

551.352(261.3)

**ХЛОРОФИЛЛ И КАРОТИНОИДЫ В ОСАДКАХ
БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И РИЖСКОГО ЗАЛИВА****Т. И. Горшкова**

Исследование количественного и качественного состава органического вещества морской воды, взвесей и донных отложений в настоящее время привлекает большое внимание многих русских и зарубежных ученых, так как эти исследования представляют большой интерес для разрешения многих теоретических и практических вопросов.

При изучении органического вещества осадков Балтийского моря мы ставили задачу — выяснить условия накопления органического вещества в осадках и определить величину отдачи биогенных элементов из грунта в воду, для чего требуется знание не только количества, но и качества органического вещества.

Исследование органического вещества донных отложений Балтийского моря, проведенное нами как для верхнего, так и для нижних слоев, показало, что накопление его по всей площади водоема происходит очень неравномерно (Горшкова, 1962). Решающим моментом в данном явлении служит рельеф дна.

В Балтийском море наряду с мелководными районами, примыкающими ко всем берегам, имеются глубоководные впадины с наибольшими глубинами до 490 м (Ландсортская), до 245 м (Готландская), немного больше 100 м (Гданьская), около 100 м (Борнхольмская) и меньше 100 м (Арконская) (Горшкова, 1960).

Благодаря такому рельефу дна органические остатки, поступающие с берегов и образующиеся в самом море, концентрируются в осадках глубоководных впадин, а мелководные районы покрыты осадками, обедненными органическим веществом. Во впадинах содержание органического углерода в осадках часто превышает 4%, что соответствует более чем 7% органического вещества. В подстилающих слоях некоторых районов содержание органического вещества достигает 11%. Эти данные показывают, что в отдельных районах Балтийского моря осадки содержат больше органического вещества, чем в таких продуктивных водоемах, как Северный Каспий, Азовское и Баренцево моря.

В связи с этим возникает большой интерес к вопросу о качественном составе органического вещества осадков Балтийского моря для выяснения отдачи биогенных элементов из грунта в воду.

В осадках Балтийского моря очень часто встречались остатки различных макрофитов, поэтому для выяснения качественного состава органического вещества осадков мы в первую очередь остановились на определении хлорофилла и каротиноидов.

Определение хлорофилла в донных морских отложениях впервые было сделано Д. М. Раузер-Черноусовой для осадков Черного моря (1930). Оно велось в спиртовой вытяжке в спектро-колориметре путем сравнения испытуемого раствора со стандартом. Количество хлорофилла в современных черноморских осадках, выраженное в $мг/100 г$ осадка, колебалось от 0,19 до 11,91, в древнечерноморских от 0,5 до 74,99, а в древнеевксинских снижалось от 0,06 до 0,02. На основании этих данных автор приходит к выводу, что количество хлорофилла — это показатель изменений в биологическом и гидрологическом режиме Черного моря в позднечетвертичное и современное время.

Более многочисленные исследования по содержанию хлорофилла в морских осадках были проведены Л. А. Ястребовой. По такой же методике она исследовала осадки северной части Каспийского моря (1938), Мотовского залива (Кленова и Ястребова, 1938) и Баренцева моря. В Северном Каспии содержание хлорофилла в осадках колебалось от следов до 4,71 $мг/100 г$ и находилось в прямой зависимости от общего количества органического вещества и их механического состава. В осадках Баренцева моря хлорофилл определяли в различных слоях колонки и установили, что количество его уменьшается от верхних слоев к нижним, независимо от механического состава осадков. Общее количество хлорофилла колебалось от следов до 5,7 $мг/100 г$. За последние годы русские и иностранные ученые изучали окрашенные пигменты растительного происхождения в морской воде, взвесах и донных отложениях (Горюнова, 1958; Романкевич, 1959; Шабарова, 1954; Banse, 1956; Grey, 1952; Orr, Emery, Grady, 1958). Особенно широкие исследования осадков Берингова моря были проведены А. П. Лисицыным (1959), а В. М. Кутюриним и А. П. Лисицыным во взвесах и донных отложениях Индийского океана (Кутюрин и Лисицын, 1961, 1962).

Материалом для данного исследования послужили пробы осадков Балтийского моря и Рижского залива, собранные автором в 1961 и 1962 г. во время экспедиций Латвийского института рыбного хозяйства на э/с «Мазирбе» и э/с «Ирбен». Образцы осадков из дночерпателя и трубки хранились во влажном состоянии в темном месте в стеклянных банках до момента определения.

