

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ



27
—
1987

DISTRIBUTION OF PHYTOPLANKTON PIGMENTS IN THE EASTERN PART OF THE MEDITERRANEAN SEA

Summary

Results from studies of the spatial-temporal distribution of chlorophyll „a“ and pheophytin „a“ in autumn in the eastern part of the Mediterranean Sea are presented in the paper.

The position of pigment maximum along the whole proving ground has been studied. Interrelation of the pigment content with water temperature distribution is considered. Diurnal dynamics of the pigment content is observed to be absent with low content of the phytoplankton pigments, that is typical of the oligotrophic waters.

УДК 581.526.325(267)

А. Г. БЕНЖИЦКИЙ

КОНЦЕНТРАЦИЯ АТФ МИКРОПЛАНКТОНА НАД ПОДВОДНОЙ ГОРОЙ ЭКВАТОР В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ

В связи с изменениями в морском законодательстве и установлением экономических зон, делающих недоступными для рыбного промысла богатые районы на шельфе, все большее внимание привлекают подводные возвышенности как возможные области повышенной биопродуктивности [10]. В связи с этим во время 16-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (18.01—17.05.84 г.) для выявления зон повышенной биологической продуктивности в открытых водах Индийского океана проводились работы по изучению пространственного распределения концентраций аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) суммарного микрорланктона (бактерио-, фито- и микрзоопланктона), в частности в районе подводной горы Экватор. Известно, что АТФ, выполняющая важную роль в процессах обмена вещества и энергии в клетках, присуща только живым организмам и находится в них в сравнительно постоянных концентрациях; при отмирании организмов она необратимо дефосфорилируется. Таким образом, АТФ-метод позволяет получить точную количественную характеристику содержания живого вещества в сестоне и в настоящее время нашел широкое применение в морских планктонологических исследованиях [1, 2, 7—9, 11—14].

Материал и методы исследования. Работы на полигоне проводились со 2 по 12.02.84 г. Полигон размером 50×50 миль (координаты 0°00'—01°00' с. ш. и 50°30'—56°30' в. д.) был выбран таким образом, чтобы вершина подводной горы Экватор с минимальной глубиной 182 м, находилась в его центре. Размеры полигона ограничивали с таким расчетом, чтобы гидробиологическая съемка могла быть проведена в сравнительно сжатые сроки (5 сут). Работы велись только в светлое время суток, когда делался один разрез из 5 станций. Таким образом, была выполнена съемка с 25 станциями, находившимися на расстоянии 10 миль друг от друга. Такой методический подход позволил уменьшить воздействие как временной изменчивости на результаты съемки, так и влияние на них суточной динамики планктона.

Пробы морской воды для определения концентрации АТФ отбирались батометром Б-100 и для удаления мезопланктона предварительно профильтровывались через мельничное сито (газ № 38). Вслед за этим проводилось концентрирование микрорланктона на мембранные ультрафильтры «Сынпор-6» (размер пор 0,40 мкм, диаметр фильтра 35 мм).

Фильтрация осуществлялась при разряжении 0,25 кгс·см⁻². Объем профильтрованной воды колебался от 1 до 2 л. Определение концентрации АТФ проводилось путем ее экстрагирования из микрорланктона

**Т а б л и ц а. Концентрация АТФ микропланктона (нг·л⁻¹)
на полигоне подводной горы Экватор**

Горизонт, м	Количество проб	АТФ, нг·л ⁻¹		Коэффициент вариации, %
		пределы колебаний	среднее	
0	25	0,05—41,75	20,88±2,37	56,8
25	25	0,07—68,82	26,55±3,67	69,1
50	25	3,16—48,05	20,43±2,16	52,8
75	23	2,05—19,50	9,76±1,01	49,5
100	25	2,08—28,55	6,88±1,07	78,0
150	23	0,92—9,19	3,26±0,44	64,4
200	25	0,03— 4,31	1,99±0,18	46,2

Примечание. Среднее значение концентраций АТФ для слоя 0—100 м 17,65±2,13 нг·л⁻¹.

