

ПРОВ. 1269

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

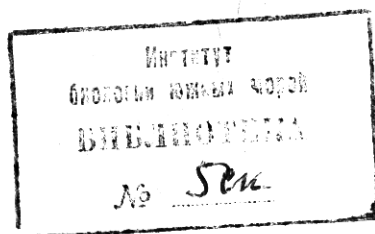
БИОЛОГИЯ МОРЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 39

ВОПРОСЫ ГИДРОБИОЛОГИИ ПЕЛАГИАЛИ
И ПРИБРЕЖНЫХ ВОД
ЮЖНЫХ МОРЕЙ



ванной толще обнаруживался фитопланктон. На глубине 1000 м его количество составляло всего 0,8 млн. кл/м³, биомасса 4,5 мг/м³ за счет таких видов, как *Pseudonitzschia delicatissima* (Cl.) Heid., *Thalassionema nitzschioides* Crun., *Rhizosolenia alata* Btw., *Navicula* sp., *Thalassiosira* sp. и кокколитофориды *Coccolithus huxleyi* (Lohm) Kampt. Более подробно количественное распределение отдельных групп фитопланктона по вертикали представлено на станции, выполненной в различные сезоны года в северной части моря (см. таблицу).

В вертикальном распределении фитопланктона в Аравийском море можно выделить несколько основных типов. На индо-пакистанском шельфе независимо от сезонов максимумы фитопланктона отмечались на различных горизонтах верхнего 25-метрового слоя, что характерно также и для мелководных станций юго-западного побережья Индии [4]. В глубоководной зоне, как уже указывалось, зимой растительный планктон концентрировался в верхнем 50—75-метровом слое, где он распределялся равномерно или же с одним-двумя максимумами, и лишь на отдельных станциях максимальное его количество отмечалось глубже 75 м. В период летнего муссона на большинстве станций фитопланктон был сконцентрирован в верхнем 25-метровом слое с максимумами чаще всего на 10 и 25 м, глубже которых количественные показатели его развития резко снижались.

Таким образом, анализ вертикального распределения фитопланктона в различных районах моря показал, что наличие сезонного термоклина и глубина его залегания, содержание биогенных элементов являются одними из основных факторов, определяющих распределение растительного планктона в верхнем 100-метровом слое. В период зимнего муссона планктонные водоросли довольно равномерно распределялись до глубины 50—100 м, а летом слой температурного скачка чаще всего ограничивал зону интенсивного развития фитопланктона горизонтом 25 м. Подобные закономерности в вертикальном распределении суммарного фитопланктона получены и для вод Аденского залива [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Савич М. С. Состояние фитопланктона Аденского залива и Аравийского моря в 1963 г.— В кн.: Советские рыбохозяйственные исследования в Индийском океане и прилегающих водах (Труды ВНИРО, 64, и Труды АзЧерНИРО, 28). М., Пищепромиздат, 1968, 243—251.
2. Савич М. С. Некоторые закономерности вертикального распределения фитопланктона Аденского залива в зависимости от океанографических факторов.— Океанология, 1971, 11, 3, 471—474.
3. Суханова И. Н. О видовом составе и распределении фитопланктона в северной части Индийского океана.— Труды Ин-та океанологии АН СССР, 58, 1962, 27—39.
4. Subrahmanyam R. Studies on the phytoplankton of the west coast of India. Part I.— Proc. Ind. Acad. Sci. 50 (V), 3, 1959, 113—187.
5. Wirtki K. Oceanographic Atlas of the International Indian Ocean Expedition. National Science Foundation. Washington, 1971, 551.

Институт биологии
южных морей АН УССР
им. А. О. Ковалевского

Поступила в редколлегию
5.VII 1975 г.

УДК 581.526 : 591.524 (262)

Л. В. Георгиева ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ТУНИССКОГО ПРОЛИВА

При изучении планктонного сообщества исследователи, чтобы определить его облик, прежде всего обращают внимание на видовой состав. В большинстве случаев ограничиваются списком видов, не отражающим

их обилия. Такие сведения недостаточны для определения экологически сходных сообществ. В связи с этим все чаще вместо количества видов указывают на видовое разнообразие, позволяющее сравнить качественное богатство фаун и флор разных районов с поправкой на степень изученности [4, 5, 3].

