

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ АН УССР

ПИКОФРАКЦИЯ В СОСТАВЕ ПЛАНКТОНА ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

(МАТЕРИАЛЫ 20-го РЕЙСА НИС "ПРОФЕССОР ВОДЯНИЦКИЙ")

N^o 3798-B87

УДК 551.464.7(263)

А.Г.Бенжицкий, А.П.Гордиенко

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АТФ ПИКОПЛАНКТОНА В РАЗЛИЧНЫХ ПО ТРОФНОСТИ
РАЙОНАХ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

В настоящее время в изучении экосистем открытых районов океанов одним из важнейших вопросов является выяснение причин дисбаланса между первичной продукцией и гетеротрофной деструкцией в сообществах различной трофности [2,3].

Возможно, что одной из причин, вызывающих указанный дисбаланс в расчетах, является недоучет пикопланктона - мельчайших фотосинтезирующих организмов размером 0,2-2,0 мкм [4,5,6].

Первые же исследования показали, что в олиготрофных водах океана на долю пикопланктона приходится до 46 % биомассы, 60 % хлорофилла "а" и 30 % аденозинтрифосфата (АТФ) [10,11].

Целью данной работы является получение количественных характеристик АТФ пикопланктона в различных по трофности районах Атлантического океана. Исследования проводились в 20-ом рейсе НИС "Профессор Водяницкий" в период с октября 1985 г. по январь 1986 г.

Материал и методика. Пробы морской воды для определения АТФ отбирались в светлое время суток с помощью 100-литрового батометра с 6-8 горизонтов в слое от поверхности до 150 м. Глубины отбора проб выбирались с учетом расположения слоя термоклина и максимума хлорофилла после предварительного зондирования измерительными комплексами "Исток" и "Флуориметр".

Отобранные пробы морской воды для удаления мезопланктона предварительно профильтровывались через газ с размером ячеек

80 мкм. Вслед за этим проводилось фракционирование и концентрирование микропланктона единовременной и последовательной фильтрацией на мембранные ультрафильтры различной пористости. Тем самым осуществлялось разделение микропланктона на размерную группу 0,2-2,5 мкм (пикопланктон). Используемый методический прием предпринят для оценки доли пикопланктона в общем пуле АТФ микропланктона.

Фильтрация осуществлялась при разряжении не более 0,2 кгс. см⁻². Объем профильтрованной воды в различных исследованных районах океана колебался от 0,5 до 1,0 л.

Сразу после завершения фильтрации проводилось экстрагирование АТФ из фракционированной группы микропланктона кипящим раствором ацетатного трис-буфера (0,02 М, рН 7,75) с 0,002 М раствором ЭДТА. Определение концентраций аденозинтрифосфата в экстрактах осуществлялось по хемилюминесцентной реакции [1].

Регистрация светового потока проводилась с помощью измерительного комплекса "Хемилюминометр ХЛМЦ-01" фирмы "Свет" (чувствительность прибора 10⁻¹⁴ г АТФ в мл).

В проведенных исследованиях использовались реактивы "АТФ-стандарт" фирмы ЛКБ-Приборы (Швеция) и препарат-энзим люциферин-люциферазы фирмы "Кальбиохим" (США).

Результаты. Исследованная акватория охватывала обширный район Атлантического океана со сложной системой поверхностных течений. Три выполненных разреза пересекали основные потоки течений Южно-атлантического антициклонального круговорота - Южное Пассатное и Бразильское, фронтальную зону в районе схождения Бразильского и Фолклендского течений. Кроме того, станции разрезов располагались в водах Северного Пассатного течения и Межпассатного противотечения, в районе апвеллинга у мыса Кап-Блан.

Анализ наблюдений, проведенных на акватории Атлантического океана в зимнее время, показал значительную неоднородность количественного распределения АТФ пикопланктона. Прежде всего следует отметить общую закономерность в характере распределения концентраций АТФ заключающуюся в постепенном снижении ее содержания с востока на запад и с юга и севера к центральной части Южноатлантического антициклонального круговорота. Так, от африканского побережья до 30° в.д. в слое 0-100 м содержание АТФ пикопланктона уменьшилось в среднем в восемь раз. Южнее 12°

ю.ш. в районах с постепенным опусканием конвергирующих вод - почти в 60 раз.

