в слоях максимума (0.9 – 1.2 млн. кл. мл⁻¹), тем не менее, не достигали значений, характеризующих состояние акваторий как эвтрофированное [3]. Максимальные численности БП отмечены в слое под "термоклинном" на ст. 7 (Ялта), в поверхностном слое на ст. 9 (мыс Айя) и в слое температурного "скачка" на ст.15 (мористая часть Каламитского залива) (рис. 2).

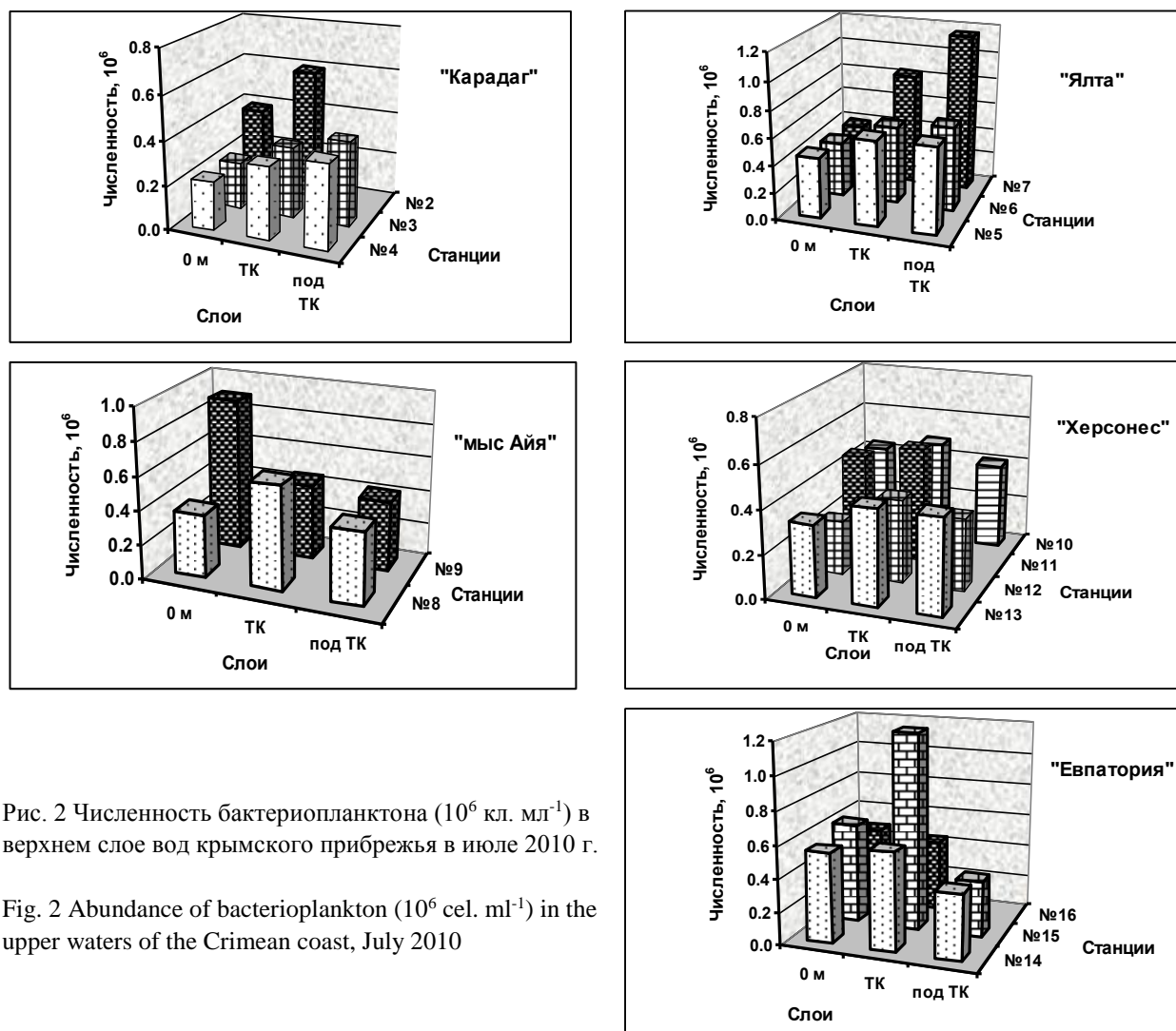


Рис. 2 Численность бактериопланктона (10^6 кл. мл⁻¹) в верхнем слое вод крымского побережья в июле 2010 г.