Для характеристики видового разнообразия фитопланктона Тунисского пролива, исследованного в январе—феврале 1970 г. и в августе—сентябре 1972 г., был применен информационный индекс, впервые предложенный Маргалефом [6] и зависящий от количества и соотношения видов. Индекс видового разнообразия, вычисленный по численности, дает представление об обилии вида в сообществе. Однако нередко численность какого-либо ультрананопланктонного организма может оказаться весьма значительной, в то время как роль его в энергетике сообщества очень мала [2]. В таких случаях, чтобы представить более реальную картину структуры планктонного сообщества, необходимо вычислять индекс видового разнообразия, пользуясь биомассой отдельных видов.

Для определения видового разнообразия фитопланктона Тунисского пролива индексы рассчитывались с учетом численности (в 1 л) и биомассы ($мг/м^3$) отдельных видов для каждого исследуемого горизонта. Обработано 160 проб, собранных с 18 станций зимой и 75 проб с 7 станций (одна из которых суточная) — летом. Зимняя съемка охватила всю акваторию пролива, а летняя проводилась между африканским побережьем и о. Сицилия. Индексы рассчитывались на ЭВМ «Мир-2».

В результате исследований в Тунисском проливе обнаружено более 240 видов и разновидностей планктонных водорослей, относящихся к 82 родам, шести отделам: Bacillariophyta, Pyrrhophyta, Chrysophyta, Cyanophyta, Chlorophyta и Xanthophyta [1], причем наибольшее их количество [218] обнаружено зимой, тогда как в летне-осенний период их количество снизилось до 92. Во все исследуемые периоды преобладали перидиниевые и диатомовые водоросли, несколько в меньшем количестве встречены золотистые водоросли. Представители других отделов встречались в единичных экземплярах.

Индекс видового разнообразия фитопланктона Тунисского пролива, рассчитанный по численности, колебался в пределах 0,60—3,42 *бит/кл.* При наименьшем его значении основная масса растительного планктона создавалась одним-двумя видами (в основном *Coccolithus huxleyi*, мелкими синезелеными водорослями типа *Nostoc* или диатомовыми водорослями *Rhizosolenia stouterfothii*, *Cerataulina bergonii* и некоторыми другими), тогда как при наибольшем видовом разнообразии в состав сообщества входило более 20 видов и разновидностей. Величина индекса изменялась в зависимости от сезона: среднее ее значение для зимнего периода составило 2,04, для летне-осеннего 2,21 *бит/кл.* Значение индекса уменьшалось по мере сокращения общего количества и возрастания степени преобладания отдельных видов.

В Тунисском проливе довольно четко выделяются две водные массы: атлантическая и левантийская, между которыми имеется переходная зона с промежуточными характеристиками солености и температуры. Гидрологическая структура обуславливает и видовое разнообразие фитопланктона в этом районе (табл. 1). Оно значительно ниже в поверхностных атлантических водах, чем в промежуточных, и резко снижается в глубинных левантийских за счет встречаемости здесь единичных видов иногда в значительном количестве (*Coccolithus huxleyi*, представители рода *Nitzschia* и некоторые другие). Однако видовое разнообразие на поверхности значительно возрастает в случае поднятия глубинных обедненных фитопланктоном левантийских вод. Увеличение индекса видового разнообразия в слое смещения, особенно на глубоководных станциях, отмечалось в связи с наличием как видов, характерных для атлантических вод, так и обитателей глубинных левантийских вод. Обитавшие

Таблица I

**Видовое разнообразие фитопланктона по численности (H') и биомассе (H'')
в различных водных массах в Тунисском проливе**

Вода	Температура, °C	Соленость, ‰	H'	H''
Зима 1970 г.				
Атлантическая	14,2—15,0	36,9—37,3	2,08	1,89
Переходная	Промежуточные	характеристики	2,20	1,94
Левантийская	14,04—14,41	38,66—38,88	1,71	1,63
Лето—осень 1972 г.				
Атлантическая	20,02—24,02	37,21—37,54	2,38	2,18
Переходная	Промежуточные	характеристики	2,86	2,31
Левантийская	13,93—15,21	37,78—38,80	1,92	1,60

