

ПРОВ 98

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПРОВ 2010

**ДИАГНОЗ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ
ПРИБРЕЖНЫХ И ШЕЛЬФОВЫХ ЗОН
ЧЕРНОГО МОРЯ**

Сборник научных трудов

Институт биологии
южных морей ТН УССР
БИБЛИОТЕКА
№ 38354

Севастополь
1996

Г.П.Берсенева, С.Л.Покотилова

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРОФИЛЛА И БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖНЫХ И ОТКРЫТЫХ РАЙОНАХ ЧЕРНОГО МОРЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

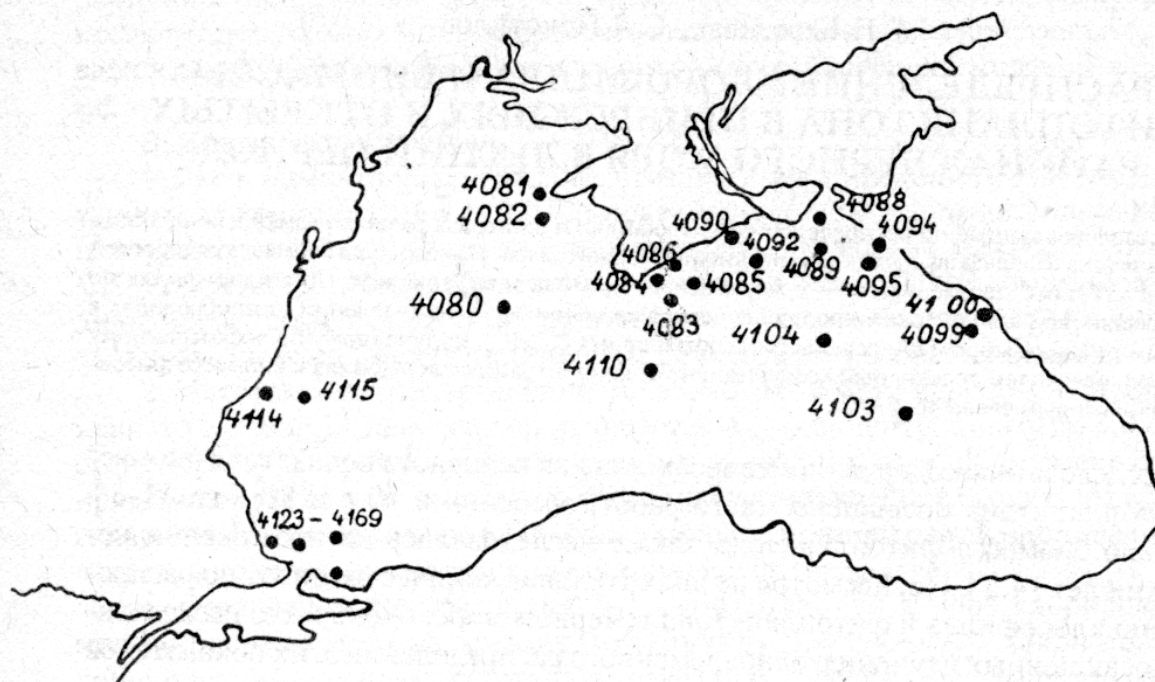
Представлены данные по распределению хлорофилла и биомассы разных размерных фракций фитопланктона в шельфовых и открытых районах Черного моря. Наибольшая биомасса водорослей отмечена у Туапсе, наименьшая — у Керченского пролива и м.Тарханкут. Для хлорофилла по среднезвешенной концентрации получена четкая изменчивость в направлении от прибрежных к открытым районам моря. При осреднении соотношения $S_{\text{фит}}:C_a$, полученному по эвфотическому слою моря, рассчитан переходный коэффициент от концентрации хлорофилла к биомассе фитопланктона, который равен 46,5 мгС.

Исследованию содержания хлорофилла как основного показателя биомассы фитопланктона посвящено много работ, особенно в 70-е и 80-е гг. [1-3]. Отдельно биомасса фитопланктона также исследовалась на протяжении нескольких лет [4,5]. Но, несмотря на значительное количество работ по распределению хлорофилла и фитопланктона в Черном море, очень мало исследований, посвященных изучению одновременного распределения этих показателей и отношения между биомассой и хлорофиллом фитопланктона.