Количество хлорофилла в морских осадках может быть обусловлено наличием остатков макрофитов и фитопланктона, поэтому помимо осадков определение хлорофилла и каротиноидов было сделано для трех видов макрофитов и одного вида цветковых, любезно предоставленных нам М. С. Киреевой и для сине-зеленых (Anabaena и др.), собранных нами в районе Клайпеды. Определяли хлорофилл по методу Годнева (1952). Образцы высушивали на воздухе или в сушильном шкафу при 30°. Для экстрагирования, согласно методике Годнева, применяли 85% ацетон. Пробу растирали в фарфоровой ступке 15—20 мин, а затем переносили на стеклянный фильтр № 3, вставленный в склянку Бунзена, соединенную с насосом Комовского. Растирание и фильтрование повторяли до тех пор, пока раствор не обесцвечивался. Фильтраты собирали в мерную колбу разного объема в зависимости от количества пигментов. Определение хлорофилла и каротиноидов проводили на фотоэлектрическом колориметре — нефелометре, модель ФЭКН-57. Вычисление вели по таблицам, составленным Годневым, где дается

соотношение между количеством хлорофилла и величиной погашения в фотоэлектрическом колориметре в красной части спектра: $\lambda=614-700$ нм, а для каротиноидов в фиолетовой части спектра: $\lambda=405-480$ нм.

Результаты анализов водорослей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание растительных пигментов в водорослях Балтийского моря (район о-ва Саарема)

Номер станции	Год	Название водорослей	Хлорофилл, мг на 100 г водорослей	Каротиноиды, мг на 100 г водорослей	Отношение каротиноидов к хлорофиллу	Нерастворимый остаток, %	Хлорофилл, мг на 100 г растворенной части	Каротиноиды, мг на 100 г растворенной части
Район		Синезеленая						
Клайпеды	1957	(<i>Apabaena</i> и др.)	111,0	20,0	0,18	77,78	441	70
140	1960	<i>Furcellaria</i>	13,7	3,2	0,20	88,0	113	27
39	1962	<i>Fucus</i>	99,0	88,0	0,88	60,73	297	264
96	1962	<i>Phyllophora</i>	7,0	0,6	0,08	93,86	114	9,7
97	1962	<i>Furcellaria</i>	78,0	12,0	0,15	71,94	429	66
118	1962	<i>Zostera nana</i>	208	139	0,6	69,75	686	458
118	1962	<i>Phyllophora</i>	6,5	0,2	0,03	91,48	71,5	2,2

Содержание хлорофилла и каротиноидов в различных видах водорослей различно. Наибольшее количество пигментов содержится в зостере, затем идут синезеленая и фукус. Наименьшее количество хлорофилла и каротиноидов оказалось в филлофоре. Во всех водорослях хлорофилл преобладает над каротиноидами. Во всех пробах определяли нерастворимый остаток, полученный после ацетоновой вытяжки. В состав его, помимо клетчатки, входят и механические примеси. Содержание нерастворимого остатка колеблется от 66,73 до 93,86%. При пересчете на растворимую часть видно, что содержание хлорофилла в водорослях достигает 686 мг на 100 г растворимой в ацетоне части, а каротиноидов до 458, что составляет 0,6 и 0,4% растворимой части. Наши данные по содержанию хлорофилла в синезеленых оказались очень близкими к некоторым пробам взвесей Индийского океана, которые были определены Кутюриным и Лисицыным (1961, 1962).

Определение хлорофилла и каротиноидов в осадках Балтийского моря было сделано для 43 образцов верхнего слоя и 18 образцов подстилающих слоев. Полученные данные приведены в табл. 2. Распределение станций дано на рис. 1. Содержание хлорофилла, вычисленное в мг на 100 г воздушного сухого осадка, в осадках Балтийского моря колеблется в верхнем слое от 0,1 до 21,5 мг/100 г, а в подстилающих слоях от 0 до 18 мг/100 г осадка (рис. 2; табл. 2). Изменения в содержании хлорофилла в осадках зависят от глубины залегания, расстояния от берега, рельефа дна, механического состава осадков, газового режима придонного слоя и климатических условий данного района.

Для установления зависимости накопления растительных пигментов от механического состава и газового режима придонного слоя мы рассматриваем схемы грунтов (Горшкова, 1960) и содержания кислорода придонного слоя, составленные Соскиным и Черновской для 1959 г. (рис. 3). Данные за 1962 г. приведены в табл. 2.