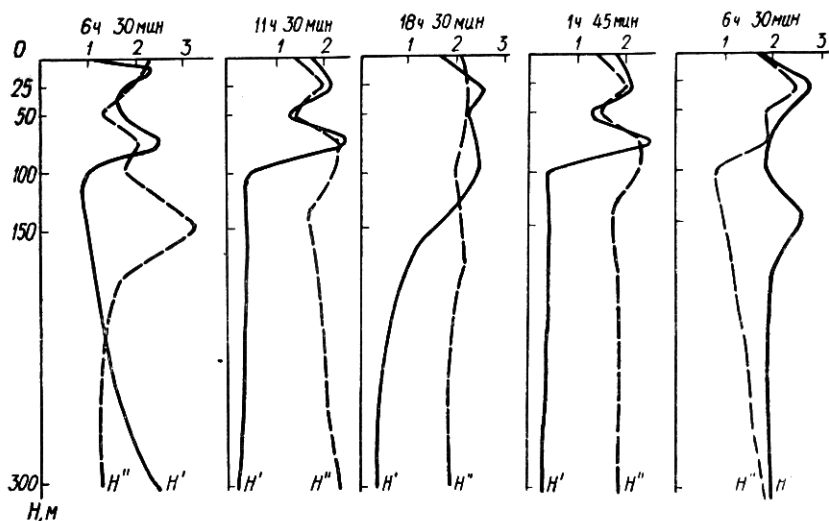
здесь организмы встречались обычно в небольшом количестве, что и определило увеличение индекса видового разнообразия в этом слое.

Видовое разнообразие фитопланктона несколько возрастало в направлении к открытому морю. Так, зимой на мелководных станциях в слое фотосинтеза он составлял 1,88, а на глубоководных — 2,05 *бит/кл*. Кроме того, на мелководье видовое разнообразие почти не изменялось с глубиной. На глубоководных станциях наиболее высокие его значения отмечены над слоем максимальной плотности, далее его величина резко уменьшалась и нередко достигала 1 *бит/кл* и менее. В летне-осенний период исследования проводились в более глубоководном участке Тунисского пролива, поэтому подобной закономерности обнаружить не удалось.

Видовое разнообразие фитопланктона, вычисленное по биомассе, изменялось в пределах 0,50—3,91 *бит/мг*. Среднее его значение для зимы составило 2,40, а для летне-осеннего периода — 2,13. Резких различий между мелководными и глубоководными станциями в среднем не обнаружено (1,97 и 2,02 *бит/мг* соответственно), хотя в вертикальном распределении они имелись. Небольшое уменьшение видового разнообразия на поверхности на мелководных станциях вызвано доминированием отдельных видов: *Cerataulina bergonii*, *Chaetoceros curvisetus*, *Guinardia flaccida*, *Rhizosolenia fragilissima*, *Rh. stouterfothii*. На глубоководных станциях некоторое увеличение видового разнообразия, как и по численности, обнаружено над слоем с максимальным градиентом плотности.

Некоторые гидробиологи отмечали уменьшение видового разнообразия сообщества с увеличением биомассы [3, 2]. В фитопланктоне это явление связано с «цветением» воды, т. е. резкой вспышкой развития отдельных видов. Во время наших исследований «цветений» не наблюдалось, однако между биомассой, а также индексом видового разнообразия по биомассе обнаружена достоверная отрицательная корреляция ($r = -0,44$ зимой и $r = -0,53$ летом при $P = 95\%$), несколько изменяющаяся в зависимости от глубины исследуемого района.

Анализ величин индекса видового разнообразия на суточной станции, выполненной в августе 1972 г., показывает наличие суточных его изменений. Это, видимо, связано с разными темпами деления водорослей, а также выеданием зоопланктоном отдельных видов. Видовое разнообразие фитопланктона, рассчитанное по численности, почти не изменялось в светлое время суток: небольшое его значение в верхнем слое (1, 3—1, 9) несколько увеличивалось в слое смешения вод (до 2,6) и затем значительно уменьшалось с глубиной. В ночное время оно увеличивалось на поверхности (более 2 *бит/кл*), что, видимо, связано с выеданием фитопланктона. Суточная динамика видового разнообразия фитопланктона



Изменение индекса видового разнообразия фитопланктона по численности (H' , бит/кл) и биомассе (H'' , бит/мг) на суточной станции (28—29 августа 1972 г.) в Тунисском проливе.

по биомассе несколько отличалась от предыдущей, хотя общая тенденция в основном сохранялась: на поверхности этот индекс изменялся в пределах 1—2 бит/мг, несколько увеличивался в слое смешения (2—2,3), затем уменьшался в афотической зоне, оставаясь значительно выше видового разнообразия по численности (рисунок). Это различие можно объяснить преобладанием в глубинных слоях мелких клеток планктонных водорослей, биомасса которых незначительна на фоне других крупных организмов.

