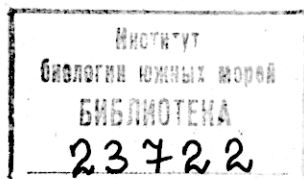


ПРОВ 98.

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

Институт биологии южных морей
им. А.О. Ковалевского

ВОПРОСЫ ПРОДУКЦИОННОЙ, САНИТАРНОЙ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ГИДРОБИОЛОГИИ ЮЖНЫХ
МОРЕЙ



Издательство "Наукова думка"
Киев - 1971

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В ТРОПИЧЕСКОЙ АТЛАНТИКЕ

Освоение рыбных богатств моря промысловым флотом Советского Союза развивается в последние десятилетия чрезвычайно быстрыми темпами. Общие уловы рыбы в нашей стране составляли в 1965 г. 57 млн. ц, а в 1969 уже 70 млн. ц, из которых 87% приходилось на долю морского рыболовства. Расширение районов промысла с возрастающей тенденцией распространения его на открытые океанические пространства определило потребность всестороннего исследования, в частности и тропической зоны Атлантики. Проводившиеся в этом направлении работы Института биологии южных морей явились составной частью обширной темы по определению биологической продуктивности океанов, входившей в координационный план исследований, составленный Государственным комитетом при Совете Министров СССР по науке и технике.

Основные материалы для разработки темы были собраны в период Советско-кубинской океанографической экспедиции в Центрально-американских водах и в рейсах нис "Михаил Ломоносов" в тропическую зону открытых вод Атлантики. В соответствии с научным профилем Института программа работ по теме содержала исследования первичных звеньев продукционно-биологической системы, оставляя рыбопромысловые исследования соответствующим институтам Министерства рыбного хозяйства. Поэтому в отчете по теме представлены основные результаты, характеризующие условия водной среды, фитопланктон и образуемую им первичную продукцию, зоопланктон и его продукцию. По Центрально-американскому бассейну включены также микробиологические данные. Все эти материалы представляют фундаментальные предпосылки для

оценки общих биопродукционных возможностей и рыбных ресурсов исследованных вод. Некоторая попытка в этом направлении сделана в заключительной части отчета. Отчет, содержащий 373 стр., состоит из введения, части I – биологическая продуктивность пелагиали тропической зоны Атлантики, части II – биологическая продуктивность вод Центрально-американских морей и заключения – общий анализ биологической структуры пелагиали и оценка продукционных возможностей тропических вод Атлантики. Авторами отчета являются руководитель темы В.Н.Грезе (введение, заключение), Н.К.Ханайченко (гидрологические и гидрохимические условия), Г.К.Пицык (фитопланктон Тропической Атлантики), М.И.Роухияйнен, Л.В.Георгиева, Л.Г.Сеничкина (фитопланктон Центрально-американского бассейна), Т.М.Кондратьева, З.З.Финенко (продукция фитопланктона), К.Т.Гордеева, А.А.Шмелева (зоопланктон Тропической Атлантики), А.Н.Колесников (зоопланктон Центрально-американского бассейна), Э.Я.Анищенко-Россова (бактериальное население Центрально-американского бассейна).

В ходе работ было собрано более 5300 биологических проб, в том числе 1360 проб фитопланктона (в основном батометрических), 1480 сетных проб зоопланктона, 560 микробиологических проб, выполнено 680 определений первичной продукции (в основном радиоуглеродным методом, а также альгологическим) и ряд других работ. Пробы как растительного, так и животного планктона были обработаны счетно-весовым методом, позволившим провести углубленный анализ биологической структуры планктонного биоценоза. Этому способствовали и данные прямого счета численности бактерий на мембранных фильтрах.