В Балтийском море на мелководьях вдоль материка и всех островов залегают грубозернистые осадки: песок, галька, гравий и крупные

Таблица 2

Содержание хлорофилла и каротиноидов в осадках Балтийского моря, в мг на 100 г осадка

Номер станции	Год	Глубина, м	Слой, см	Хлорофилл	Каротиноиды	Отношение каротиноидов к хлорофиллу	O ₂ мл/л	Характеристика осадка
25	1961	80	Верхний	3,0	11,5	3,8	—	Ил
25А	1961	107	0—2	6,0	15,0	2,5	—	Глинистый ил
25А	1961	—	124—132	0,0	0,2	—	—	То же
27	1961	157	Верхний	3,6	10,6	3	0,52	Ил
29	1961	118	»	1,1	10,4	9	0,65	Глинистый ил
29А	1961	148	»	1,0	5,6	5,6	0,35	То же
30	1961	132	»	4,7	16,0	3,4	—	»
31	1961	195	»	2,2	7,4	3,3	—	»
31	1962	184	»	2,8	11,9	4,0	0,2	»
31	1962	—	15—30	1,4	5,0	3,5	—	»
31	1962	—	50—60	2,9	6,1	2,1	—	»
31	1962	—	100—110	8,5	41,0	4,8	—	»
31	1962	—	110—130	2,4	3,9	1,6	—	»
31	1962	—	130—138	4,2	17,5	4,1	—	»
31А	1962	101	Верхний	21,5	39,4	1,8	0,9	Ил
31В	1962	85	Средняя проба	2,3	4,1	1,7	—	»
31Г	1962	94	То же	2,1	5,7	2,7	0,71	»
31Д	1962	77	Средняя проба	7,8	10,5	1,3	3,62	»
31Е	1962	49	То же	0,8	0,3	0,4	7,85	Песок
31Ж	1962	50	»	0,3	0,2	0,7	—	»
31З	1962	70	»	2,4	5,5	2,3	—	Песчаный ил
35В	1962	113	»	8,4	14,0	1,6	0,82	Глинистый ил
35Г	1962	91	»	3,0	5,0	1,6	2,66	»
35—	1962	51	»	1,3	0,9	0,7	76,8	Илистый песок
36	1962	116	0—26	3,0	9,4	3,1	—	Глинистый ил
36	1962	—	26—37	5,0	10,7	2	—	То же
36	1962	—	50—57	14,8	40,6	2	—	»
36	1962	—	110—130	1,0	2,9	2,7	—	»
37	1962	225	0—20	2,9	4,8	1,6	—	»
37	1962	—	20—30	18,0	43	2,4	—	»
37	1962	—	50—60	2,8	12,0	4,2	—	»
37	1955	—	120—140	7,9	9,3	1,1	—	»
37А	1962	191	25—32	0	0,1	—	0,27	Глина
37Б	1962	110	Верхний	4,4	8,8	2	1,68	Илистый песок
38	1961	185	»	3,7	13,6	3,7	—	Глинистый ил
38Б	1962	76	»	1,8	2,1	1,1	6,4	Илистый песок
39А	1962	92	»	3,9	10,8	2,7	0,98	Ил
39А	1962	—	90—100	3,0	12,3	4,1	—	»
40	1962	30	Верхний	0,1	0,07	0,7	6,34	Песок
40А	1961	40	»	2,0	8,9	4,4	—	»
41	1962	81	0—5	2,9	2,9	1	2,04	Ил
41А	1962	44	—	—	—	—	7,64	Песок
42	1962	151	Верхний	4,3	4,0	0,9	0,35	Глинистый ил
41Б	1962	46	»	—	—	—	7,78	Песок
43	1961	153	»	4,0	8,0	2	—	Глинистый ил

Номер станции	Год	Глубина, м	Слой, см	Хлорофилл	Каротиноиды	Отношение каротиноидов к хлорофиллу	O ₂ мл/л	Характеристика осадка
43	1962	125	Верхний	4,1	8,0	2	0,62	Ил
43А	1962	103	»	10,4	8,4	0,8	1,33	»
44А	1962	86	0—20	5,0	13,0	2,6	1,20	»
44А			75—80	1,4	10,0	7	—	»
55	1959	111	Верхний	5,0	5,3	1,06	1,88	Глинистый ил
			50—58	3,5	2,8	0,8	—	То же
			100—113	—	—	—	—	»
62	1957	92	0—2	2,0	2,5	1,25	—	»
62			62—68	2,6	3,0	1,1	—	»
62			90—	—	—	—	2,83	»
84	1961	85	Средняя проба	2,0	5,0	2,5	3,15	»
86А	1961	90	0—2	4,8	10,0	2	0,81	»
171	1959	83	Верхний	5,3	4,0	0,75	—	»
183	1962	98	»	2,1	2,1	1	2,2	Илистый песок
183А	1962	112	»	4,5	6,2	1,3	2,37	Глинистый ил
183А			40—50	2,2	5,3	2,2	—	То же
183А			110—123	0,6	2,9	4,8	—	»
185/35	1962	81	Средняя проба	1,0	0,4	0,4	3,11	Песок
189А	1962	17	»	1,8	0,08	0,05	7,7	»
184	1962	112	Верхний	3,8	7,6	2	2,67	Глинистый ил
86	1962		Под пластом	0,0007	0,0016	2,2	—	Пылеватый песок