Fig. 2 Abundance of bacterioplankton (10^6 cel. ml⁻¹) in the upper waters of the Crimean coast, July 2010

При этом ВКС в районе м. Айя и слой "термоклина" в районе Евпатории – Каламиты характеризовались заметно более высоким содержанием аммонийного азота – наиболее доступной для бактерий формы этого биогенного элемента. Если на станциях 9 и 15 его концентрация в рассматриваемых слоях составляла 10.1 – 13.6 мкг л⁻¹, то на большинстве остальных станций она варьировала в пределах 2.5 – 7.5 мкг л⁻¹ [9]. На ст. 9 у м. Айя максимум численности БП, к тому же, совпадал с резко выраженным подповерхностным пиком общего взвешенного вещества (ОВВ) – более 5.0 ЕМФ (единицы мутности по формазину) – при обычных значениях мутности (= ОВВ) в пределах от

1.05 до 1.2 ЕМФ в верхнем 10-метровом слое [8].

Станция 7 с максимумом ОЧБ в районе г. Ялты также характеризовалась слегка повышенными концентрациями аммонийного азота: от 4 до 7.6 мкг л⁻¹ в разных слоях воды. Источником повышенных концентраций органики в этой акватории может быть расположенный здесь глубоководный выпуск неочищенных бытовых стоков, центр струи которого приходится именно на глубину 40 м [16], где наблюдался максимум содержания бактерий. Для сравнения, летом 1998 г. в ялтинском районе ОЧБ в поверхностном слое варьировала от 0.6 до 0.8 млн. кл. мл⁻¹ (в среднем 0.7 млн. кл. мл⁻¹) [10], а в 2010 г. нами в этом районе зарегист-

рирована средняя численность бактерий на поверхности 0.41 млн. кл. мл⁻¹. В нижележащих слоях воды – в "термоклин" и под ним – численность повышалась соответственно до 0.68 и 0.80 млн. кл. мл⁻¹. В период высокой эвтрофированности черноморских вод концентрации бактериопланктона были значительно выше. В частности, в мае и июле 1992 г. в районе Ялты средневзвешенные значения ОЧБ для слоя 0 – 30 м составляли соответственно 2.4 и 1.7 млн. кл. мл⁻¹, а для всего юго-восточного побережья от Ялты до Керченского пролива для весенне-летнего периода – около 2.3 млн. кл. мл⁻¹ [11].

Таким образом, с начала 1990-х гг. в побережье Крыма наблюдается тенденция последовательного снижения численности бактериопланктона верхнего деятельного слоя вод. В настоящее время по средней плотности бактериального населения воды на ряде станций (горизонтов) можно охарактеризовать как олиготрофные (в основном в районе Карадага), а в большинстве случаев – как мезотрофные.

Соответственно гидрологической структуре вод распределение «живого вещества» в море носило неоднородный характер. Основной закономерностью вертикального распределения бактерий на всех разрезах и практически на всех станциях являлась обеднённость бактериопланктоном поверхностного слоя вод. Исключение составляла одна, уже упомянутая станция 9, ближайшая к берегу у м. Айя, где ОЧБ в поверхностном слое в 2 раза превышала количество бактерий в «термоклин» и под ним (возможные причины этого обсуждены выше). В остальных случаях максимальная концентрация бактерий наблюдалась в слое температурного скачка или под ним. По этому признаку юго-восточные воды исследованной акватории – на карадагском и ялтинском разрезах – в рамках исследованных глубин характеризовались последовательным увеличением ОЧБ от поверхности вглубь. Наиболее ярко это проявилась на траверзе г. Ялты, а в рамках этого разреза – на ближайшей к берегу станции 7, на которой численность бактерий увеличивалась

от 390 тыс. кл. мл⁻¹ на поверхности до 830 тыс. кл. мл⁻¹ в "термоклин", а под "термоклин" достигала 1.1 млн. кл. мл⁻¹ (рис. 3, б).

Сходная картина вертикального распределения ОЧБ наблюдалась и в районе Карадага (рис. 3, а). На разрезах в южной и юго-западной акваториях крымского побережья – в районе м. Айя, м. Херсонес и мористой части Каламитского залива – максимальные концентрации бактериопланктона преобладали именно в слое «термоклина», совпадая при этом с подповерхностной линзой распреснённых вод (рис. 3, в, г, д). Часто характер распределения ОЧБ по направленности повторял распределение растворённого в воде кислорода. Коэффициент корреляции между этими величинами составил 0.41 при $n = 21$.

Снижение количества бактериальных клеток в поверхностном слое вод может происходить по нескольким причинам. В частности, оно может являться прямой реакцией на повышенный уровень ультрафиолетовой радиации, которая негативно влияет как на численность водных микроорганизмов, так и на их физиологическую активность и выживаемость [19, 20, 21, 24]. Подобное же действие ультрафиолет оказывает и на фитопланктон, вследствие чего на поверхности снижается и объём экскретируемых микроводорослями веществ, обеспечивающих пластический и энергетический обмен бактерий. В этом проявляется уже опосредованное отрицательное воздействие ультрафиолета в отношении водных бактерий. Глубже 5 м пагубное воздействие ультрафиолетовой радиации в прибрежных водах уже не сказывается [21]. Напротив, в области скачка плотности (как над слоем градиента плотности, так и под ним) обычно формируются слои повышенных концентраций растворённых и взвешенных веществ, создающих более комфортные условия для развития бактериопланктона.