кипящим раствором трис-буфера (0,02 М, рН 7,75) с 0,002 М раствором ЭДТА и последующего измерения концентрации АТФ в экстракте по хемилюминесцентной реакции [2]. Измерение интенсивности светового потока осуществлялось хемилюминометром ХЛМИЦ-01 «Свет» (чувствительность прибора 10⁻¹⁴ г АТФ в мл). В проведенных исследованиях использовались реактивы «АТФ-стандарт» и препарат люциферин-люциферазы «АТФ мониторинг кит» фирмы ЛКБ Приборы, Швеция.

Результаты исследований. Концентрация АТФ микропланктона на полигоне в слое 0—100 м колебалась от 0,05 до 68,82 нг·л⁻¹, а среднее содержание составляло 17,65±2,13 нг·л⁻¹ (таблица). Величины концентраций АТФ микропланктона в верхнем 50-метровом слое были близкими. Незначительное увеличение отмечалось лишь на 25 м, а ниже 50 м происходило резкое уменьшение содержания АТФ.

На полигоне хорошо прослеживается неравномерное распределение концентраций АТФ по горизонтам (рис. 1). На глубине 100 м на общем однородном фоне низких концентраций АТФ к востоку и западу от вершины подводной горы наблюдались небольшие зоны сравнительно повышенных ее концентраций (до 20 нг·л⁻¹). Уже на 50-метровой глубине четко прослеживались три зоны высокого содержания АТФ (более 30 нг·л⁻¹), расположенные с восточной, юго-восточной и юго-западной стороны от вершины. Обширная зона низких концентраций АТФ (менее 10 нг·л⁻¹) отмечалась к западу от вершины горы. На 25-метровой глубине поле максимальных значений АТФ (более 50 нг·л⁻¹) располагалось в восточной части полигона и сравнительно небольшая по площади зона еще одного максимума АТФ с юго-западной стороны от вершины. На поверхности (0 м) характер распределения концентраций АТФ в общих чертах сохранился — поле повышенного ее содержания (более 30 нг·л⁻¹) — к юго-востоку от вершины, зона низких ее значений (менее 10 нг·л⁻¹) — к западу от вершины.

Характер вертикального распределения на меридиональном разрезе через вершину подводной горы Экватор показан на рис. 2, а. На глубине 25—50 м над вершиной располагалась область наименьших концентраций АТФ (менее 1,0 нг·л⁻¹). С юга и севера от вершины на глубине 25 м отмечались локальные зоны относительно повышенного содержания АТФ (30—40 нг·л⁻¹). Следует подчеркнуть, что на юге от вершины подводной горы зона относительно высоких значений АТФ достигала поверхности.

Характер вертикального распределения содержания АТФ микропланктона на широтном разрезе через вершину горы (профиль построен по данным, полученным в разные дни наблюдений) идентичен выявленному на меридиональном разрезе (рис. 2, б). Минимум содержания АТФ отмечался над вершиной подводной горы, максимум — в локальных зонах на западе и востоке от вершины.

Подводная гора Экватор находится в хорошо стратифицированной зоне океана. Поверхностная водная масса (0—50 м) представляет со-