Анализ распределения индекса видового разнообразия в некоторых районах Средиземного и Черного морей показал, что он наименьший в прибосфорском районе Черного моря, где отмечены максимальные численность и биомасса фитопланктона (табл. 2). Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось в Эгейском море, растительный планктон которого был представлен довольно большим количеством видов, численность и биомасса которых оказались незначительными. В Ионическом море в результате преобладания здесь мелких золотистых и синезеленых водорослей видовое разнообразие по численности несколько снижалось, тогда как биомассу создавали отдельные крупные представители растительно-

Таблица 2

Видовое разнообразие фитопланктона по численности (H') и биомассе (H'') в отдельных районах Средиземного и Черного морей (слой 0—100 м).

Район исследования	Зима 1970 г.					Лето 1972 г.				
	Среднее количество видов в пробе	H'	Численность, млн. кл./м ³	H''	Биомасса, мг/м ³	Среднее количество видов в пробе	H'	Численность, млн. кл./м ³	H''	Биомасса, мг/м ³
Тунисский пролив	16	2,02	23,30	2,30	52,20	11	2,38	8,84	2,26	6,46
Эгейское море	30	2,48	3,47	2,61	3,99	—	—	—	—	—
Ионическое море	15	1,90	17,30	2,74	9,78	—	—	—	—	—
Прибосфорский район Черного моря	20	1,76	119,92	2,20	151,09	11	2,37	149,87	1,58	448,61

го планктона. Тунисский пролив по своему видовому разнообразию занимает промежуточное положение между этими районами.

Таким образом, видовое разнообразие фитопланктона по численности и биомассе в Тунисском проливе несколько изменялось в зависимости от сезона (в среднем более высокое в теплое время) и времени суток и обуславливалось гидрологическими особенностями данного района. Значительно ниже оно было в поверхностных атлантических водах, увеличивалось в промежуточных и резко снижалось в глубинных левантийских водах. Для отдельных участков пролива зимой обнаружена положительная корреляция видового разнообразия фитопланктона с температурой ($r=0,56$, при $P=95\%$). Величины индекса видового разнообразия как по численности, так и по биомассе, полученные для фитопланктона Тунисского пролива, оказались средними по сравнению с другими исследованными в эти периоды районами Средиземного моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиева Л. В. Фитопланктон Тунисского пролива.— В кн.: Исследования водообмена через Тунисский пролив и Босфор. Киев, «Наукова думка», 1976, 158—188.
2. Гиляров А. М. Индекс разнообразия и экологическая сукцессия.— Журн. общ. биол., 30, 6, 1969, 652—658.
3. Заика В. Е., Андрущенко А. А. Таксономическое разнообразие фитопланктона и зоопланктона Черного моря.— Гидробиол. журн., 1969, V, 3, 12—19.
4. Макфедьен Э. Экология животных. «Мир», М., 1965, 5—375.
5. Рудяков Ю. А. Применение индексов разнообразия в гидробиологических исследованиях.— Тр. Ин-та океанологии, 65, 1964, 3—16.
6. Margalef R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton.— In: Perspectives in marine biology. Univ. California Press, 1958, 36—71.

Институт биологии
южных морей АН УССР
им. А. О. Ковалевского

Поступила в редколлегию
1.VII 1975 г.

УДК 551.463.262. (261)

Э. П. Б и т ю к о в

ЗВУКОРАСSEИВАЮЩИЕ СЛОИ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ТРОПИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

Исследования звукорассеивающих слоев (ЗРС) методом низкочастотного эхолотирования широко применяются, в частности, проводились в последнее время в Атлантическом океане и морях его бассейна [1, 2, 6, 7, 9 и др.]. Однако данные имеются для ограниченных акваторий. Показано, что ЗРС находятся в основном ниже 100 м, причем часть из них мигрирует ночью к поверхности с глубин 300—500 м. Данные о существовании ЗРС часто могут служить косвенным показателем уровня биологической продуктивности района. Поэтому в 27 рейсе НИС «Михаил Ломоносов» в южной части тропической области Атлантики в январе—марте 1973 г. проводились исследования их топографии по маршруту судна и на многосуточных полигонах [4].

ЗРС исследовались при непрерывной регистрации на частотах 20 кГц с помощью эхолота «Лодар» типа 1АХ, имеющего диаграмму направленности 12°. Для регистрации измерений использовался на переходах прецизионный самописец «Ладога», а на полигонах — рекордер эхолота.

Обработка материалов эхолотирования ЗРС заключалась в масштабировании эхограмм и построении профилей изобат ЗРС в верхней 600-метровой толще воды. В качестве ЗРС при этом идентифицировались участки потемнения бумаги регистрирующего прибора при определении глубины их залегания с помощью отсчетной шкалы. Регистрация ЗРС производилась непрерывно на протяжении 62 суток по маршруту и в