

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРУКТУРНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФИТОПЛАНКТОНА НА РАЗРЕЗЕ ЧЕРЕЗ ТРОПИЧЕСКУЮ АТЛАНТИКУ

В.Д. Чмыр, А.А. Сысоев,  
Л.В. Кузьменко, Б.Е. Аннинский

Институт биологии южных морей  
НАН Украины  
г. Севастополь, пр-кт Нахимова, 2  
E-mail: alexsysoev@yandex.ru

Рассматривается широтная изменчивость величин численности и биомассы фитопланктона, первичной продукции, концентрации хлорофилла «а», а также гетеротрофной деструкции фитопланктона консументами микропланктонного сообщества на основании работ, выполненных на попутном разрезе в тропической Атлантике от 23° S до 8° N. Показана высокая степень выедания фитопланктона консументами микропланктона в олиготрофных водах.

Попутные исследования на оживленной океанической трассе от Канарских островов к Южной Америке и обратно являются традиционными для украинских и российских океанологов. Измерения первичной продукции (ПП) на разрезах через тропическую Атлантику, близких к этому маршруту, проводили неоднократно (Кляшторин, 1961; Сорокин и Кляшторин, 1961; Сущеня и Финенко, 1965; Кондратьева, 1975). Проводили также и измерения концентрации хлорофилла а (Хл.А) - (Сущеня и Финенко, 1964).

Полученные нами на этом маршруте данные, в общем, согласуются с результатами предыдущих исследований. Однако, выполненные нами исследования являются комплексными и позволяют не только описать распределение ПП, Хл.А, видового состава и численности фитопланктона, но охарактеризовать также физиологическое состояние фитопланктона в различных участках разреза и его деструкцию консументами микропланктона.

Наши измерения на маршруте были проведены при возвращении НИС «Горизонт» из VII Украинской Антарктической экспедиции 5 – 14 апреля 2002 г. от точки с координатами, близкими к 23° S – 40° W до точки с координатами 8°22' N - 25°49' W (рис. 1). Было выполнено 13 станций по определению ПП и концентрации Хл.А, на 6 из ко-

торых (начиная с 13° S) были определены также видовой состав и численность фитопланктона, а на двух (~ на 13° S и 6° N) проведены эксперименты по гетеротрофной деструкции вещества фитопланктона консументами (HD) в естественном сообществе.

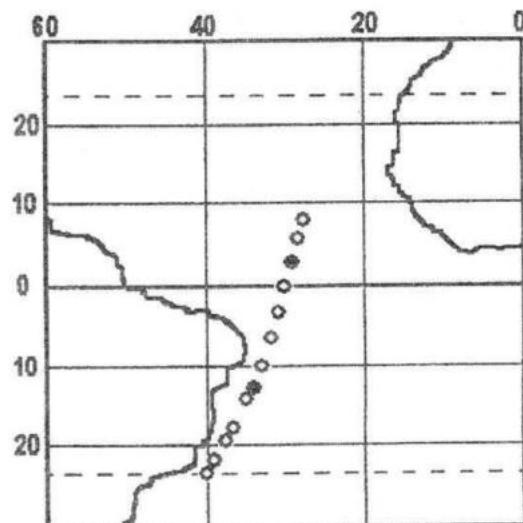


Рис. 1 – Расположение станций на разрезе через тропическую Атлантику. Выделены станции, на которых проводили эксперименты по определению гетеротрофной деструкции фитопланктона консументами

Пробы для проведения определений отбирали ведром по ходу судна. В остальном, методы сбора, хранения и обработки проб аналогичны описанным в недавних публикациях в Украинском Антарктическом журнале (Кузьменко, 2004; Чмыр и Сысоев, 2004; Сысоев, 2004).

