



УДК 593.17:574.9(262.5)

В. Е. Заика, чл.-корр. НАН Украины, гл. научн. сотр., **Н. Г. Сергеева**, докт. биол. наук, зав. отд.

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

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБОКОВОДНЫХ ИНFUЗОРИЙ В ЧЁРНОМ МОРЕ

Изложены материалы по вертикальному распределению донных Ciliophora в Чёрном море на глубинах от 120 до 2075 м. Сероводород начал регистрироваться со 160 – 170 м. Отмечено три пика обилия цилиат на глубинах 120, 160 и 240 м. Средний пик обилия приходится на глубины появления сероводорода. Кроме того, по имеющимся данным, на тех же глубинах находятся пелагические пики интенсивности бактериального хемосинтеза и продукции бактерий. Следовательно, пики обилия инфузорий можно связать со скоплениями пищи. В других меромиктических водоёмах сгущения микропланктона тоже наблюдаются в области перехода от аэробных вод к анаэробным. Наибольшее число морфотипов цилиат (8) было на глубине 240 м, в области нижнего пика обилия.

Ключевые слова: Ciliophora, Чёрное море, бентос, вертикальное распределение большие глубины.

В публикации [3] в конспективном виде представлены данные о первых находках инфузорий в Чёрном море на глубинах от 120 до 2075 м. С учётом более ранних сведений [1, 4], можно констатировать, что теперь донные инфузории известны практически со всех черноморских глубин. Материалы об инфузориях черноморской сероводородной зоны представляют особый интерес.

В настоящей работе представлены данные об особенностях вертикального распределения глубоководных инфузорий.

Материал и методы. Использованы пробы, полученные на разрезе вдоль континентального склона в северо-западной части Чёрного моря (рис. 1).

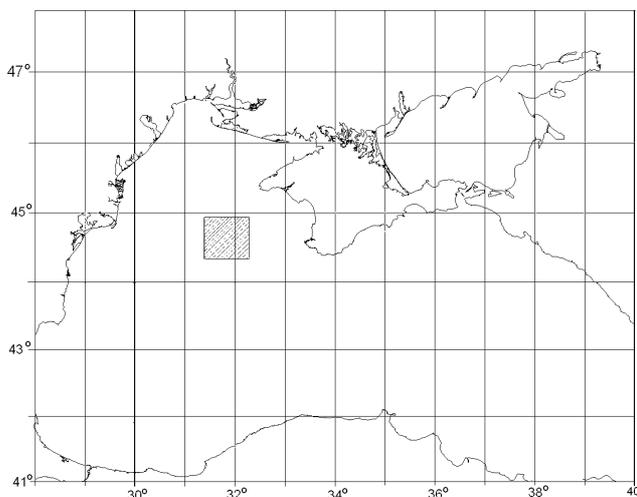


Рис. 1 Район исследований в Чёрном море
Fig. 1 The studies region in the Black Sea

Пробы получены пробоотборниками пуш-корер и мультипле-корер. Названные пробоотборники эффективны для сбора глубоководного мейо- и микробентоса. При их использовании подъём с больших глубин не сопровождается вымыванием организмов, или, наоборот, контаминацией прибора посторонней фауной по ходу прибора.

Это важное обстоятельство следует подчеркнуть. Часть исследователей сомневается в реальности находки представителей эукариот в заражённой зоне, и использует в качестве довода тот факт, что раньше в сероводородной зоне Чёрного моря инфузорий не находили. Но, как известно, сероводород у дна появляется на глубинах 150 – 175 м, а дночерпатель не приносит мелкие поверхностные организмы уже со 100 м [1]. Это хорошо доказывает, что прежние выводы об отсутствии эукариот в глубоководной зоне были основаны на данных, полученных неадекватными методами.

После взятия проб в переходной зоне коллега из Германии (A. Lichtschlag) определяла в них содержание кислорода и сероводорода (табл. 1), за что мы выражаем ей глубокую признательность.

Табл. 1 Содержание кислорода и сероводорода на переходных глубинах (данные получены А. Lichtschlag на борту судна)

Table 1 Oxygen and hydrogen sulfide in interface area

Глубина, м	O ₂ Ммоль/л	H ₂ S, Ммоль/л	Станция №
120	0.14	0.00	256
130	0.12	0.00	258
140	0.09	0.00	259
150	0.07	0.00	260
160	0.06	0.79	261
170	0.07	0.39	262

Вероятно, возможны некоторые искажения из-за контакта с воздухом, но и при этом хорошо видно, что на глубинах 160 – 170 м содержание кислорода на поверхности донного осадка составляет сотые доли Ммоль/л и только появляются первые признаки сероводорода.