Распределение по вертикали микрозоопланктона носило те же черты: на большинстве станций его численность в слое ТК была выше, чем на поверхности. При сравнении обилия

МЗП и ОЧБ на поверхности и в слое "термоклина" наблюдалась умеренной силы положительная корреляция ($r^2 = 0.66$; $n = 21$) между этими компонентами планктонного сообщества. Скорее всего, в данном случае указанная корреляция отражает не их трофические взаи-

модействия между собой, например, по типу "хищник – жертва", а одинаковый характер вертикального распределения численности бактерий и микрозоопланктона в структурированном по вертикали столбе воды.

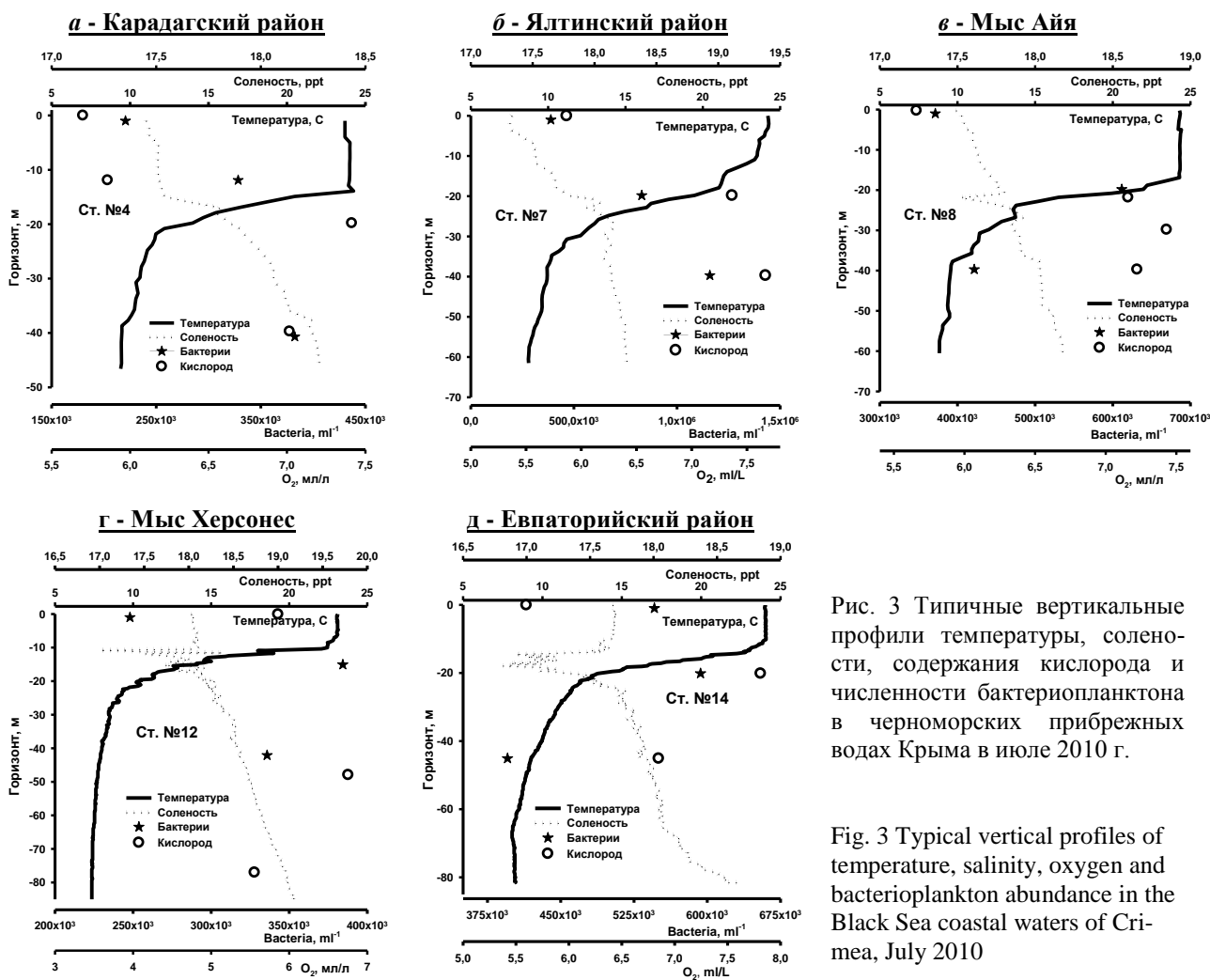


Рис. 3 Типичные вертикальные профили температуры, солености, содержания кислорода и численности бактериопланктона в черноморских прибрежных водах Крыма в июле 2010 г.