В задачу настоящей работы входило изучение распределения концентрации хлорофилла "а" и феофитина в эвфотическом слое в шельфовых и мористых районах Черного моря, а также установление соотношения между биомассой фитопланктона и содержанием хлорофилла "а".

Материал и методы исследований. В работу вошли результаты, полученные в 28-ом рейсе НИС "Профессор Водяницкий" в июле—августе 1989 г. Исследовались различные районы моря: восточное побережье Крыма — от м.Тарханкут до Керченского пролива, побережье Кавказа — от м.Утриш до Туапсе, прибрежная зона Прибосфорского района. Для сравнения измерения проводили на станциях, находящихся на траверзе Новороссийска, Туапсе и Варны в открытом море (рис.1).

Для измерения пигментов применяли модернизированный флюориметрический метод [6]. Модернизация заключалась в замораживании фильтров жидким азотом, которое полностью нейтрализует активность ферментов. Фильтрацию проводили на чешские мембранные фильтры СЫНПОР с диаметром пор 0,40 мкм. Пробы фитопланктона концентрировали с использованием воронок обратной фильтрации через ядерный нуклеопоровый фильтр с диаметром пор 1 мкм. Организмы нано- и микропланктона учитывали дважды: в капле объемом 0,01 мл и в камере объемом от 0,2 до 0,75 мл под микроскопом "Ampleval". Для определения пикоцианобактерий использовали метод обратной фильтрации через фильтры фирмы "Sartorius" с диаметром пор 0,2 мкм, на котором вели подсчет организмов под люминесцентным микроскопом МЛД. Подсчет организмов проводили в интегральных пробах, которые на мелководных станциях отбирали по всей глубине исследуемого слоя, на глубоководных — отдельно до термоклина и после него. Такой метод позволяет судить о биомассе фитопланктона во всем слое, хотя не характеризует эту величину по отдельным горизонтам. Всего по вертикали сделано 24 станции на определение содержания хлорофилла и биомассы фитопланктона.



Р и с. 1. Схема станций

Результаты и обсуждение. В районах исследований было отмечено 122 вида планктонных водорослей. Значительное место занимали пиропитовые водоросли, составляющие более 65% от общего количества. У побережья Крыма, Кавказа, Прибосфорского района и в открытой части Черного моря количество диатомовых и пиропитовых водорослей, а также пикоцианобактерий в суммарной биомассе фитопланктона значительно варьировало. Так, у восточного побережья Крыма и Кавказа доминирующее положение занимали диатомовые (43%), пиропитовые (27%), пикоцианобактерии (в среднем до 30% от суммарной биомассы). По численности основной вклад вносила группа пикоцианобактерий (от 79 до 99% суммарной численности). Район вблизи Варны по обилию фитопланктона преобладал над другими районами. Существенный вклад в суммарную биомассу вносили пиропитовые водоросли (36%), количество диатомовых уменьшалось до 27%, золотистых — до 19%, пикоцианобактерий — до 8% от суммарной биомассы. Фитопланктон Прибосфорского района отличался от восточной прибрежной зоны. Основную часть его составляли пиропитовые (в среднем 31% от суммарной биомассы) и диатомовые (в среднем 28%). Цианобактерии вносили незначительный вклад (8%), остальная часть биомассы приходилась на золотистые водоросли. В открытых районах моря при уменьшении доли диатомового комплекса над всеми группами по биомассе преобладали цианобактерии. Их биомасса находилась в пределах 15–63%, что в среднем составляло 32% от суммарной биомассы. Вторую доминирующую группу представляли пиропитовые водоросли, доля которых в поверхностном слое составляла 18–22% и ниже термоклина увеличивалась до 40–72% от суммарной биомассы.