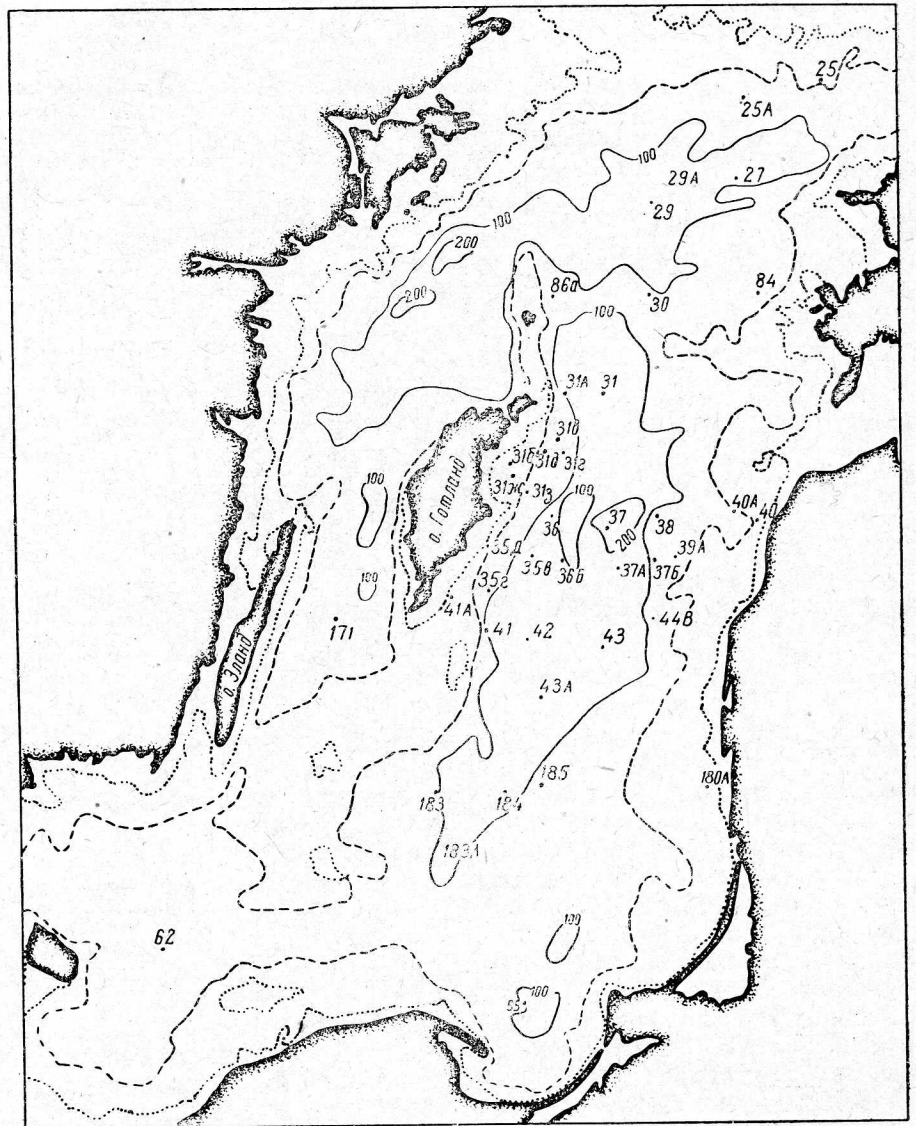
камни. На склонах часто выступают ледниковые глины, покрытые небольшим слоем илистого песка или песчанистого ила. Все впадины, как правило, покрыты глинистым илом, часто с запахом H₂S. Исключение составляют отдельные выходы ледниковой глины, являющиеся остатками древних морен.