Для экспериментов по определению HD, культуру зеленой водоросли *Platymonas viridis* выращивали на искусственной минеральной среде в присутствии  $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$  до достижения максимальной плотности клеток и максимальной их радиоактивности. Культуру отмывали от радиоактивной среды на фильтре. Морскую воду для опытов профильтровывали через мельничное сито с ячейй 0,2 мм для освобождения от консументов мезопланктона. В пробы объемом 1,5 – 2 л вносили суспензию меченых клеток *P. viridis* суммарной активностью около 1000 распадов в минуту. В качестве контроля использовали пробы морской воды, освобожденные от консументов фильтрованием через мембранные фильтры с размерами пор 0,3 мкм. По разнице в радиоактивности взвеси в контроле и опыте

определяли HD, характерную для данного планктонного сообщества. Точнее, убыль радиоактивности взвеси в таком эксперименте определяется суммой деструкции меченой органики плюс ее трансформации в растворенную органику за счет жидких выделений консументов (Петрова и др., 1966; Чмыр, 2002). Размеры клеток *P. viridis* (9 ×

13 мкм) близки к размерам зеленых жгутиковых и мелких перидиниевых, как правило, наиболее многочисленных представителей фитоценоза, представляющих основную кормовую базу консументов микропланктона.

Распределение фитопланктона, Хл.А и ПП представлено на рисунках 2 и 3.

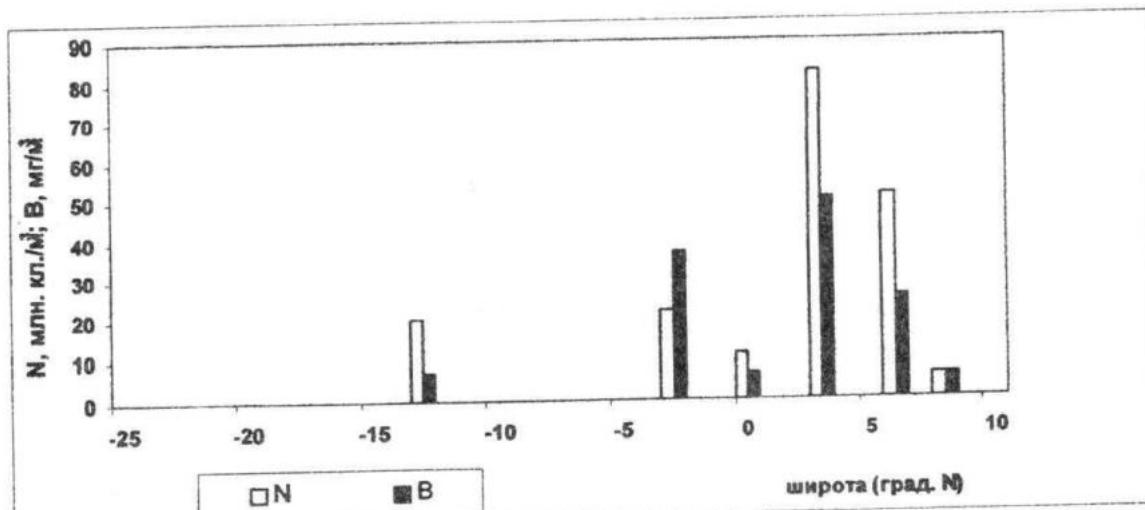


Рис. 2 – Распределение численности (N, млн. кл. $\cdot$ м $^{-3}$ ) и биомассы фитопланктона (B, мг $\cdot$ м $^{-3}$ ) в поверхностном слое на разрезе через тропическую Атлантику