Распределение концентрации хлорофилла и биомассы фитопланктона. Прибрежные и мористые станции различались в исследованный период по

биомассе фитопланктона и концентрации хлорофилла "а". Наибольшая биомасса водорослей была отмечена у Туапсе ($24-31 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$), наименьшая — у Керченского пролива ($4,5-9,9 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$). Остальная часть восточного побережья Крыма и Кавказа характеризовалась средними показателями ($12 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$). Суммарная биомасса фитопланктона в открытых районах моря составляла $4,5-9,0 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. В направлении от прибрежных к мористым районам уменьшалась как суммарная биомасса, так и биомасса отдельных групп фитопланктона. В табл. 1 представлено распределение биомассы фитопланктона по отдельным размерным фракциям: микро- ($> 15 \text{ мкм}$), нанно- ($2-15 \text{ мкм}$) и пикофитопланктона ($< 2 \text{ мкм}$), и содержание хлорофилла "а" (C_a) суммарного фитопланктона в

Таблица 1

Распределение биомассы трех размерных фракций фитопланктона и средневзвешенной концентрации хлорофилла (C_a) в эвфотическом слое

Показатель	П		С		Г	
	Глубина, м					
	20-50		50-90		1500-2000	
	г·м ⁻²	%	г·м ⁻²	%	г·м ⁻²	%
Фракции						
меньше 2 мкм	4,6	30	4,2	33	4,7	50
2-15 мкм	2,2	14	3,0	21	2,7	29
больше 15 мкм	7,3	56	8,9	46	2,8	21
Суммарная биомасса	14,1	—	16,1	—	10,2	—
Ca, мг·м ⁻³	0,51	—	0,36	—	0,17	—
Ca, сум, мг·м ⁻³	13,7	—	21,1	—	18,2	—

Примечание: П — прибрежные, С — мористые, Г — глубоководные станции

направлении от прибрежных к мористым районам. На прибрежных станциях ведущая роль (46–56%) принадлежала микрофитопланктону, по направлению к мористым районам их доля уменьшалась до 21%. Отмеченные закономерности прослеживались и по средневзвешенным величинам концентрации хлорофилла "а". Доля среднеразмерной фракции, наннопланктона, подвержена меньшим изменениям, увеличиваясь от 14–21 до 29%. Доля биомассы пикопланктона увеличивалась к глубоководным районам от 30 до 50%. Суммарная биомасса фитопланктона в прибрежных районах составляла $15,5-16,1 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, в глубоководных $9,3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$.

Из табл. 2 следует, что биомасса фитопланктона прибрежных районов была представлена в основном диатомовыми и пиропитовыми водорослями. По направлению к открытым районам моря основу биомассы давали цианобактерии (37%), золотистые и мелкие жгутиковые (27%). Для характеристики районов по биомассе фитопланктона в качестве количественного показателя была вы-

Таблица 2

Средние значения биомассы фитопланктона и цианобактерий
в различных районах Черного моря

Группы	П		С		Г	
	Глубина, м					
	20-50		50-90		1500-2000	
	Б и о м а с с а					
	г·м ⁻²	%	г·м ⁻²	%	г·м ⁻²	%
Пирофитовые	3,83	27	2,24	14	2,7	26
Диатомовые	6,05	43	5,30	33	0,9	10
Золотистые	2,00	14	3,40	21	2,8	27
Цианобактерии	2,20	16	5,10	32	3,8	37
Суммарная биомасса	14,08	100	16,04	100	10,20	100

Примечание: П, С, Г — обозначения те же, что в табл. 1.