Содержание кислорода в придонном слое находится в тесной зависимости от рельефа дна и осадков. Поэтому все мелководья, где аэрация проходит до самого дна, богаты кислородом, а в глубоководных впадинах наблюдается очень незначительное количество кислорода, достигающее в отдельные годы до 0.

Содержание хлорофилла (см. рис. 2) меньше 1 мг/100 г относится к грубозернистым осадкам, содержащим незначительное количество органического углерода (<0,2%), расположенным на глубинах больше 50 м. Осадки, содержащие хлорофилла от 1 до 2 мг/100 г, обычно залегают в переходной зоне (на глубине от 50 до 100 м), покрытой илистым песком и песчанистым илом. Наибольшее количество хлорофилла было обнаружено вдоль восточного побережья о-ва Готланда на глубинах около 100 м, где залегают по преимуществу илы и глинистые илы. Причиной такого обогащения, по всей вероятности, является близость берега и крутой склон от мелководья к Готландской впадине.

Так, на ст. 31А, расположенной близ северного мелководья о-ва Готланда на глубине 101 м, содержание хлорофилла достигало 21 мг/100 г, а общее количество органического углерода — 3,46%. Количество кислорода на этой станции составляло 0,9 мл/л, что соответ-

ствовало 10,6% насыщения. Вдоль восточного берега Балтийского моря такого резкого изменения в содержании хлорофилла не наблюдается в силу того, что здесь мелководная зона значительно шире и растительные остатки частично задерживаются в ней. Наибольшие количества хлорофилла и здесь отмечаются при переходе к глубинам около 100 м



берегов и частичным растворением хлорофилла в момент переноса. Однако благодаря восстановительным условиям придонного слоя, количество хлорофилла и здесь остается значительным. Обогащение хлорофиллом осадка со ст. 43А, вероятно, происходит за счет поступления растительных остатков с подводных возвышенностей, расположенных