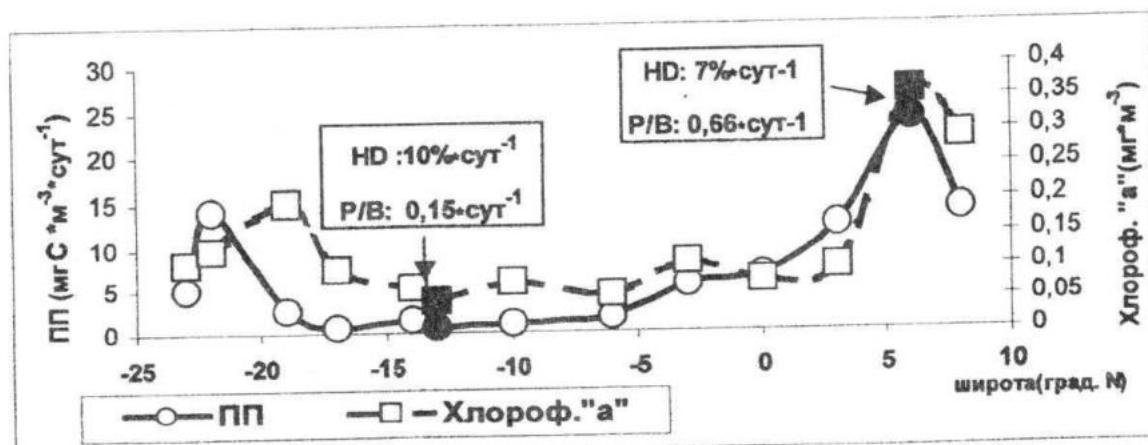


Рис. 3 – Распределение первичной продукции (ПП, мг С $\cdot$ м $^{-3}$  · сут $^{-1}$ ) и концентрации хлорофилла а (хлороф. "а", мг $\cdot$ м $^{-3}$ ) в поверхностном слое на разрезе через тропическую Атлантику. Выделены станции, на которых проводили эксперименты по определению гетеротрофной деструкции фитопланктона консументами: Р/В – удельная продукция фитопланктона, (• сут $^{-1}$ ); HD – гетеротрофная деструкция (• сут $^{-1}$ )

В начале разреза, на его первых трех станциях, расположенных у побережья Бразилии ( $23^{\circ} - 18^{\circ}$  S) концентрация Хл.А находилась в пределах  $0,11 - 0,20$  мг $\cdot$ м $^{-3}$ , а ПП –  $2,7 - 14,3$  мг С $\cdot$ м $^{-3}$  · сут $^{-1}$ .

Минимальные значения ПП и концентрации Хл.А получены на участке разреза от  $18^{\circ}$  до  $6^{\circ}$  S. Здесь ПП и концентрация Хл.А находились на уровне, характерном для низкопродуктивных вод Южного Пас-

сатного Течения:  $0,64 - 1,76$  мг С $\cdot$ м $^{-3}$  · сут $^{-1}$  и  $0,05 - 0,10$  мг $\cdot$ м $^{-3}$  соответственно.

Фитопланктон в этой зоне состоял преимущественно из мелких жгутиковых и перидиниевых при незначительном количестве диатомовых (*Nitzschia sp. sp.*). Биомасса фитопланктона составляла около 7 мг $\cdot$ м $^{-3}$  при численности 20 млн. кл. $\cdot$ м $^{-3}$ . По мере приближения к экватору значения ПП

возрастают существенно, повышение же концентрации Хл.А незначительно.

В приэкваториальной зоне ( $3^{\circ}$  ю.ш.-  $3^{\circ}$  с.ш.) ПП возросла до  $5,54$ - $12,3$  мг С•м $^{-3}$ •сут $^{-1}$ , концентрация же Хл.А изменилась мало -  $0,08$ - $0,11$  мг•м $^{-3}$ . Фитопланктон у экватора, наряду с мелкими жгутиковыми и пептидиниевыми, включает значительное количество синезеленых (*Oscillatoria thiebaudii*), за счет которых биомасса возрастает до  $37$ - $50$  мг•м $^{-3}$ , а численность - до 81 млн. кл•м $^{-3}$ . Наиболее продуктивная зона находилась севернее (станции на  $6^{\circ}$  и  $8^{\circ}$  с.ш.). Для этой зоны характерно резкое повышение концентрации Хл.А ( $0,29$ - $0,36$  мг•м $^{-3}$ ) и дальнейшее возрастание ПП ( $14,0$ - $23,6$  мг С•м $^{-3}$ •сут $^{-1}$ ). Характерной особенностью этой зоны является резкое уменьшение или даже полное отсутствие диатомовых, представленных в тропической зоне, в основном, видами *Nitzchia*. На последней станции разреза, расположенной вблизи  $8^{\circ}$  с.ш. исчезает также *Oscillatoria*, которая обычно вносит основной вклад в биомассу и численность фитопланктона. Из-за этого на станции получены минимальные для разреза значения численности и биомассы ( $6,2$  млн. кл•м $^{-3}$  и  $5,7$  мг•м $^{-3}$  соответственно), что, однако, не согласуется с высокими значениями ПП ( $14$  мг С•м $^{-3}$ •сут $^{-1}$ ) и концентрации Хл.А ( $0,29$  мг•м $^{-3}$ ). Такое несоответствие может быть связано с отсутствием прямого учета клеток в «живой капле», так как основная масса мелких клеток и клеток с мягкими оболочками теряются или разрушаются при обратной фильтрации (Чмыр, Сеничева; 1986). Поэтому при расчете значений удельной продукции фитопланктона (Р/В) мы оценивали его биомассу по Хл.А, принимая, что отношение С/Хл.А равно 100.