брана средневзвешенная концентрация хлорофилла по слою. Абсолютные значения этой величины представлены в табл. 3. Станции в таблице расположены в направлении от берега к открытой части моря. По средневзвешенной концентрации получена четкая изменчивость от прибрежных к открытым участкам моря, хотя сама прибрежная зона характеризуется довольно различными показателями. На мелководных станциях концентрация хлорофилла изменялась от 0,26 у Ялты до 1,1 мг·м⁻³ в районе Туапсе. На участках моря, расположенных по 100-метровой изобате, этот показатель варьировал от 0,15 до 0,74 мг·м⁻³. Средние величины концентрации хлорофилла в глубоководных районах были в 2–3 раза, ниже, чем в прибрежных водах. В отношении интегральной концентрации хлорофилла "а" такой изменчивости не отмечено. В некоторых случаях близлежащие к берегу станции характеризовались даже меньшими величинами (4,5–24,3 мг·м⁻²), чем более удаленные (12,2–34,6 мг·м⁻²). Тем не менее, самые значительные величины получены в районе Туапсе (31,2–34,6 мг·м⁻²). На глубоководных станциях общее содержание хлорофилла по исследованному слою находилось в пределах 8,7–23,4 мг·м⁻². Прибрежная зона на траверсе Варны характеризовалась высокими концентрациями хлорофилла в поверхностном слое (1,76 и 0,58 мг·м⁻³) и более низкими — в среднем по слою (0,50 и 0,34 мг·м⁻³), т. к. вся биомасса была сосредоточена в верхнем слое до 10–18 м. Прибосфорский район также характеризовался значительными концентрациями в поверхностном слое, составляющими от 0,5 до 4,3 мг·м⁻³ (рис. 2).

Таким образом, по средним концентрациям хлорофилла в летний сезон 1989 г. прибрежные зоны превосходили открытые районы моря. Особенности формирования продукции в этих районах связаны прежде всего с обеспеченностью биогенными элементами. В открытых районах моря дефицит биогенных элементов выражен сильнее, чем в мористых [7]. Причины интенсивного развития фитопланктона в прибрежных районах связаны с особенностями их гидрологического режима, обеспечивающих дополнительное поступление биоген-

Таблица 3

Содержание хлорофилла (C_a) и феофитина (C_f)
в прибрежных и открытых районах Черного моря

Район работ	№ станции	Глубина, м	C_a , у поверхности $мг \cdot м^{-3}$	C_f , в эвфотическом слое, $мг \cdot м^{-2}$	C_a , среднее по слою, $мг \cdot м^{-2}$	Слой термоклина, м	% феофитина в верхнем квазиодн. слое
Тарханкут	4082	47	0,19	8,5	0,21	5-10	36
	4081	100	0,10	14,9	0,17	15-20	52
Ялта	4085	33	0,36	14,1	0,50	20-28	50
	4086	50	0,27	14,0	0,28	17-30	64
	4084	84	0,20	20,0	0,26	15-20	82
	4083	85	0,51	12,2	0,15	15-22	68
Карадаг	4090	29	0,46	12,0	0,48	15-20	56
	4091	65	0,37	22,4	0,41	13-25	66
	4092	77	0,29	18,0	0,21	13-30	62
Керченский пролив	4088	19	0,24	4,5	0,30	3-10	60
	4087	45	0,22	9,9	0,25	3-7	44
	4089	93	0,17	13,5	0,16	2-5	67
Утриш	4094	54	0,24	14,1	0,31	21-30	42
	4093	95	0,19	21,4	0,27	20-30	46
Туапсе	4100	29	0,78	24,3	1,10	6-15	34
	4099	50	0,47	23,0	0,74	17-30	26
	4098	70	0,99	31,2	0,50	10-30	38
Болгария	4114	77	1,76	34,6	0,50	—	23
	4115	90	0,58	27,4	0,34	—	36
Глубоководные районы	4103	2000	0,23	23,0	0,23	15-25	44
	4104	1920	0,12	23,4	0,19	16-30	50
	4109	2118	0,11	17,8	0,18	17-25	50
	4080	1590	0,23	8,7	0,09	5-15	57

нов в зону фотосинтеза. Так, район Феодосии находится под воздействием Азовоморских вод, на Кавказском побережье достаточная концентрация питательных элементов обеспечивается поступлением их с речным стоком кавказских рек и во время сгона под влиянием длительных сильных ветров северо-восточного направления. Станции в открытом районе моря характеризовались пониженными величинами концентрации хлорофилла по сравнению с прибрежной зоной как в поверхностном слое, так и во всем исследованном. Это подтверждает то, что в целом, несмотря на совокупность влияния абиотических факторов в море, наиболее выраженная связь биомассы фитопланктона прослеживается с содержанием биогенных элементов. Кроме активного хлорофилла,