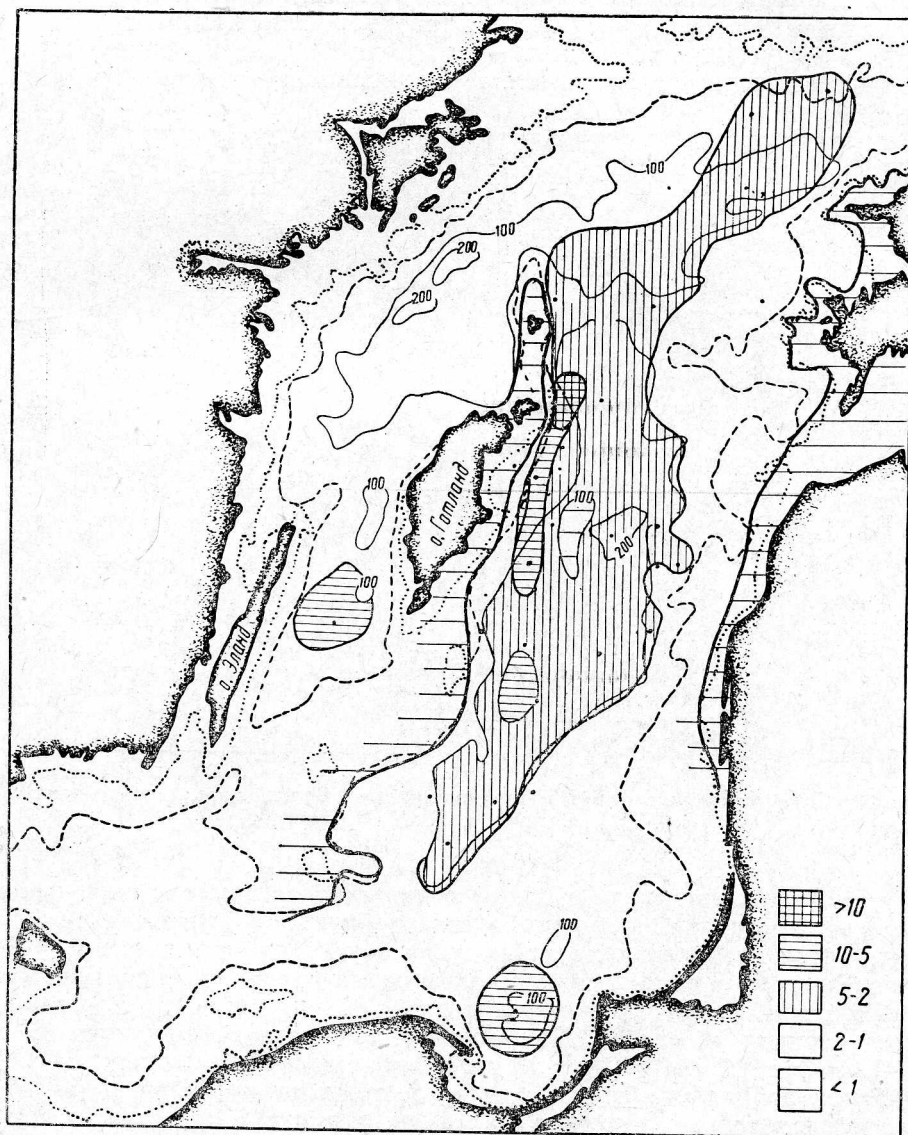


Рис. 2. Содержание хлорофилла в верхнем слое осадков Балтийского моря в мг/100 г осадка.

в юго-западной части Балтийского моря, а также и за счет фитопланктона. Осадки со ст. 55 из Гданьской бухты и ст. 171, расположенной между о-вами Эланд и Готланд, анализировали, предварительно высушенные при более высокой температуре. Несмотря на это, количество хлорофилла здесь довольно значительно, что можно объяснить большим сносом растительных остатков с близлежащих берегов, тонко-

зернистостью осадков и хорошей сохранностью хлорофилла благодаря низкому содержанию кислорода в придонном слое (около 1 мл/л или около 10% O₂).

Каротиноиды мы определяли в тех же ацетоновых вытяжках и на том же приборе, только с фиолетовым светофильтром для погашения лучей с длиной волны в 405—460 нм. Вычисление вели по таблицам Годнева. Количество каротиноидов в верхнем слое колебалось от 0,05 до 31,0, а в подстилающих слоях — от 0,1 до 84,9 мг/100 г (см. табл. 2, рис. 4). Меньше всего хлорофилла и каротиноидов было обнаружено

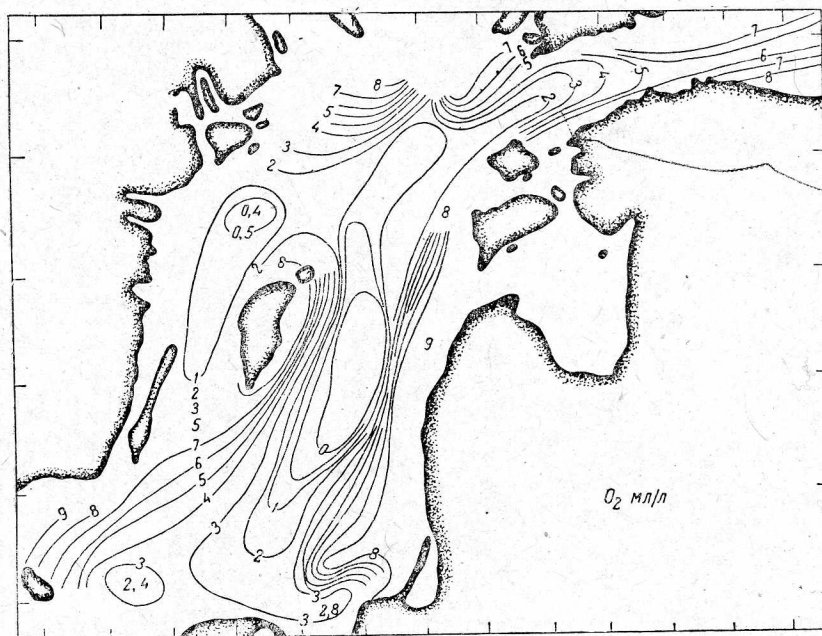


Рис. 3. Содержание кислорода в придонном слое Балтийского моря в мл/л (по И. М. Соскину и Е. Н. Черновской).

в ледниковых осадках, где и общее количество органического вещества очень незначительное, несмотря на тонкозернистость этих осадков. Хлорофилл в этих осадках доходит до нуля, а каротиноиды до 0,1 мг/100 г осадка. В верхних слоях осадков наименьшие количества каротиноидов, как и хлорофилла, обнаружены в грубозернистых осадках, залегающих на мелководьях у берегов. Наибольшее количество обнаружено на ст. 31А — 39,0 мг/100 г. От 10 до 15 мг/100 г каротиноидов содержат осадки, расположенные на склонах вдоль восточного побережья о-ва Готланд и восточного побережья Балтийского моря, а также в северной части Балтики. Повышение количества каротиноидов в северной части Балтики связано с большим сносом растительных остатков с Аландских о-вов и с восточных о-вов Балтики (Саарема и Хиума).