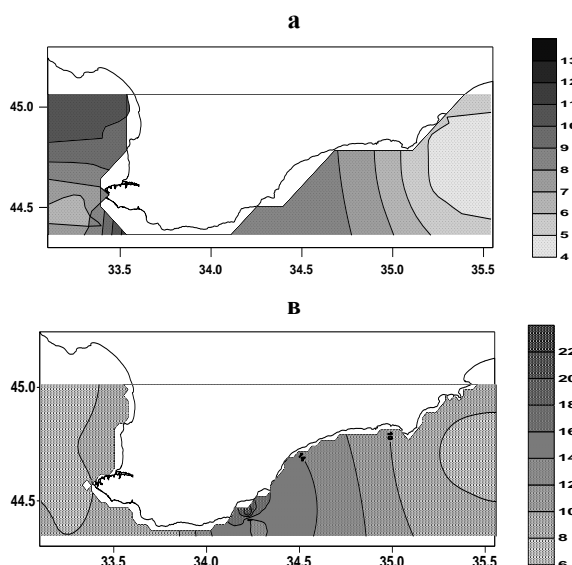
Fig. 3 Typical vertical profiles of temperature, salinity, oxygen and bacterioplankton abundance in the Black Sea coastal waters of Crimea, July 2010

Обеднённости поверхностного слоя "живым веществом" нашла своё отражение и в характере вертикального распределения общего взвешенного вещества по результатам гидрооптических измерений зондирующим биофизическим комплексом ГБА (мутномером) [8].

Горизонтальное распределение. Распределение обилия БП и МЗП по акваториям имело общие закономерности. Самыми "трофными" по бактериопланктону на поверхности и Морський екологічний журнал, № 2, Т. XI. 2012

в слое "термоклина" оказались прибрежные воды у Евпатории и в мористой части Каламитского залива: ОЧБ составляла здесь, соответственно, более 540 и 740 тыс. кл. мл⁻¹, биомасса – 10.9 и 14.9 мг С м⁻³ (рис. 4, а, б). Подлежащие под слоем температурного "скачка" воды наиболее богаты бактериями в районе Ялты – в среднем около 800 тыс. кл. мл⁻¹ и 16.1 мг С м⁻³ (рис. 4 в). Самые «бедные» бактериопланктоном воды – в районе Карадага: обилие

БП в поверхностном слое – 270 тыс. кл. мл⁻¹ по численности и 5.4 мг С м⁻³ по биомассе, в слое



"термоклина" – соответственно 413 тыс. кл. мл⁻¹ и 8.3 мг С м⁻³ (рис. 4, а, б, в).

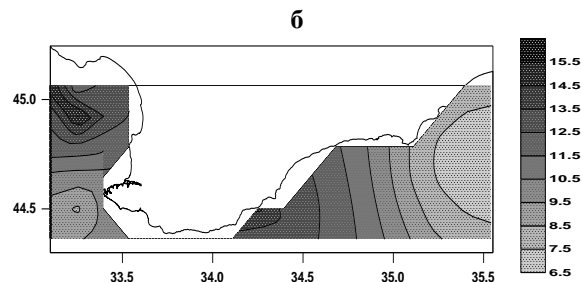


Рис. 4 Распределение обилия бактериопланктона (биомассы, мг С м⁻³) в черноморских прибрежных водах Крыма в июле 2010 г.: а – поверхностный слой, б – слой "термоклина", в – слой под "термоклином"

Fig. 4 Distribution of bacterial richness (biomass, mg C m⁻³) in the Black Sea coastal waters of Crimea in July 2010: а – the surface layer, б – the layer of "thermocline", в – the layer under the "thermocline"

Численность МЗП в верхнем перемешанном слое варьировала от 4.0 до 64 тыс. экз. м⁻³ (табл. 1). В среднем для верхнего слоя вод распределение метазойного микрозоопланктона повторяло закономерности распределения численности БП. Максимальные численности МЗП наблюдались в районе Евпатории на мористых станциях в слое "термоклина". Средние значения для ВКС здесь составили 24 тыс. экз. м⁻³. На Херсонесском разрезе обилие МЗП характеризовалось несколько меньшими значениями: в среднем для ВКС – чуть более 18 тыс. экз. м⁻³. Район Карадага оказался бедным и в отношении микрозоопланктона: в ВКС численность МЗП в среднем составляла около 10 тыс. экз. м⁻³. На траверзе г. Ялты обилие микрозоопланктона характеризовалось примерно такими же величинами; для поверхности в среднем, даже меньшими. Однако на ст. 7 в слое "термоклина" наблюдалось значительное увеличение численности МЗП (64 тыс. экз. м⁻³) за счёт массового развития коловраток, что сказалось и на средних значениях для этого района – около 21 тыс. экз. м⁻³.