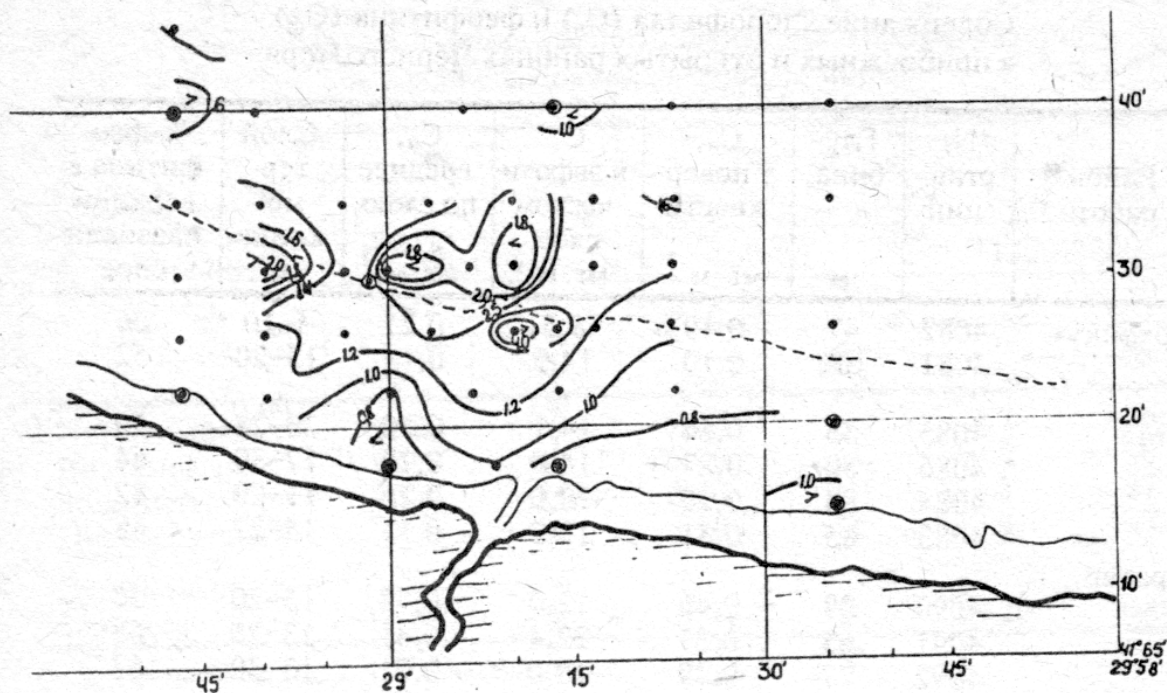
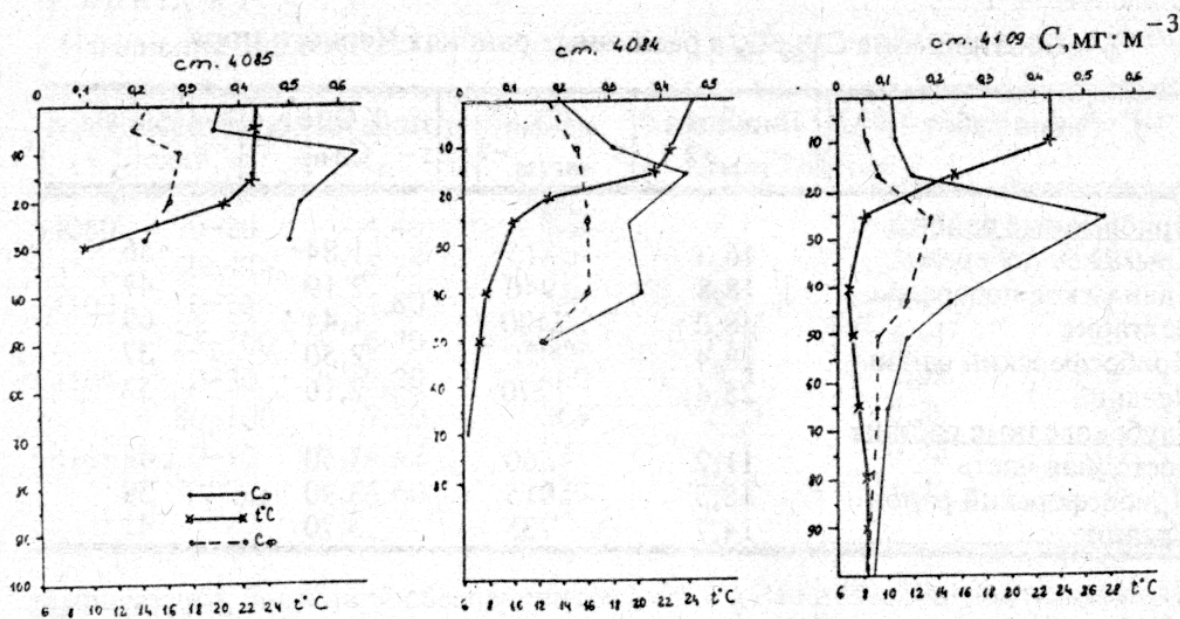