В береговых районах осадки содержат больше хлорофилла, чем каротиноидов (рис. 5), что свидетельствует о содержании более молодого органического вещества растительного происхождения (в современных водорослях хлорофилл преобладает над каротиноидами) (см. табл. 1). В осадках глубоководных впадин отношение тех же компонентов несколько повышается, особенно в северных районах Балтики, где оно достигает 5,6. Некоторую роль в данном явлении может играть и

преобладание в осадках этого района переотложенных ледниковых отложений, в которых сохраняются только каротиноиды, а хлорофилл, как правило, отсутствует.

Содержание хлорофилла и каротиноидов в подстилающих слоях связано с общим содержанием органического вещества в осадках; наи-

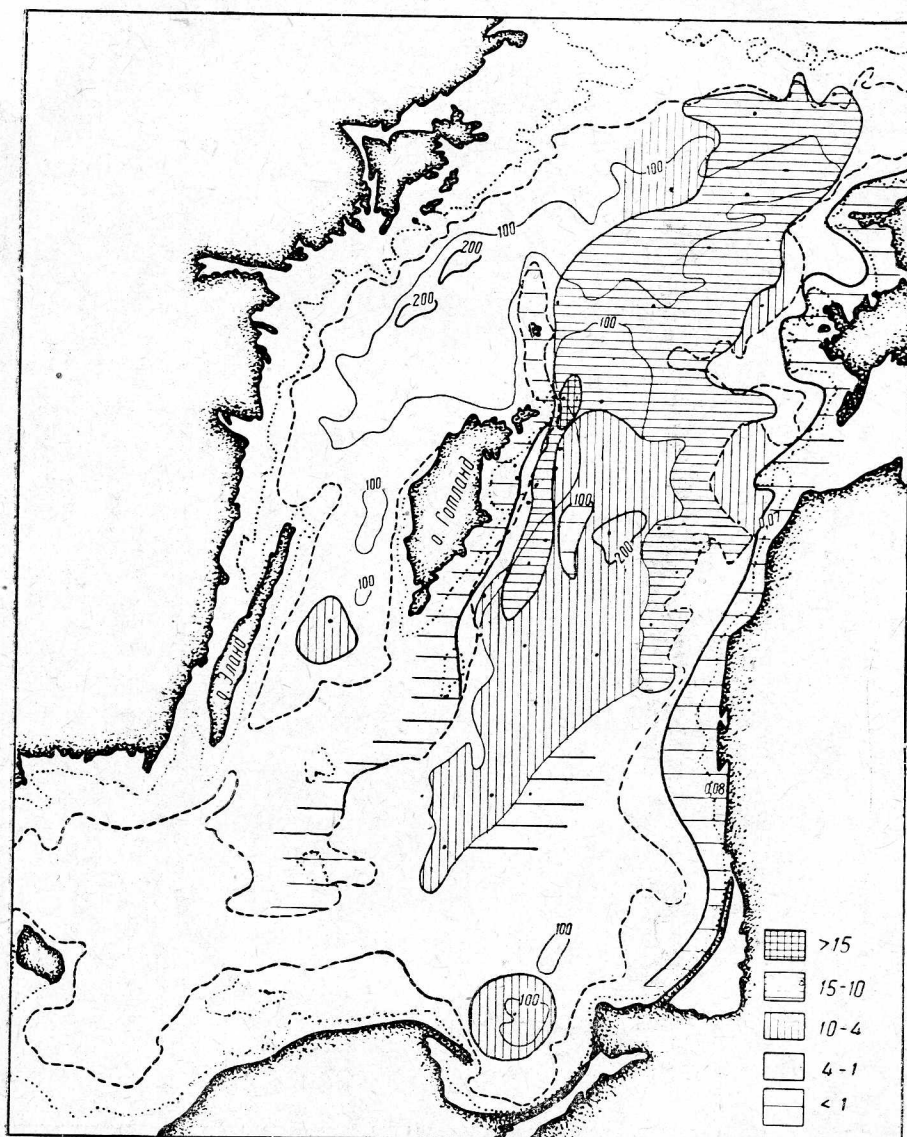


Рис. 4. Содержание каротиноидов в верхнем слое осадков Балтийского моря в мг/100 г осадка.