Другие методические сведения приведены в предыдущей статье [3].

Результаты и обсуждение. Количество инфузорий в пробах, перечисленных в порядке увеличения глубины, представлено в табл. 2, а также на рис. 2 – 3. На фоне резких колебаний численности по глубинам обращает на себя внимание совпадение основного пика обилия донных инфузорий с границей появления сероводорода. Пик инфузорий широкий и несильно Морський екологічний журнал, № 1, Т. VIII. 2009

чайный: можно видеть как нарастание обилия инфузорий к глубине 160 м, так и последующее убывание их числа.

Табл. 2 Общее количество цилиат, найденных в Чёрном море в рейсе М72 на НИС «Метеор» (глубины от 120 до 2075 м)

Table 2 Total Ciliophora abundance in the Black Sea at the depth from 120 to 2075 m (METEOR cruise M72 data)

Глубина, м	Численность инфузорий		Станция №
	экз./проба	экз./100 см ²	
120	99	148	256
130	16	24	258
140	4	6	259
150	132	198	260
160	213	320	261
170	156	234	262
180	55	182	324
190	34	112	326
210	10	33	327
230	16	36	32
240	73	242	332
832	21	70	330
1807	5	16	286
2075	1	3,3	279

Следующее резкое повышение обилия отмечается на глубине 240 м, т.е. в зоне стабильной аноксии и устойчивого сероводородного заражения довольно высокой концентрации. Широка ли этот пик – неизвестно, т.к. следующая станция была только на глубине 832 м, где обилие инфузорий было в 3.5 раза меньше, чем на 240 м, в нижнем пике. Это, кстати, гораздо больше, чем на глубинах 130 – 140 м, где сероводород ещё не обнаруживался. На двух станциях глубже 832 м численность инфузорий сильно снижается.

Верхний пик обилия инфузорий находится не только в области границы сероводорода. Важно, что здесь же наблюдается зимний пик продукции бактериопланктона (рис. 1, кривая 2) [9]. Таким образом, верхний пик инфузорий приурочен к скоплению пищи (речь идет о формах, потребляющих бактерии, но здесь же, естественно, скапливаются и хищные инфузории).

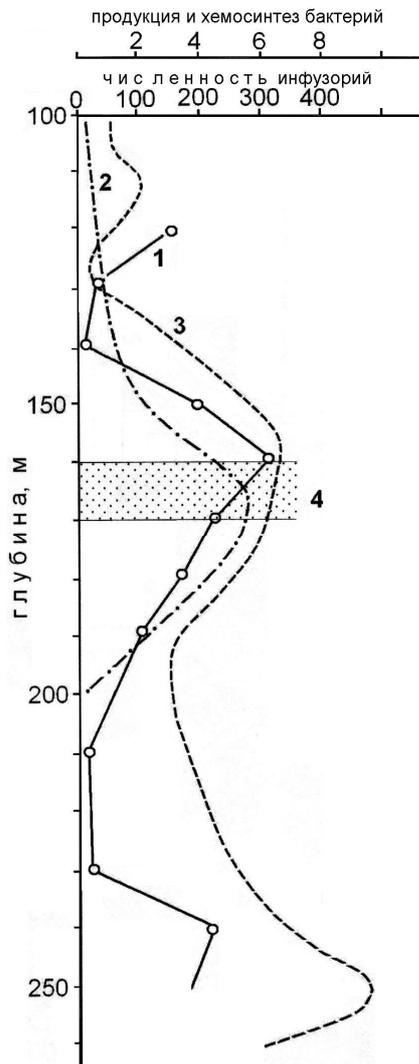


Рис. 2 Вертикальные профили численности Ciliophora и сопутствующие показатели: 1 – численность инфузорий; 2 – продукция бактерий (Sorokin et al., 2008); интенсивность бактериального хемосинтеза (Гулин, 1991); 4 – граница сероводорода

Fig. 2 Vertical profiles of Ciliophora abundance and accompanying indices: 1 – Ciliophora number; 2 - bacterial production; 3 – bacterial chemosynthesis; 4 – boundary of hydrogen sulfide

Сравнивая данные по пелагиали и бентали (рис. 1), нужно учитывать, что все изолинии имеют в Чёрном море «выпуклый» характер, и что кривая продукции не обязательно совпадает с кривой численности и биомассы, по которым было бы точнее судить о распределении доступной инфузориям пищи. Кривые обилия бактериопланктона для мая изменчивы, но в области глубин 150 м обычно выявляются пики [8].