Для "послойного" распределения МЗП в юго-восточном секторе выявлены локальные отличия от общей закономерности (рис. 5). В ялтинской акватории наблюдались зоны как

абсолютного минимума в поверхностном слое (рис. 5, а), так и абсолютного максимума – в слое "термоклина" (рис. 5, б). Если максимум, как уже отмечалось, определялся высоким содержанием коловраток при наличии и других таксонов, то в зоне минимума видовой состав состоял исключительно из науплиусов копепод и личинок двустворчатых моллюсков.

Более 50 % всего МЗП приходилось на долю рачкового планктона: науплиусы и копеподиты рода *Acartia* Dana, 1846, *Paracalanus parvus* (Claus, 1863), *Centropages ponticus* Karavaev, 1894, *Pseudocalanus elongatus* (Boeck, 1865), *Oithona brevicornis* Giesbrecht, 1892. В районе Карадага рачковый МЗП составлял в среднем около 74 % от общей численности батометрического МЗП и доминировал как на поверхности, так и в слое "термоклина", а в видовом отношении он был представлен копеподами рода *Acartia* и *P. parvus* – науплиальными и копеподитными стадиями. В ялтинских водах рачковый МЗП доминировал только на поверхности. В его составе преобладали науплиусы *C. ponticus*; отмечены науплиальные стадии *O. brevicornis*. В слое "термоклина" преобладали коловратки, повышая общую численность МЗП в этих водах, практически, в 2 раза.

Табл. 1 Массовые виды, абсолютная и относительная численность разных групп многоклеточного микрозоопланктона черноморских прибрежных вод Крыма в летний период 2010 г.

Table 1 Dominant species, the absolute and relative abundance of various groups of metazoan microzooplankton in the Black Sea coastal waters of Crimea in summer 2010

Район	Станция	Горизонт	Численность микрозоопланктона, экз. м ⁻³					Доминирующие таксоны, виды
			Crustacea	%	Non Crustacea	%	Общая	
Карадаг	2	0	11111	78.9	2963	21.1	14074	<i>Acartia, Paracalanus</i>
		10	5957	77.8	1703	22.2	7660	<i>Acartia, Paracalanus</i>
	4	0	5000	66.7	2500	33.3	7500	<i>Acartia</i>
		12	7143	71.4	2857	28.6	10000	<i>Acartia, Paracalanus</i>
Ялта	5	0	9000	100.0	0	0.0	9000	<i>Centropages</i>
		14	4000	46.2	4667	53.8	8667	<i>Paracalanus, Rotifera</i>
	7	0	2000	50.0	2000	50.0	4000	Copepoda nauplii, <i>Bivalvia</i>
20		5517	8.6	58621	91.4	64138	Rotifera, <i>Paracalanus</i>	
м. Айя	8	0					-	
		22	3500	35.0	6500	65.0	10000	Rotifera, <i>Paracalanus, Acartia</i>
м. Херсонес	10	0	12593	94.4	741	5.6	13333	<i>Acartia, Paracalanus</i>
		25	4667	18.9	20000	81.1	24667	Rotifera, <i>O. dioica, Acartia</i>
	12	0	10000	90.9	1000	9.1	11000	<i>Acartia</i>
		15	2000	22.2	7000	77.8	9000	Rotifera, <i>Paracalanus</i>
	13	0	10000	29.9	23500	70.1	33500	<i>Bivalvia, Centropages</i>
		15	3750	20.7	14375	79.3	18125	Rotifera, <i>O. dioica, Paracalanus</i>
Каламитский залив – Евпатория	14	0	26667	89.8	3030	10.2	29697	<i>Acartia, Centropages, Penilia avirostris</i>
		20	9375	28.8	23125	71.2	32500	<i>O. dioica, Rotifera, Paracalanus, Acartia</i>
	15	0	16429	90.2	1786	9.8	18214	<i>Acartia, Centropages</i>
		20	10400	78.8	2800	21.2	13200	<i>Acartia, Paracalanus</i>
	16	0	22647	100.0	-	-	22647	<i>Acartia, Centropages</i>
15		19310	68.3	8966	31.7	28276	<i>Acartia, Paracalanus</i>	

Большая часть рачкового МЗП была представлена науплиусами *P. parvus*. На Херсонесском разрезе в районе Севастополя наряду с коловратками значительную долю рачкового МЗП составляли личинки двусторчатых моллюсков и оболочника *Oikopleura dioica* Fol, 1872. Из рачкового МЗП на поверхности при меньших значениях температуры (23.1°C) доминировали науплиусы *Acartia*, а при более высоких температурах (24.3°C) – *C. ponticus*. Аналогичная картина наблюдалась на более мористых станциях (14, 15) у Евпатории. На ближайшей к берегу станции 16 преобладал в основном "рачковый" МЗП с доминированием на поверхности *C. ponticus*, а в верхней части "термоклина" – *Acartia* и *P. parvus*.

В целом, в более трофных водах при повышении общего количества МЗП наблюдалось уменьшение относительной доли его рачковой фракции за счёт увеличения численности коловраток и/или личинок *Bivalvia*.