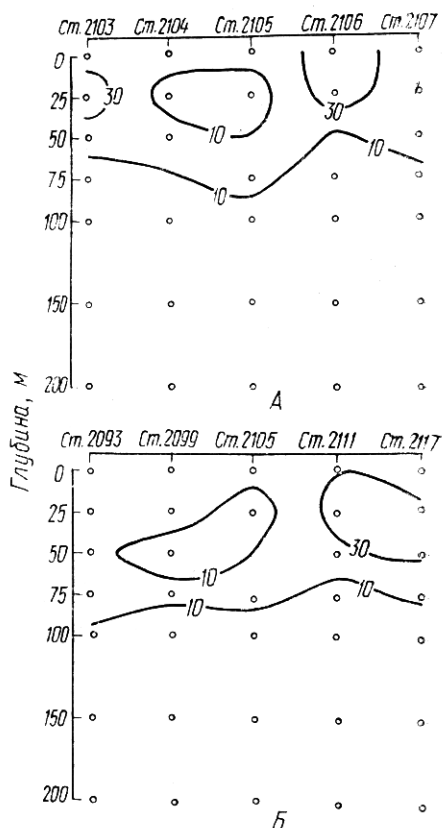
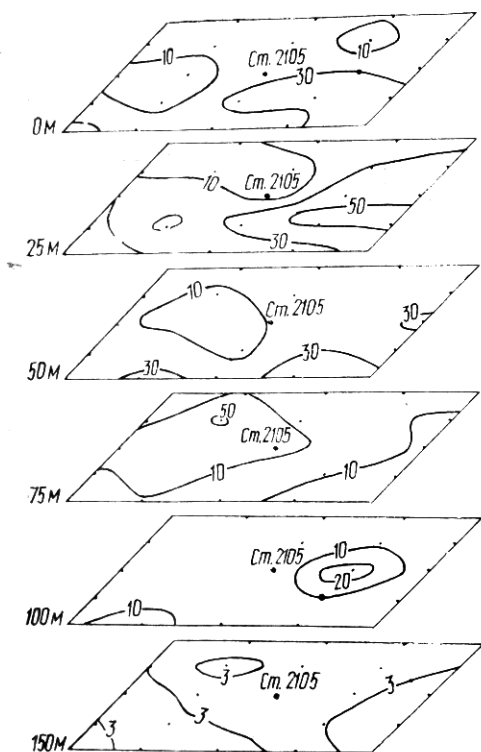


Рис. 1. Пространственное распределение концентраций АТФ микропланктона ($\text{нг} \cdot \text{л}^{-1}$) на отдельных горизонтах полигона. Ст. 2105 — место расположения вершины горы Экватор

Рис. 2. Вертикальное распределение концентраций АТФ микропланктона ($\text{нг} \cdot \text{л}^{-1}$) на меридиональном (А) и широтном (Б) разрезах через вершину подводной горы Экватор

бой поток муссонного течения, направленного с востока на запад. Ниже, примерно до глубины 200 м, проходит подповерхностное экваториальное противотечение, имеющее восточное направление [3]. Известно, что в восточном потоке, обтекающем изолированные мезомасштабные по протяженности поднятия морского дна типа банок, гайотов и пиков, формируются вихревые образования [6]. Обычно в восточном потоке за подводной горой генерируется циклонический вихрь — сателлит (теплая аномалия), который медленно вращается по часовой стрелке вокруг криволинейного конического вихря, находящегося непосредственно над вершиной (холодная аномалия) [5].

По данным гидрологической съемки на полигоне подводной горы Экватор обнаружены океанографические черты специфического характера, выражающиеся в образовании быстро меняющихся место локальных вихрей размером около 20 миль, небольших подъемов вод, обусловленных топографическими факторами. По материалам отчета Ю. Н. Голубева в северной части полигона четко прослеживалось локальное вихревое образование размером 12×20 миль с аномально теплыми водами в центре.

Распределение концентраций АТФ микропланктона на полигоне хорошо согласуется с распределением холодной и теплой аномалий. Низкие величины содержания АТФ микропланктона над вершиной подводной горы, очевидно, связаны с явлением переноса внутри вихря глубинных вод вверх, а затем их опускания вниз под влиянием силы тяжести [4]. Этот процесс квазипериодически повторяющийся и поэто-

му в столбе вихря не успевают сформироваться благоприятные условия для развития планктонного сообщества. Зоны повышенных концентраций АТФ микропланктона, как правило, приурочены к сравнительно длительно существующей теплой аномалии — вихрю-сателлиту. Именно в этой зоне в слое 0—50 м В. Н. Егоровым отмечались повышенные концентрации фосфатов, которые на 40% превышали средние значения минерального фосфора в окружающих районах океана. По-видимому, зоны повышенного содержания АТФ микропланктона определяются не только степенью замкнутости вихревой системы, но и временем ее существования в районе локальной подводной возвышенности.