Отмеченный характер распределения концентрации АТФ пикопланктона в исследованных районах океана хорошо согласуется с распределением биогенных элементов, определяющих, как известно, общую биологическую продуктивность. Так, по данным [7,9] концентрация биогенных элементов в поверхностном 100-метровом слое Атлантического океана постепенно уменьшается в направлении с востока на запад и от экватора к югу.

Концентрация АТФ пикопланктона в слое 0-100 м колебалась в широких пределах в разных районах от 0 до 554,5 нг.л⁻¹. В сравнительно продуктивных водах Межпассатного противотечения и в районе апвеллинга у мыса Кап-Блан отмечались максимальные величины (в среднем 344,0 нг.л⁻¹) содержания АТФ пикопланктона. (таблица).

Таблица
Концентрация АТФ пикопланктона в различных районах
Атлантического океана

Место отбора проб	Количество проб	Концентрация АТФ, нг.л ⁻¹	
		пределы колебаний	средние
Северное Пассатное течение	18	2,4 - 137,2	17,0
Межпассатное противотечение	23	40,0 - 329,3	167,2
Южное Пассатное течение	30	17,1 - 322,3	126,0
Бразильское течение	48	0,3 - 60,6	10,3
Фронтальная зона схождения Бразильского и Фолклендского течений	43	1,6 - 554,5	135,5
Апвеллинг в районе мыса Кап-Блан	31	34,3 - 288,1	114,5
Халистатика Южноатлантического антициклонального круговорота	51	0 - 12,0	1,3

Высокие значения АТФ пикопланктона наблюдались в потоке Южного Пассатного течения и фронтальной зоне схождения Бразильского и Фолклендского течений.

В струе Бразильского течения, характеризующегося более низкой биологической продуктивностью концентрация АТФ пикопланктона была на порядок ниже и в среднем составляла $10,3 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$.

Минимальные значения содержания АТФ пикопланктона ($1,3 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$) наблюдались в наименее продуктивных водах центральной части Южноатлантического антициклонального круговорота.

В поверхностном 90-метровом слое Северного Пассатного течения концентрация АТФ пикопланктона в среднем составляла $17,0 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$.

Доля АТФ пикопланктона в общем пуле АТФ микропланктона в водах Южного Пассатного течения составляла 44 %, в потоке Межпассатного противотечения - 41 %, во фронтальной зоне - 46 %, в водах апвеллинга - 33 %, в струе Северного Пассатного течения - 48 %, в Бразильском течении - 38 %, Халистатической области круговорота - 46 %.

Анализ вертикального распределения максимумов концентраций АТФ пикопланктона показал, что в водах Южного Пассатного и Бразильского течений, а также в потоке Межпассатного противотечения пики концентраций АТФ пикопланктона на 50 % станций располагались ниже максимума АТФ наннопланктона; совпадение их максимумов наблюдалось на 25, 25 и 33 % станций соответственно. Во фронтальной зоне пики АТФ пикопланктона отмечались ниже пиков АТФ наннопланктона на 90 % станций. В районе апвеллинга расположение максимумов АТФ двух размерных групп микропланктона выглядело следующим образом: пики АТФ пикопланктона находились ниже пиков АТФ наннопланктона на 15 % станций и совпадали на 43 % станций. В центральной части круговорота соответственно на 17 и 50 % станций. В водах Северного Пассатного течения на 40 % станций отмечалось расположение максимумов АТФ пикопланктона ниже и на 60 % - выше максимумов ее величин для наннопланктона.