Основные итоги исследований тех гидрологических и гидрохимических характеристик, которые имеют решающее значение для развития жизни в открытых водах Тропической Атлантики и в Центрально-американском бассейне, могут быть коротко резюмированы следующим образом. В приэкваториальной зоне, помимо поверхностного пассатного течения западного направления, существует сложная система поверхностных течений, идущих в противоположных направлениях. Струи этих течений, расположенные относи-

тельно симметрично вдоль экватора, обладают значительными скоростями и обуславливают весьма динамичный характер гидрологии этого района. В частности, струи идущего на восток течения Ломоносова, за изучение которого группе исследователей, в том числе Н.К.Ханайченко, была присуждена Государственная премия 1970 г., имеют скорости от 40-50 до 110 см/сек (рис. 1). В сочетании с противоположными, направленными на запад течениями, возникающая здесь энергичная поперечная циркуляция вызывает подъемы из глубинных зон вод обогащенных биогенами. Как показывает это схема рис. 2, на глубине 75 м наблюдаются полосы повышенного содержания фосфатов до 1,0-1,5 мкг/ат/л идущие в широтном направлении.

Южнее и севернее экваториальной зоны гидродинамические условия значительно стабильнее, в связи с чем приток биогенов из глубин здесь ограничен.

В восточной части тропической зоны сток рек Африканского материка и апвеллинги, возникающие на его шельфе, вызывает значительное повышение содержания биогенов в этих водах и соответствующее повышение их биологической продуктивности. Такая же картина наблюдается и в западной части Тропической Атлантики, где существенное значение имеет сток Амазонки.

В Центрально-американском бассейне, в открытых районах Карибского моря и Мексиканского залива вертикальный обмен вод при слабо выраженных течениях очень ограничен, что обуславливает бедность биогенами поверхностных слоев и сближает характеристики этих областей с прилежащими халистатическими водами Атлантики. Более богатыми оказываются здесь некоторые зоны подъемов вод, происходящих у северного шельфа Юкатана, в северной части Флоридского пролива и в некоторых других местах.

Таким образом, на всей исследованной акватории тропической зоны наиболее благоприятные для развития жизни условия складываются на востоке и западе экваториальной полосы и в отдельных участках Мексиканского залива. Центральная часть экваториаль-

ой полосы также имеет несколько повышенные гидрохимические показатели по сравнению с бедными биогенами водами халистатик и Карибского моря.

В соответствии с этой гидрологической картиной находится и распределение численности и биомассы фитопланктона. В приафриканском участке тропической зоны и у северо-восточного побережья Южной Америки численность его, в среднем для 100-метрового слоя, достигает 100 и более млн. клеток на 1 м^3 воды. Такие же величины наблюдаются и в указанных выше районах апвеллингов у Юкатана, банки Кампече, Флориды. Этой численности в центрально-американских водах соответствует биомасса от 100 до 500 мг/м^3 и в открытой Атлантике от 50 до $100\text{--}150 \text{ мг/м}^3$. Такое различие в соотношениях численности и биомассы фитопланктона находится в связи с особенностями размерного состава растительных клеток планктона в разных районах. Г.К. Пицыком было показано, что фитопланктон халистатики отличается наименьшими средними размерами клеток, лишь немного превышающими 10 мк. Между тем как в приафриканском районе и в зоне влияния стока Амазонки размеры их достигают 30 мк. В открытых водах зоны приэкваториальных течений, занимающих по степени поступления биогенов в слой фотосинтеза место промежуточное между указанными выше обедненными и богатыми районами, размеры клеток фитопланктона также оказываются промежуточными, в среднем порядка 20 мк.

Изучение видового состава фитопланктона в открытой Атлантике дополнило его флористический список по этому району примерно 100 таксонами, доведя общее число видов и подвидов до 1150, а в центрально-американских водах — до 690. В этой флоре в Атлантике примерно по 45% видов приходится на диатомовые и на перидиниевые водоросли. В Центрально-американском бассейне, благодаря относительно большому разнообразию золотистых и синезеленых водорослей, диатомеи составляют 43% и перидиней около 34% числа видов.

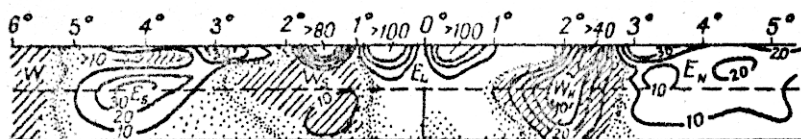


Рис. 1. Геоострофические скорости и структура течений в тропической зоне на разрезе по 25° з.д. (по Н.К.Ханайченко).