Различия между юго-восточными и юго-западными водами предстают и из анализа данных по другим гетеротрофным компонентам планктонного сообщества. В частности, желетельный макропланктон и ихтиопланктон были заметно богаче представлены в водах юго-западного побережья Крыма [2, 5]. В распределении фитопланктона в поверхностном слое вод наблюдались противоположные тенденции [1].

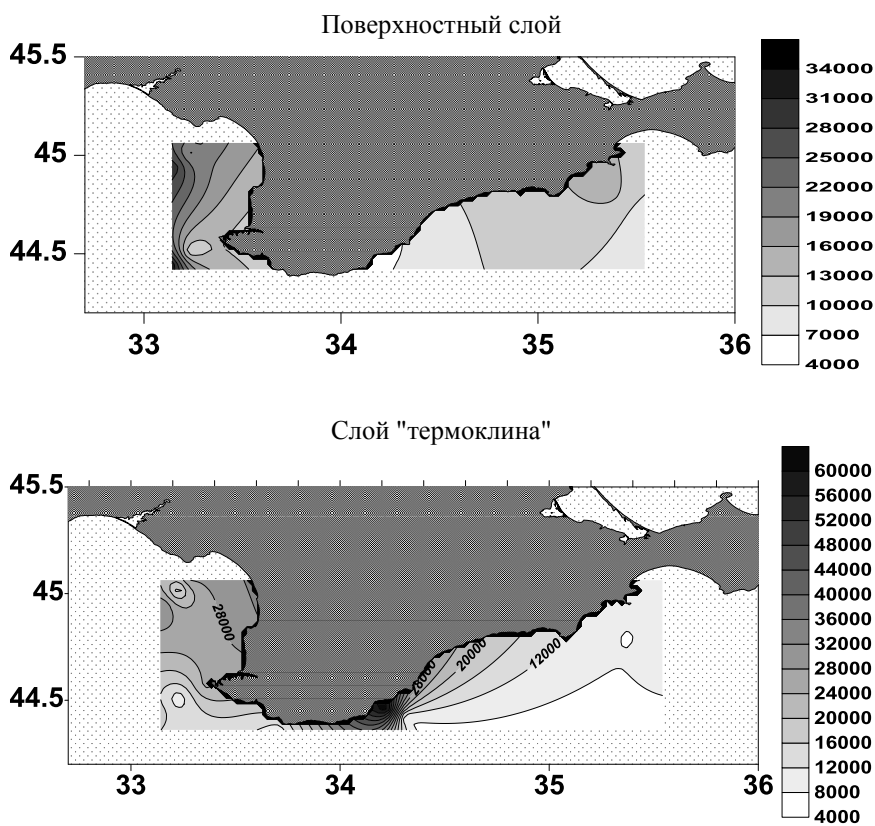


Рис. 5 Численность метазойного МЗП (экз. м⁻³) в прибрежных водах Крыма в июле 2010 г.
Fig. 5 Metazoan MZP abundance (ind. m⁻³) in the coastal waters of Crimea, July 2010

Максимальные величины биомассы микроводорослей наблюдались в водах Карадага, а минимальные – в евпаторийском районе. Распределение численности определялось более высокими показателями обилия на прибрежных станциях и снижением в направлении открытого моря. Между обилием фито- и бактериопланктона наблюдалась тенденция отрицательной взаимосвязи ($r^2 = -0.11-0.15$, $n = 15$). Зависимость между обилием фито- и МЗП была выражена заметно сильнее: $r^2 = -0.43-0.58$, при $n = 10$. Вероятно, в этих зависимостях нашли отражение процессы сукцессии планктонного сообщества, когда максимумы развития отдельных его компонентов следуют друг за другом с определенным запаздыванием (лаг-период) [17].

Выводы. 1. Состояние верхнего деятельного слоя вод крымского побережья в летний период 2010 г. по показателю ОЧБ можно охарактеризовать как мезотрофное. Только в районе Карадага наблюдались значения ОЧБ, характерные для олиготрофных вод. Воды это-

го района практически на всех горизонтах были наименее трофными. Район Карадага оказался бедным и в отношении микрозоопланктона: в ВКС численность микрозоопланктона составляла в среднем около 10 тыс. экз. м⁻³. Самым трофными на поверхности и в слое

"термоклина" были воды у Евпатории и в мористой части Каламитского залива. Подлежащие под слоем температурного "скачка" воды были наиболее богаты бактериями на траверсе г. Ялты, вероятно, из-за находящегося здесь глубоководного выпуска бытовых сточных вод. Максимум МЗП в этой акватории определялся высоким содержанием коловраток. **2.** С начала 1990-х годов – периода высокой эвтрофированности черноморских вод – в побережье Крыма наблюдается тенденция последовательного снижения трофности верхнего деятельного слоя вод. **3.** Вертикальное распределение исследованных гетеротрофных групп организмов характеризовалось максимумами концентрации в слое температурного скачка или под ним. **4.** Между обилием фитопланктона, с одной стороны, и бактерио- и микрозоопланктона, – с другой, наблюдалась тенденция отрицательной взаимосвязи, отражающая, вероятно, процессы сукцессии планктонного сообщества. **5.** Науплиусы и копепоидные стадии *Sopropoda* в целом составляли более половины общей

численности МЗП в ВКС, а на поверхности их доля часто составляла 70 – 80 % и более. В более трофных водах численность МЗП прирастала, прежде всего, за счёт коловраток.