Литературные данные по определению концентраций АТФ пикопланктона, которые можно использовать для сравнения весьма немногочисленны и получены в основном для районов Северной Атлантики. Так, по табличным данным [10] видно, что у побережья Северной Америки в поверхностном 90-метровом слое концентрация АТФ размерной группы 0,2-3,0 мкм микропланктона в среднем составляла $43,6 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$ (пределы колебаний $12,0-219,0 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$). В откры-

той части Северной Атлантики в слое 0-100 м содержание АТФ пикопланктона в среднем составляло $24,6 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$ (пределы 6,0-73,0 $\text{нг} \cdot \text{л}^{-1}$). Вклад концентрации АТФ размерной группы меньше 3,0 мкм в общий пул аденозинтрифосфата микропланктона в среднем составлял 30 %.

Дж. Сибуртом и Д. Лавуа [8] также проводились исследования содержания АТФ в размерной группе 0,2-3,0 мкм микропланктона на станции, расположенной между Азорскими островами и Испанией. Концентрация АТФ микропланктона размером меньше 3,0 мкм в слое 0-100 м составляла в среднем $19,6 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$ (пределы 16,7-33,7 $\text{нг} \cdot \text{л}^{-1}$). Доля концентрации АТФ размерной группы 0,2-3,0 мкм в общий пул аденозинтрифосфата микропланктона составляла 30 %. Указанными авторами также отмечалось несовпадение по вертикали максимумов концентраций АТФ двух размерных групп микропланктона

Таким образом, максимальные значения содержания АТФ пикопланктона отмечались на участках подъема вод у мыса Кап-Блан на прибрежном апвеллинге, возникающем под действием сгонных пассатных ветров и на океанических апвеллингах, появляющихся в результате дивергенций или поперечных циркуляций основных зональных течений. Малопродуктивные воды Бразильского течения и особенно центральная часть халистатики круговорота характеризовались наиболее низкими величинами АТФ пикопланктона.

Следует подчеркнуть, что доля АТФ пикопланктона в общем пуле АТФ микропланктона составляла в различных районах океана от 33 до 48 %.

- I. Бенжицкий А.Г. Опыт определения аденозинтрифосфата в микропланктоне Аравийского моря // Экология моря.- 1983.-Вып.13.- С.22-26.
2. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Некоторые аспекты изучения эпипелагиали океана // Биологические основы промыслового освоения открытых районов океана.- М.:Наука,1985.-С.8-20.
3. Грезе В.Н. Экосистема Южной Атлантики и проблема энергетического баланса пелагического сообщества океана // Океанология.- 1982.-22, Вып.6.-С.996-1001.
4. Заика В.Е., Яшин В.А. Люминесцирующая пиковзвесь (0,2-2,0 мкм) в олиготрофных водах Средиземного и Черного морей // Докл. АН СССР.- 1984.-275, № 6.-С.1514-1516.
5. Крупаткина Д.К., Берлан Б., Маестрини С. Лидер первичной продукции - океан, а не суша // Природа.- 1985.-№ 4.-С.56-62.
6. Мельников И.А. Пикопланктона // Природа.- 1984.-№ 6.-С.112-113.
7. Новоселов А.А., Шереметьева А.И. Гидрохимическая характеристика вод Южноатлантического антициклонального круговорота // Биопродукционная система крупномасштабного океанического круговорота.-Киев:Наук.думка,1984.-С.26-41.
8. Сибурт Дж.М., Лавуа Д.Т. Нестандартный подход к оценке продуктивности гетеротрофов // Человек и биосфера.-1979.-Вып. 3.-С.43-50.
9. Ханайченко Н.К. Абиотические условия развития планктона в тропической Атлантике // Планктон и биологическая продуктивность тропической Атлантики.-Киев:Наук.думка,1971.-С.17-66.
10. Byrne C.M., Johnson K.M., Lavoie D.M., Sieburth J.McN. Dissolved carbohydrate and microbial ATP in the North Atlantic: concentration and interactions // Deep-Sea Res.-1979.-26; no 11 A.-P.1267-1290.
- II. Laws E.A., Rodalje D.G., Hass L.W., Bienfang P.K., Eppley R.W., Harrison W.G., Karl D.M., Marra J. High phytoplankton growth and production rates in oligotrophic Hawaiian coastal waters // Limnol.Oceanogr.-1984.-29.-P.1161-1169.