Рис. 2. Распределение концентрации хлорофилла "а" в поверхностном слое Прибосфорского района

в фитопланктоне определяли относительное содержание феофитина, которое до некоторой степени характеризует физиологическое состояние клеток. В исследуемом районе получен довольно большой процент феопигментов — от 26 до 82%. Поскольку изучение видового состава показало наличие в диатомовом комплексе разных видов из рода *Nitzschia*, обладающей высоко активной хлорофиллазой, необходимо было исключить определение артефакта. Фильтры фиксировали в жидком азоте и параллельно проводили экстрагирование без фиксации. Разница составляла 16%. Кроме того, сравнивали измерение на фильтрах после фиксации и определение на нуклеопоровых фильтрах в суспензии, которое исключает феофитинизацию на этапе фильтрации. Результаты по содержанию пигментов одинаковы. Таким образом, для корректного определения феопигментов в случаях наличия сложного комплекса диатомовых желательно проводить фиксацию жидким азотом. С учетом вышесказанного определение доли неактивного хлорофилла показало, что каждый из районов характеризовался высоким, но различным процентным содержанием феофитина. Так, в районе оголовки глубоководного выпуска у Ялты обнаружено 68–82% феофитина. Здесь же наблюдалось повышенное содержание нитритов, которое является показателем загрязненных вод. Значительно содержание феопигментов (около 60%) в районе Карадага и Керченского пролива. Средние значения (50%) получены в глубоководных районах, наименьший процент феофитина обнаружен в районе Туапсе. Вертикальное распределение феофитина по глубине эвфотической зоны носило стандартный характер, типичный для всех морей и океанов [8,9]: довольно равномерное в верхнем квазиоднородном слое, затем увеличение до 70–90% (рис.3). У Варны и в Прибосфорском районе содержание феофитина в верхних горизонтах эвфотической зоны по сравнению с восточной областью Черного моря было невысоким, 25–30%. Данные по



Р и с. 3. Вертикальное распределение хлорофилла "а" (C_a), феофитина "а" ($C_{\text{ф}}$) и температуры ($t^\circ\text{C}$) по глубине эвфотической зоны

видовому составу фитопланктона свидетельствовали о том, что при значительном вкладе диатомовых водорослей по биомассе (от 17 до 50%) они не содержали видов с высокоактивной хлорофиллазой. По глубине эвфотической зоны относительное содержание пигментов изменялось в обычном направлении — повышалось до 70–90%.