Нижний пик инфузорий также находится в области сгущения бактериальной активности: на глубине 250 м наблюдается пик интенсивности бактериального хемосинтеза [2]. Вертикальный профиль этого процесса странным образом повторяет все три пика обилия инфузорий (рис. 1, кривая 3).

Проведённые сравнения не слишком убедительны, так как сопоставлялись кривые, полученные не в бентали, а в пелагиали, в разных точках моря, в разные годы.

Материалы по иным меромиктическим водоёмам показывают сгущения микропланктона в области перехода от аэробных вод к анаэробным, с присутствием H_2S . Такие данные получены для бассейна Кариако (Карибское море) [10], для норвежского фиорда [5]. Эти материалы получены с применением генетических методов, но чёткие пики развития инфузорий в области границы анаэробных вод показаны классическими микроскопическими методами для датских фиордов и испанского озера [6, 7].

Изложенное свидетельствует, что в распределении донных инфузорий по глубинам

в заражённой сероводородом зоне Чёрного моря выявляются пики, аналогичные другим меромиктическим водоёмам. Скорее всего, пики инфузорий приурочены к областям сгущений бактериальной пищи.

Найденные формы инфузорий пока не подвергнуты серьёзной таксономической обработке. По предварительным заключениям специалистов, в пробах имеются представители родов *Chilodonella*, *Trachelocerca*, *Tracheloraphis*, *Loxophylum* и некоторых других. Мы оперировали числом морфотипов, которое, скорее, близко к числу родов, а не видов, поскольку намеренно не учитывались мелкие различия

размеров и формы. После такого разъяснения приведём минимальное количество морфотипов по глубинам (рис. 3, кривая 2). На глубине 240 м был не только нижний пик численности

инфузорий, здесь зарегистрировано наибольшее число морфотипов цилиат: если на других станциях отмечалось от 1 до 5 – 7 (чаще 5) морфотипов, то на этой глубине их было 8.

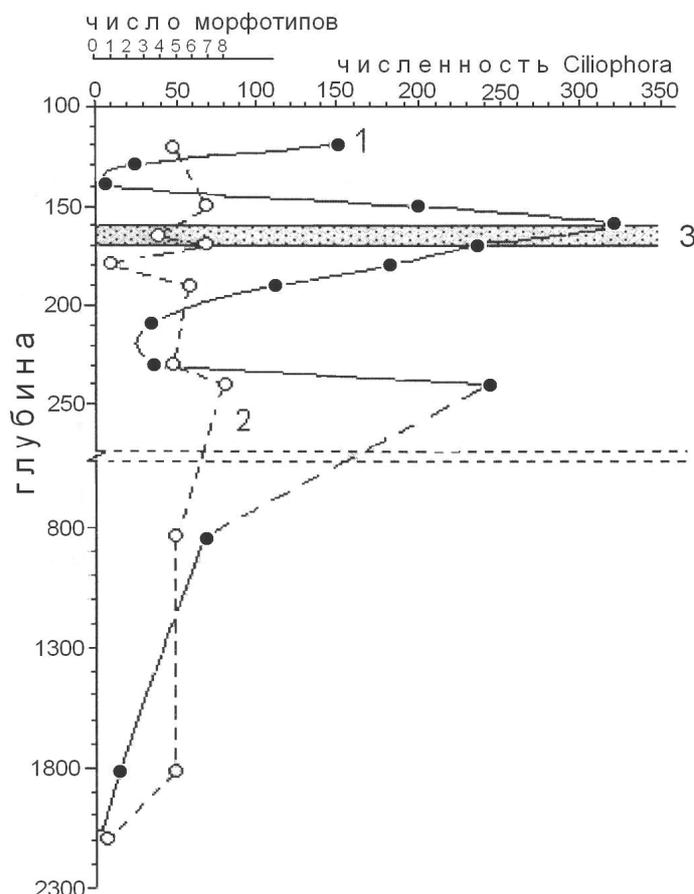


Рис. 3 Вертикальные профили общего обилия и числа морфотипов Ciliophora в Чёрном море. 1 – численность инфузорий; 2 – число морфотипов; 3 – граница сероводородной зоны
 Fig. 3 Vertical profiles of the total abundance and number of Ciliophora morphotypes in the Black Sea. 1 – Ciliophora total abundance; 2 - morphotypes number; 3 - boundary of hydrogen sulfide