Благодарности. Выражаем искреннюю признательность начальнику 64 рейса НИС "Про-

фессор Водяницкий" Ю. Н. Токареву за предоставленную возможность участия в рейсе, группе главного инженера корабля – В. Давыдову, Н. Жарову и Е. Сендели – за помощь при отборе батометрических проб воды.

1. Георгиева Е. Ю. Видовой состав и обилие фитопланктона / Биологические, биофизические и гидрологические исследования в 64-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий", 30 июня – 6 июля 2010 г. Научный отчет. – Архив ИнБЮМ НАНУ. – Описание 2, № 297. – Севастополь, 2010. – С. 65 – 69.
2. Гетьман Т.П., Климова Т.Н. Ихтиопланктон у берегов Крыма в летний период / Биологические, биофизические и гидрологические исследования в 64-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий", 30 июня – 6 июля 2010 г. Научный отчет. – Архив ИнБЮМ НАНУ. – Описание 2, № 297. – Севастополь, 2010. – С. 86 – 95.
3. Заика В. Е. О трофическом статусе пелагических экосистем в разных регионах Чёрного моря // Морск. экол. журн. – 2003. – 2, № 1. – С. 5 – 11.
4. Заика В. Е., Морякова В. К., Островская Н. А. и др. Распределение морского микрозоопланктона. – Киев: Наукова думка, 1976. – 92 с.
5. Игнатъев С.М. Состояние макропланктона у берегов Крыма в летний период / Биологические, биофизические и гидрологические исследования в 64-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий", 30 июня – 6 июля 2010 г. Научный отчет. – Архив ИнБЮМ НАНУ. – Описание 2, № 297. – Севастополь, 2010. – С. 79 – 85.
6. Ковалев А.В. Орудия и метод суммарного учета морского микро- и мезозоопланктона // Экология моря. – 1980. – вып. 3 – С. 61 – 64.
7. Островская Н. А., Скрябин В. А., Загородняя Ю. А. Микрозоопланктон / Ковалев А. В., Финенко З. З. (ред.). Планктон Чёрного моря. – Киев: Наукова думка, 1993. – С. 165 – 183.
8. Отчет отряда гидрофизики моря (МГИ НАНУ) / Биологические, биофизические и гидрологические исследования в 64-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий", 30 июня – 6 июля 2010 г. Научный отчет. – Архив ИнБЮМ НАНУ. – Описание 2, № 297. – Севастополь, 2010. – С. 25 – 51.
9. Родионова Н.Ю. Гидрохимические исследования, проведенные в 64-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий" / Биологические, биофизические и гидрологические исследования в 64-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий", 30 июня – 6 июля 2010 г. Научный отчет. – Архив ИнБЮМ НАНУ. – Описание 2, № 297. – Севастополь, 2010. – С. 127 – 130.
10. Рылькова О. А. Структурные и функциональные показатели бактериопланктона в прибрежных водах Крыма: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 2010. – 21 с.
11. Серегин С. А. Обилие бактерий в водах Чёрного моря в начале 1990-х годов: распределение, сезонные изменения // Рыбное хозяйство Украины. – 2010. – №1. – С. 16 – 24.
12. Сорокин Ю. И. К методике концентрирования проб фитопланктона // Гидробиол. журн. – 1979. – 15. – С. 71 – 76.
13. Сорокин Ю. И., Вишивцев В. С., Домников В. С. Биологическая структура вод, ее изменчивость и состояние гидробионтов / Техногенное загрязнение и процессы естественного самоочищения. – М.: Недра, 1996. – С. 266 – 312.
14. Сорокин Ю. И., Сорокина О. В. Первичная продукция и динамика бактериопланктона в Чёрном море в холодное время года // Морск. экол. журн. – 2008. – 7, № 2. – С. 65 – 75.
15. Теплинская Н. Г. Бактериопланктон Северо-Западной и Северо-Восточной частей Чёрного моря в летний период // Гидробиол. журн. – 1995. – 31, № 2. – С. 36 – 41.
16. Чепурнова Э. А., Сеничкина Л. Г. Биомасса гетеротрофных и автотрофных организмов в прибрежных районах Чёрного моря // Гидробиол. журн. – 1981. – 17, № 4. – С. 37 – 40.
17. Blight S. P., Bentley T. L., Lefevre D. et al. Phasing of autotrophic and heterotrophic plankton metabolism in a temperate coastal ecosystem // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 1995. – 128. – P. 61 – 75.
18. Cociasu A., Popa L. Significant changes in Danube nutrient loads and their impact on the Romanian Black Sea shelf / Oceanogr. the Eastern Mediter. and Black Sea: Confer. Ankara. – 2002 – P. 402.
19. Helbling E. W., Marguet E. R., Villafane V. E. et al. Bacterioplankton viability in Antarctic waters as affected by solar ultraviolet radiation // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 1995. – 126. – P. 293 – 298.
20. Hernandez E. A., Ferreyra G. A., Mac Cormack W. P. Response of two Antarctic marine bacteria to different natural UV radiation doses and wavelengths // Antarctic Science. – 2006. – 18, №2. – P. 205 – 212.
21. Herndl G. J., Müller-Niklas G., Frick J. Major role of ultraviolet-B in controlling bacterioplankton