Соотношение углерод/хлорофилл фитопланктона. По концентрации хлорофилла, измеренной флюориметрическим методом, и биомассе фитопланктона, рассчитанной по численности клеток, выявлено соотношение между этими показателями. Данные по различным районам сведены в табл. 4. Принимали, что сухой вес водорослей от сырого составлял 10%, органический в углеродных единицах ($C_{\text{фит}}$) от сухого 50% [10]. Поскольку такой расчет дает приближенную оценку биомассы водорослей, соотношение между ней и содержанием хлорофилла можно рассматривать как общеоценочную величину. Различный размерный и видовой состав фитопланктона в прибрежных и открытых районах моря нашел отражение в изменении соотношения $C_{\text{фит}}:C_a$ и относительного содержания хлорофилла в биомассе фитопланктона. В пределах каждой области последняя величина варьировала в небольших пределах — от 1,4 до 2,5% в прибрежных и от 3,0 до 3,5% в открытых районах. Но их средние показатели отличались значительно, составляя соответственно 2,2 и 3,7%, что нашло отражение и в соотношении $C_{\text{фит}}:C_a$, которое изменялось в этом направлении от 50–69 к 37–38. Эти вариации связаны прежде всего с изменением размерной структуры фитопланктона, что сопровождается увеличением удельного содержания хлорофилла в фитопланктоне при переходе из прибрежных в центральные районы моря. Такая тенденция увеличения содержания хлорофилла отмечена ранее для культур морских планктонных водорослей [11]. Как отмечалось выше, в пределах восточного шельфа по направлению к открытой части моря происходила перестройка таксономического состава и размерной структуры фитоценоза в сторону уменьшения размера клеток. По направлению

Таблица 4

Соотношение $C_{\text{фит}}:C_a$ в различных районах Черного моря

Район работ	Биомасса, $г \cdot м^{-2}$	$C_{\text{фит}},$ $мг \cdot м^{-2}$	% C_a от $C_{\text{фит}}$	$C_{\text{фит}}:C_a$
<u>Прибрежные районы</u>				
Крымское побережье	16,3	815	1,84	56
Кавказское побережье	18,8	940	2,19	47
Болгария	48,0	2400	1,44	69
Прибосфорский район	18,4	920	2,50	37
Средние	25,4	1270	2,16	52
<u>Глубоководные районы</u>				
Восточная часть	11,2	560	3,50	44
Прибосфорский район	18,3	915	3,90	38
Средние	14,7	735	3,70	41

к открытым районам моря произошла смена видового состава. Если в прибрежной части фитопланктон был представлен в основном диатомовыми и пиропитовыми водорослями, то в открытой части преимущество получили цианобактерии, золотистые и мелкие жгутиковые. Изменение различных эколого-физиологических показателей (скорости деления клеток, ассимиляционного числа, соотношения $C_{\text{фит}}:C_a$) в направлении к открытой части моря в весенний период 1986 г. прослежено В.И.Ведерниковым, А.С.Микаэляном [12]. Как для отдельных размерных фракций, так и для суммарного фитопланктона в мористых районах были зафиксированы более высокие ассимиляционные числа и средние показатели $C_{\text{фит}}:C_a$, что авторы связывают с резким возрастанием удельного содержания хлорофилла в фитопланктоне. С увеличением размерной фракции от менее 2 мкм до фракции более 15 мкм наблюдалось уменьшение средних показателей удельной скорости фотосинтеза в 1,5–3,5 раза, отношение биомассы фитопланктона к содержанию хлорофилла "а" возрастало в 1,7–2,7 раза. Изменение с глубиной биомассы и хлорофилла фитопланктона было прослежено на четырех глубоководных станциях (табл.5). Суммарная биомасса и содержание хлорофилла нижнего слоя (под термоклином) было выше, чем в верхнем слое. Относительное содержание хлорофилла в органическом веществе при этом увеличилось в 1,5–3 раза, что привело к уменьшению $C_{\text{фит}}:C_a$ в таких же пропорциях. По данным В.И.Ведерникова и А.С.Микаэляна [2], несмотря на то, что у разных размерных фракций фитопланктона этот показатель вел себя по разному, для суммарного фитопланктона на всех станциях было зарегистрировано его закономерное уменьшение с увеличением глубины. При осреднении соотношения $C_{\text{фит}}:C_a$, полученного по глубине эвфотической зоны в различных районах моря, рассчитан переходный коэффициент от концентрации хлорофилла к биомассе фитопланктона, который равен 46,5 мгС (табл.4). По данным З.З.Финенко [13] этот коэффициент для Черного моря принимался равным 40 мгС. Близость коэффициентов, полученных в разные годы, позволяет надеяться, что возможно установление среднего переходного коэффициента от хлорофилла к углероду биомассы фитопланктона с учетом зависимости этого показателя от различных факторов (интенсивности света,