Анализ полученных данных показал, что на полигоне изолированной мезомасштабной по протяженности подводной горы Экватор, расположенной в хорошо стратифицированной зоне океана, характерно проявлялось влияние рельефа дна на формирование зон повышенных и пониженных концентраций АТФ микропланктона, связанных с системой топографических вихревых образований (холодная и теплая аномалии).

1. Авилова С. Д. Аденозинтрифосфат в водах Перуанского апвеллинга // Океанология. — 1984. — 24, вып. 4. — С. 616—623.
2. Бенжицкий А. Г. Опыт определения аденозинтрифосфата в микропланктоне Аравийского моря // Экология моря. — 1983. — Вып. 13. — С. 22—26.
3. Бурков В. А., Нейман В. Г. Общая циркуляция вод Индийского океана // Гидрология Индийского океана. — М.: Наука, 1977. — С. 3—90.
4. Дарницкий В. Б. К вопросу о механизме продуктивности открытых вод в районах подводных гор Тихого океана // 14 Тихоокеан. науч. конгр. (Хабаровск, авг. 1979 г.): Тез. докл. — М.: ВИНТИ, 1979. — С. 106—107.
5. Зырянов В. Н. Особенности морских течений в районах хребтов и изолированных поднятий дна океана. Вихри Тейлора // Условия среды и биопродуктивность моря. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. — С. 98—109.
6. Козлов В. Ф. Модели топографических вихрей в океане. — М.: Наука, 1983. — 200 с.
7. Мельников И. А. Сравнение величины биомассы микропланктона, определенных по АТФ и методом прямого микроскопирования // Океанология. — 1976. — 16, вып. 2. — С. 324—328.
8. Мельников И. А., Сорокин Ю. И. Определение биомассы планктона по АТФ (аденозинтрифосфату) // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. — М.: Наука, 1983. — С. 146—153.
9. Сибурт Дж. М., Лавуа Д. П. Нестандартный подход к оценке продукции гетеротрофов // Человек и биосфера. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. — Вып. 3. — С. 43—50.
10. Нейман А. А., Крылов В. В. Некоторые черты формирования продуктивности над поднятиями дна в открытом океане // 14 Тихоокеан. науч. конгр. (Хабаровск, авг. 1979 г.): Тез. докл. — М.: ВИНТИ, 1979. — С. 113—114.
11. Holm-Hansen O., Booth C. R. The measurement of adenosine triphosphate in ocean and its ecological significance // Limnol. and Oceanogr. — 1966. — 11, N 4. — P. 510—519.
12. Holm-Hansen O., Karl D. M. Biomass adenilate energy charge determination in microbiol cell extracts and environmental samples // Methods in enzymology. Bioluminescence and Chemiluminescence. — 1978. — 57. — P. 73—85.
13. Adenosine triphosphate in the North Atlantic ocean and its relationship to the oxygen minimum / D. M. Karl, P. A. La Rock, J. W. Morse, W. Sturgess // Deep-Sea Res. — 1976. — 23, N 1. — P. 81—88.
14. Karl D. M., La Rock P. A., Shultz D. J. Adenosine triphosphate and organic carbon in the Cariaco Trench. // Ibid. — 1977. — 24, N 2. — P. 105—113.

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

Получено
28.03.86

A. G. BENZHITSKY

DISTRIBUTION OF THE MICROPLANKTON ATP CONCENTRATIONS OVER THE SUB-MOUNT EQUATOR IN THE INDIAN OCEAN

Summary

Distribution of the ATP concentrations on the proving ground of the sub-mount Equator conforms with arrangement of the cold and warm anomalies. Low values of the microplankton ATP content over the sub-mount peak are, probably, induced by the definite autonomy of waters in whirl. Zones of higher ATP concentrations are, as a rule, confined to the migrating warm anomaly — whirl-satellite.