Опыты по определению гетеротрофной деструкции органического вещества фитопланктона консументами были проведены на двух станциях, одна из которых характеризуется минимальными значениями концентрации Хл.А и ПП ( $12^{\circ} 51'$  ю.ш.), а другая - максимальными значениями этих параметров ( $5^{\circ} 40'$  с.ш.). На первой из этих станций значение Р/В фитопланктона равно  $0,15$ , а на второй  $0,66$ •сут $^{-1}$ .

Значение HD на станции, расположенной в низкопродуктивных водах было определено равным  $0,10$ •сут $^{-1}$ , а на станции, расположенной в относительно продуктив-

ных водах -  $0,07$ •сут $^{-1}$ . Полученное значение HD для олиготрофных вод, равное  $0,10$  биомассы фитопланктона в сутки, близко к Р/В фитопланктона ( $0,15$ •сут $^{-1}$ ), что соответствует данным о высоких значениях выедания фитопланктона гетеротрофными организмами микропланктона (Landry, 1993).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кляшторин Л.Б. Первичная продукция в Атлантическом и Южном океанах. - ДАН СССР, 1961, 141, № 5.
1. Кондратьева Т.М., Маркова Л.С. Первичная продукция в поверхностном слое тропической части Атлантического океана. - Экспедиционные исследования в Южной Атлантике и Средиземном море - Киев: Наук. думка, 1975, - С.149-159.
2. Кузьменко Л.В. Фитопланктон западной части пролива Брансфилда. - УАЖ - Киев, 2004, № 2. - С. 125-137.
3. Петипа Т.С., Монаков А.В., Сорокин Ю.И. и др.. Баланс вещества и энергии у веслоногих раков (Сорерода) в тропических апвеллингах. - Тр. ИОАН, 1975, 102, - С.335-349.
4. Сорокин Ю.И., Кляшторин Л.Б. Первичная продукция в Атлантическом Океане. - Тр. Всесоюзн. гидробиол. об-ва - 1961, т. 11.
5. Сущеня Л.М., Финенко З.З. К изучению продуктивности планктона тропической части Атлантического океана. Содержание пигментов в планктоне. - Океанология, 1964, т. IV, вып. 5 - С. 866-872.
6. Сущеня Л.М., Финенко З.З. Изучение первичной продукции тропической части Атлантического океана. - Океанология, 1965, т. V, вып. 6
7. Сысоев А.А. АТФ и хлорофилл *a* микропланктона в проливе Брансфилд в ранний осенний период 2002 г. - УАЖ - Киев, 2004, № 2 - С. 153-159.
8. Чмыр В.Д. Первичная продукция и биотический баланс морских экосистем. - Экология моря, - 2002, вып. 61, - С. 11-15.
9. Чмыр В.Д., Сеничева М.И. Планктонные исследования у Гвинейского побережья Атлантики. Сопоставление методов количественного учета фитопланктона. - Экология моря, - 1986, вып. 23, - С. 88-93.
10. Чмыр В.Д., Сысоев А.А. Первичная продукция в проливе Брансфилда в марте 2002 г. - УАЖ - Киев, 2004, № 2, - С. 145-152.
11. Landry M.R. Estimating rates of growth and grazing mortality of phytoplankton by the dilution method. - Handbook of methods in aquatic microbial ecology. - P.F. Kemp et al. (eds), Lewis Publishers, Boca Raton, 1993. - P. 715-722.