Таблица 5

Изменение биологических показателей по глубине исследованного слоя

№ ст.	Исследов. слой, м	Биомасса, г·м ⁻²	С _{фит} мг·м ⁻²	С _а , мг·м ⁻²	% С _а от С _{фит}	С _{фит} :С _а
4080	0-20	4,46	223	2,1	0,94	106
	20-80	5,35	267	6,6	2,47	40
4103	0-25	4,80	240	9,3	3,44	29
	25-100	6,70	335	14,8	4,41	23
4104	0-30	9,20	460	9,6	2,08	48
	30-100	7,30	365	23,3	6,38	16
4109	0-17	4,42	221	2,1	0,95	105
	17-50	6,60	330	4,5	1,36	73

температуры, биогенной обеспеченности и т.д.). Это позволило бы переходить от экспрессно определяемой концентрации хлорофилла "а" к биомассе, по крайней мере, хлорофиллсодержащего фитопланктона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берсенева Г.П., Франк Н.А., Анонасенко А.Д. Содержание хлорофилла "а" в планктоне Черного моря в период летней стратификации // Экология моря.— 1983.— 12.— С.15-21.
2. Ведерников В.И., Коновалов Б.В., Кобленц-Мишке О.И. Особенности распределения продукции и хлорофилла в Черном море осенью 1978 г. // Экосистемы пелагиали Черного моря.— М.: Наука, 1980.— С.105-117.
3. Крупаткина Д.К., Кириллов И.В. Хлорофилл "а" и продукты его разрушения в морском планктоне. Центральные районы моря, летний период // Динамика вод и продуктивность планктона Черного моря.— М.: Координационный центр стран-членов СЭВ.— 1988.— С.231-239.
4. Георгиева Л.В. Фитопланктон Черного моря в позднелетний период 1987 г. // Депон.рукопись N 5095-B89.— М.: ВИНТИ, 1989.— 12 с.
5. Ратькова Т.Н. Фитопланктон открытой части Черного моря // Структурно-продукционные характеристики планктонных сообществ Черного моря.— М.: Наука, 1989.— С.38-53.
6. Юнев О.А., Берсенева Г.П. Флюориметрический метод определения хлорофилла "а" и феофитина "а" в фитопланктоне // Гидробиологический журнал.— 1986.— 22, N2.— С.102-108.
7. Ведерников В.И. Первичная продукция и хлорофилл в Черном море в летне-осенний период // Структура и продукционные характеристики планктонных сообществ Черного моря.— М.: Наука, 1989.— С.65-84.
8. Юнев О.А. Пространственно-временное распределение хлорофилла "а" и его соотношение с феофитином. Прибрежные и открытые районы моря, весенний период 1981 г. // Динамика вод и продуктивность планктона Черного моря.— М.: Координационный центр стран-членов СЭВ.— 1988.— С.239-253.
9. Yentsch C.S. Distribution of chlorophyll and phaeophytin in open ocean // Deep-Sea Res.— 1965.— 12, N15.— P.653-666.
10. Винберг Г.Г. Содержание хлорофилла в планктоне озер, прудов и морей // Первичная продукция водоемов.— Минск: Изд-во АН БССР, 1960.— С.245-263.
11. Берсенева Г.П. Функциональная адаптация фотосинтетической системы морских одноклеточных водорослей // Автореф. дис... канд.биол.наук.— Севастополь: ИнБИОМ НАНУ, 1978.— 24 с.
12. Ведерников В.И., Микаэлян А.С. Структурно-функциональные характеристики разных размерных групп фитопланктона Черного моря // Структура и продукционные характеристики планктонных сообществ Черного моря.— М.: Наука, 1989.— С.84-105.
13. Финенко З.З. Расчет продукции фитопланктона в Черном море по содержанию хлорофилла // Биология моря.— 1970.— 19.— С.75-82.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
г.Севастополь