1. Азовский А. И., Мазей Ю. А. Инфузории мягких грунтов северо-восточного побережья Чёрного моря // Зоол. журн. – 2003. – 82, №8. – С. 899 – 912.
2. Гулин М. Б. Изучение бактериальных процессов сульфатредукции и хемосинтеза в водной среде Чёрного моря: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 1991. – 20 с.
3. Сергеева Н. Г., Заика В. Е. Ciliophora в сероводородной зоне Чёрного моря // Морск. экол. журн. – 2008. – 7, №1. – С. 80 – 85.
4. Azovsky A. I., Mazei Y. A. A conspectus of the Black Sea fauna of benthic ciliates // Protistology. – 2003. – 3, 2. – P. 72 – 91.
5. Behnke A., Bunge J., Barger K. et al. Microeukaryote community pattern along O₂/H₂S gradient in supersulphuridic anoxic fjord (Framvaren, Norway) // Appl. Environ. Microbiol. – 2006. – 72, 5. – P. 3626 – 3636.
6. Fenchel T., Kristensen L. D., Rasmussen L. Water column anoxia: vertical zonation of planktonic protozoa // Mar. Ecol. Progr. – 1990. – Ser. 62. – P. 1 – 10.
7. Massana R., Pedros-Alio C. Role of anaerobic ciliates in planktonic food webs: abundance, feeding, and impact on bacteria in the field // Appl. Environ. Microbiol. – 1994. – 60, 4. – P. 1325 – 1334.
8. Pimenov N. V., Rusanov I. I., Yusupov S. K. et al. Microbial processes at the aerobic-anaerobic interface in deep-water zone of the Black Sea // Microbiology. – 2000. – 69, № 4. – P. 436 – 448.

9. Sorokin Yu. I., Sorokina O. V. Primary production and bacterioplankton dynamics in the Black Sea during the cold season // Морск. экол. журн. – 2008. – 7, № 2. – С. 65 – 75.
10. Stoeck Th., Taylor G., Epstein S. Novel eukaryotes from the permanently anoxic Cariaco basin (Caribbean Sea) // Appl. Environ. Microbiol. – 2003. – Sept. 2003. – P. 5656 – 5663.

Поступила 20 сентября 2008 г.

Вертикальний розподіл глибоководних інфузорій в Чорному морі. В. Є. Заїка, Н. Г. Сергеева. Викладено матеріали по вертикальному розподілу донних Ciliophora в Чорному морі на глибинах від 120 до 2075 м. Сірководень починає реєструватись з 160 - 170 м. Відмічено три піки великої кількості циліат на глибинах 120, 160 та 240 м. Середній пік великої кількості припадає на глибини, що вже містять сірководень. Крім того, за даними, що були у нас, на тих же глибинах знаходяться пелагічні піки інтенсивності бактеріального хемосинтезу та продукції бактерій. Отож, піки великої кількості інфузорій можна пов'язати із скупченням їжі. У інших мероміктичних водоймах згущення мікропланктону також спостерігається в області переходу від аеробних вод до анаеробних. Найбільша кількість морфотипів циліат (8) була на глибині 240 м, в області нижнього піку багаточисельності.

Ключові слова: Ciliophora, Чорне море, бентос, великі глибини

The vertical distribution of the deep-water ciliates in the Black Sea. V. E. Zaika, N. G. Sergeeva. The materials on vertical distribution of the bottom Ciliophora in the Black Sea at the depths from 120 to 2075 m have been given. Hydrogensulfide began to be registered from 160 – 170 m. Three peaks of ciliates abundance at the depths of 120, 160 and 240 m were marked. Average abundance peak coincides with the depths of hydrogen sulfide appearance. Besides, according to the data available, at the same depths there are pelagic peaks of intensity of bacterial hemossynthesis and bacteria production. Therefore ciliates abundance peaks can be connected with food accumulations. In other meromictic water reservoirs microplankton densing were observed also in the region of transit from aerobic waters to anaerobic ones. The most number of ciliates morphotypes (8) was at the 240 m depth, in the region of the lower peak of abundance.

Key words: Ciliophora, Black Sea, benthos, great depths