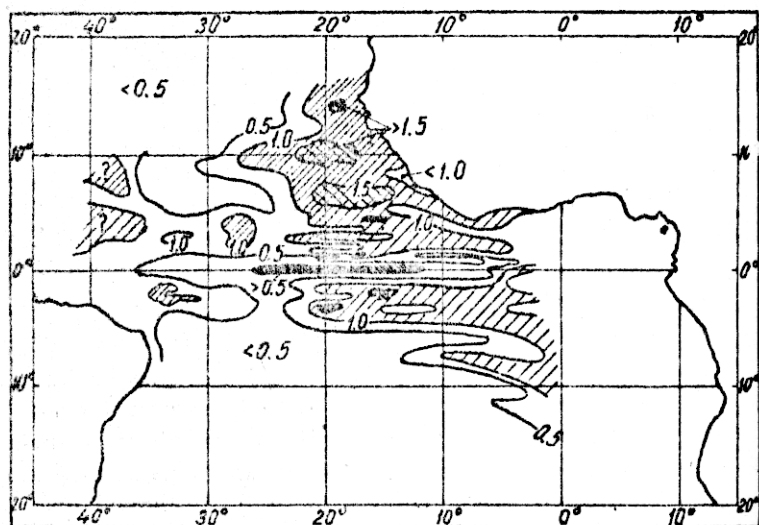


Рис. 2. Распределение фосфатов на глубине 75 м в период съемки ЭКВАЛАНТ П (по Н.К.Ханайченко).

Основная масса водорослей в целом сосредоточена в верхнем слое до глубин 150–200 м. При этом относительно большую приуроченность к малым глубинам проявляют синезеленые и перидиниевые водоросли. Золотистые и диатомовые распределяются в толще вод более равномерно.

Первичная продукция, образуемая фитопланктоном, в большинстве случаев распределяется в соответствии с количеством фосфатов в слое фотосинтеза. Как показывает рис. 3, на разрезе по 15 меридиану по интенсивности первичной продукции обрисовываются концентрации, соответствующие зонам апвеллингов между

Рис. 3. Вертикальное распределение первичной продукции (мгС/м^3) по 15° э.д. в августе-октябре 1963 г. (по Т.М.Кондратьевой, З.З.Финенко).

струями подповерхностных течений. Также точно относительно более продуктивны районы у африканского и южно-американского побережья с их апвеллингами и повышенным материковым стоком. Однако в ряде случаев прямая зависимость между количеством биогенов и продукцией не обнаруживается.

Средняя годовая величина суточной продукции водорослей для открытых вод Тропической Атлантики равна 310 мгС/м^2 , что составляет общую годовую продукцию 113 гС/м^2 . При этом восточная часть акватории, прилежащая к Гвинейскому заливу, более продуктивна, чем западная, и соответствующие цифры продукции для этих районов равны 394 и 180 мгС/м^2 в сутки.

Исследования альгологическим методом в экваториальной зоне у 20 меридиана и в прибрежьи Центрально-американского бассейна у Гаваны показали существенные различия первичной продукции (табл. 1), которая может в различных случаях создаваться разными группами водорослей. Это обстоятельство связано, с одной стороны, со своеобразием состава фитопланктона в том или ином случае, а с другой стороны, с темпом деления отдельных видов, который варьирует, в зависимости от условий, от 1,5-2 до 6 делений в сутки.

Изучение количественного распределения зоопланктона подтверждает закономерности, обнаруженные при исследовании фитопланктона и первичной продукции. Наиболее богаты зоопланктоном приафриканский район, зона влияния стока Амазонки и некоторые шельфовые районы Мексиканского залива. В зоне приэкваториальных течений также обнаруживаются повышения количества зоопланктона по сравнению с соседними халистическими зонами (рис. 4). Общие характеристики его количественного развития в отдельных районах даны в табл. 2.

Бактериальное население изучалось лишь в Центрально-американском бассейне. Общее распределение его численности и биомассы здесь в общем согласуется с закономерностями распределения фитопланктона.