- growth in the surface layer of the ocean // *Nature*. – 1993. – **361**. – P. 717 – 719.
22. Lee S., Fuhrman J.A. Relationship between biovolume and biomass of naturally derived marine bacterioplankton // *Appl. Environm. Microbiol.* – 1987. – **53**. – P. 1298 – 1303.
23. Kovalova N., Medinets S., Konareva O. et al. Long-term changes of bacterioplankton and of chlorophyll "A" as indicators of north-western part of the Black sea ecosystem changes in the last 30 years // 2nd Biannual and Black Sea Scene EC Project Joint Conference, 6 – 9 October, Sofia, Bulgaria, 2008. – P. 136 – 142.
24. Santos A. L., Oliveira V., Baptista I. et al. Effects of UV-B Radiation on the Structural and Physiological Diversity of Bacterioneuston and Bacterioplankton // *Appl. Environm. Microbiol.* – 2012. – **78**, No. 6. – P. 2013 – 2024.

Поступила 02 июня 2011 г.
После доработки 24 февраля 2012 г.

Бактеріопланктон та метазойний мікрозоопланктон в водах Чорного моря біля узбережжя Криму влітку 2010 р. С. О. Серьогін, О. В. Попова. 30 червня – 6 липня 2010 р. в різних районах чорноморського прибережжя Криму визначені загальна чисельність (ЗЧБ) і біомаса бактеріопланктону (БП), рясність та видовий склад багатоклітинного мікрозоопланктону (МЗП) у верхньому 50-метровому шарі вод. ОЧБ і біомаса БП варіювали відповідно від 215 до 1202 тис. кл. мл⁻¹ і 4.3 до 24.1 мг С м⁻³. Як середні для усього масиву даних, так і підвищені значення концентрації бактерій на ряду станцій в шарах максимуму (0.9 – 1.2 млн. кл. мл⁻¹) свідчили про мезотрофний стан кримських вод у досліджуваний період. Максимальні концентрації бактеріопланктону в південних і південно-західних водах кримського узбережжя характерні для шару температурного "стрибка", а в південно-східних акваторіях – в шарі під "термокліном". Найменш трофні води в районі Карадага, а самі трофні – у мористій частині Каламітської затоки і біля берегів Ялти. Науплії Copepoda та копеподіти становили більше половини загальної чисельності МЗП у ВКС, на поверхні їх частка становила 70 – 80 % і більше.

Ключові слова: чорноморське узбережжя Криму, бактеріопланктон, мікрозоопланктон, чисельність, біомаса, видовий склад, трофність вод

Bacterioplankton and metazoan microzooplankton in the Black Sea waters near Crimea coast in summer 2010. S. A. Seregin, E. V. Popova. On June, 30 - July, 6, 2010 in the different districts of the Crimean Black Sea coastal zone the total number (TNB) and biomass of bacterioplankton (BP), the abundance and species composition of metazoan microzooplankton (MZP) in the upper ~50 m layer of water were determined. TNB and biomass of BP ranged from 215 to 1.202 thousand cells ml⁻¹ and 4.3 to 24.1 mg C m⁻³, respectively. Both middle for all array of data and the elevated concentrations of bacteria at some stations in the layers of peak (0.9 – 1.2 million cells ml⁻¹) testified to the mesotrophic state of Crimean waters in an investigated period. The maximal concentrations of bacteria in south and south-west waters of the Crimean coast were typical for the layer of temperature "jump", and in south-east aquatoriums - in a layer under "thermocline". The waters in the Karadag area were the poorest, and the richest waters were in the seaward part of Kalamitsky Bay and near the Yalta coast. Nauplii of Copepoda and copepodites accounts for more than half the total number of MZP in the upper mixed layer, on the surface their share was often 70 – 80 % or more.

Keywords: Black Sea coast of Crimea, bacterioplankton, microzooplankton, abundance, biomass, species composition, water trophicity