Таблица 1

Роль отдельных систематических групп (в %) в продукции фитопланктона (по Т.М.Кондратьевой)

Г р у п п ы	Экватор 20° з.д. 1.1У.1963	У Гаваны 9.1.1964
<i>Pyrrophyta</i>	59	4
<i>Bacillariophyta</i>	6	84
<i>Chrysophyta</i>	6	8
<i>Cyanophyta</i>	16	3
Мелкие жгутиковые и др.	13	1

Максимальные количества — до 1170 тыс. клеток в 1 мл — наблюдались в Мексиканском заливе, в районе банки Кампече. В общем же колебания численности на разных глубинах и станциях в Мексиканском заливе находились в пределах 13–1170 тыс.кл/мл, в

Карибском море – от 29 до 733 тыс.кл/мл. Биомассы составляли соответственно 18–1650 и 31–789 мг/м³.

Проведенные количественные исследования численности и видового состава растительного и животного планктона, а также бактерий позволяли анализировать трофическую структуру пелагического биоценоза тропических вод Атлантики. Прежде всего для них оказалось характерным значительное преобладание биомассы зоопланктона над биомассой фитопланктона. В слое 0–100 м отношение фитопланктон – зоопланктон равнялось 0,26, в слое 100–200 м – 0,48 и в слое 200–500 м – 0,51. Дальнейший анализ зоопланктона по трофическим категориям показал довольно значительное количество в нем хищников и детритоедов (табл. 3). Наряду с относительно малыми величинами биомассы фитопланктона, это указывало на значительную напряженность пищевых отношений в биоценозе, сбалансированность которых можно было выяснить, лишь принимая во внимание различия в скорости первичной и вторичной продукции.

Таблица 2

Средняя численность (экз/м³) и биомасса (мг/м³) зоопланктона в слое 0–100 м (по К.Т.Гордеевой, А.А.Шмелевой, А.Н.Колесникову)

Р а й о н	Численность	Биомасса
Тропическая Атлантика		
Восточная часть	1670	64
Западная часть	1500	63
Карибское море	700	40
Мексиканский залив		
Открытые районы	360	22
Ш е л ь ф	2850	100

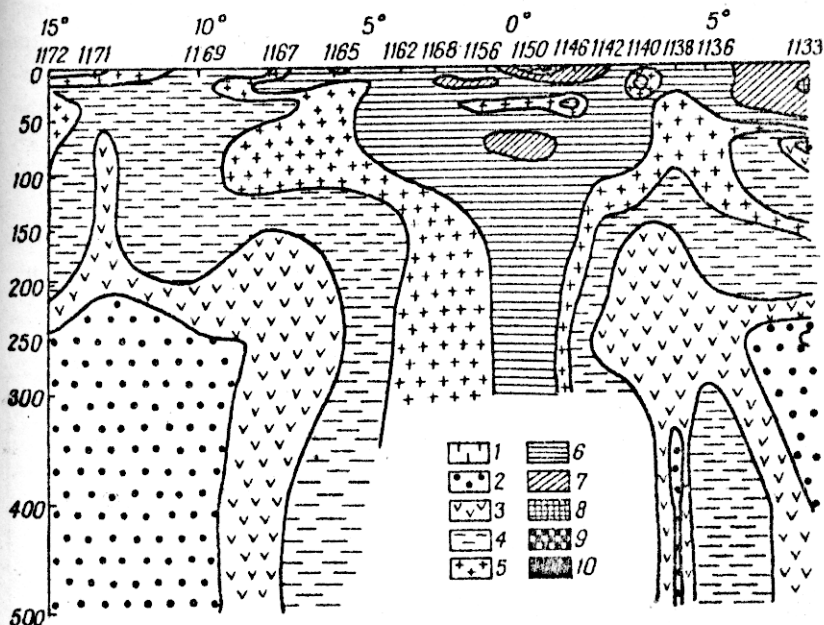


Рис. 4. Вертикальное распределение общей биомассы (мг/м³) зоопланктона по 15° з.д. в сентябре 1963 г. (по К.Т.Гордеевой): 1) <1; 2) 1-5; 3) 5-10; 4) 10-25; 5) 25-50; 6) 50-100; 7) 100-200; 8) 200-300; 9) 300-500; 10) >500.

Данные по продукции фитопланктона были получены непосредственными измерениями в море. Вторичная продукция, хотя и приближенно, была рассчитана с использованием данных измерений продукции зоопланктона радиоуглеродным методом [1], путем физиологических расчетов по интенсивности обмена и использованию энергии пищи на рост [2], и, наконец, с использованием коэффициентов удельной продукции зоопланктона, полученных на основе изучения роста и возрастного состава популяций [3]. Эти три пути расчетов дали сравнительно близкие результаты, принятые

в табл. 4. В связи с оригинальностью этих данных нет возможности их сопоставления с какими-либо другими определениями, за исключением расчетов Макалестера [4], который определял, исходя из продукции фитопланктона, возможную продукцию зоопланктона в северо-восточной Папифике, для слоя 0-150 м, в размере 0,24 мгС/м³ в сутки.

Таблица 3

Состав биомассы зоопланктона по трофическим категориям (мг/м³)

Слой, м	Фито- планктон	Фито- фаги	Хищники	Детритоеды
0-100	11,7	41,5	17,5	8,9
100-200	5,9	9,3	3,7	3,8
200-500	4,6	2,7	2,9	2,3

Таблица 4

Продукция различных трофических уровней (мгС/м³)

Слой, м	Фито- планктон	Фито- фаги	Хищники	Детритоеды
0-100	3,91	0,35	0,12	0,14
100-200	0,51	0,13	0,03	0,05
200-500	0,35	0,05	0,02	0,05

На основе полученных данных оказалось возможным построить общую схему трофодинамики пелагического биоценоза (рис. 5), отражающую его структуру и продукцион-

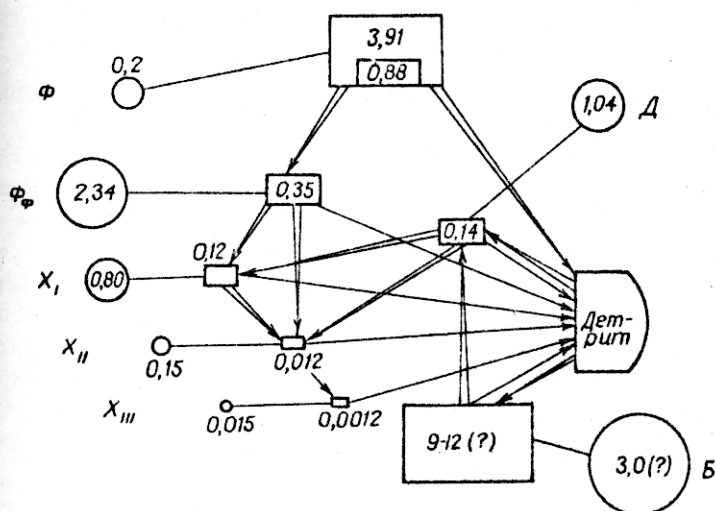


Рис. 5. Трофическая схема пелагического биоценоза. Прямоугольники - суточная продукция mgC/m^3 ; круги - биомасса mgC/m^3 ; Ф - фитопланктон; Фф - фитофаги; X_I-X_{III} - хищники III порядков; Б - бактерии; Д - детритоеды.

ные функции отдельных элементов этой структуры. Оценивая в том числе рыб, использовали, с одной стороны, имеющиеся данные по их возможной продукции в Атлантике [5] и, с другой стороны, полученные ранее [6] соотношения продукции и биомассы популяций различных видов. Составленная схема, при всей ее приближенности, позволяет оценить в общих чертах отдельные звенья продукционного процесса и показать его общую эффективность, которая в конечных этапах составляет всего лишь $26 \cdot 10^{-8}$ часть получаемой океаном энергии $3000 \text{ ккал}/\text{m}^2$ в сутки или 0,047 - 0,022% энергии, аккумулируемой водорослями фитопланктона.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. ЧМЫР В.Д. - ДАН СССР, 173, 1, 1967.
2. ВИНБЕРГ Г.Г. Успехи совр.биол., 61, 2, 1966.
3. ГРЕЗЕ В.Н., БАЛДИНА Э.П., БИЛЕВА О.К. - Океанология, 8, 6, 1968.
4. McALLISTER C.D. *J. Fish. Res. Board Can.* 26, 2, 1969.
5. МОИСЕЕВ П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. М., "Пищевая промышленность", 1969.
6. ГРЕЗЕ В.Н. - Гидробиологич.журн., 1, 2, 1965.