меньшее количество хлорофилла содержат ледниковые глины, а наибольшее — современные глинистые илы, обогащенные органическим веществом. Поэтому в Балтийском море не всегда наблюдается уменьшение растительных пигментов с глубиной залегания осадков. Благодаря резкому изменению площади Балтийского моря в поздне- и послеледниковое время количество принесенных растительных остатков, по-

видимому, резко менялось; об этом свидетельствует неравномерное содержание растительных пигментов и общее количество органического вещества. Особенно богаты растительными пигментами слои 100—110 см (ст. 31), 50—57 см (ст. 36) и 20—30 см (ст. 37), где соотноше-

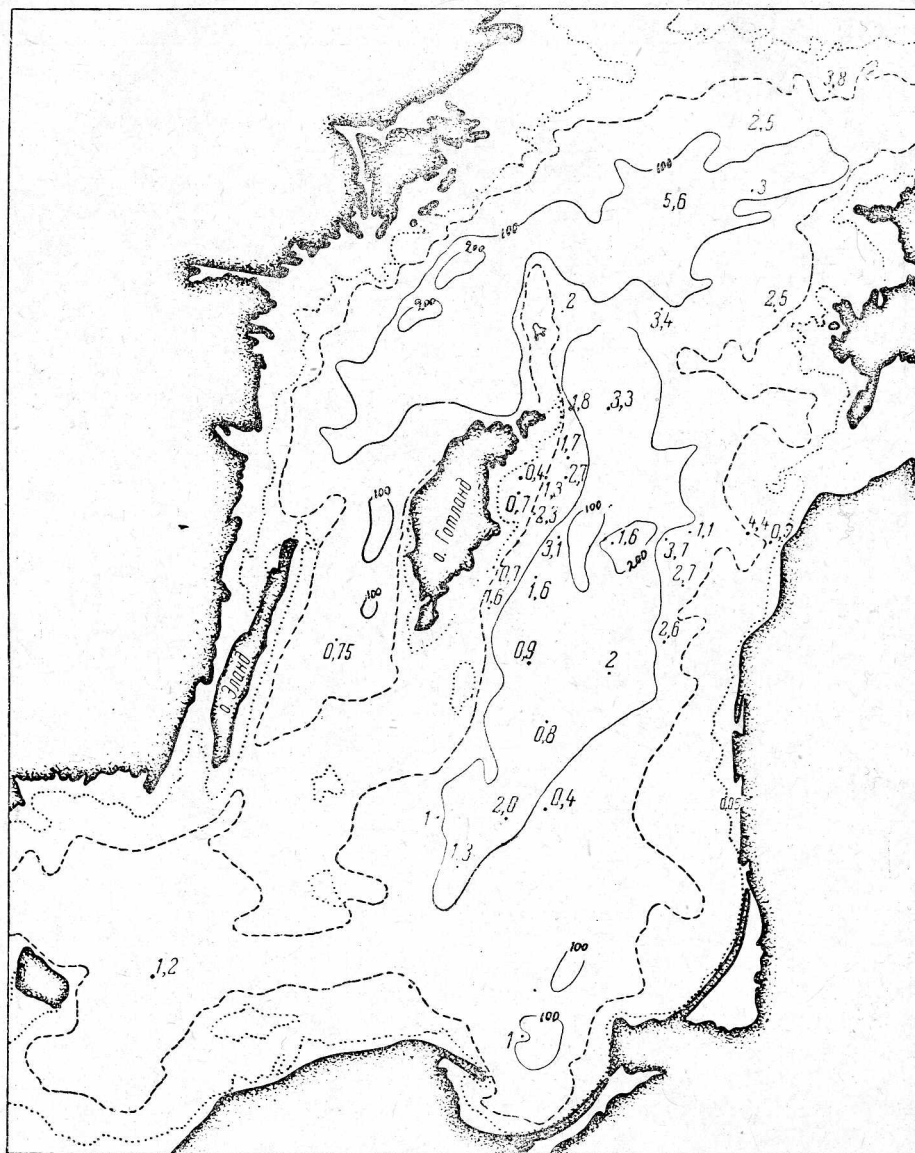


Рис. 5. Отношение каротиноидов к хлорофиллу в осадках Балтийского моря.

ние каротиноидов и хлорофилла колеблется от 1 до 4,8, а содержание каротиноидов составляет от 40,6 до 84 мг/100 г. Общее количество органического углерода в них больше, чем в других слоях указанных станций и колеблется от 4,46 до 4,86%. Это свидетельствует о том, что во времена отложения этих осадков условия накопления органического вещества были более благоприятные, чем в настоящее время.

Материалом для исследования растительных пигментов в осадках Рижского залива послужили пробы грунта, собранные нами в 1962 г. на э/с «Ирбен». Всего было взято 30 проб из верхнего слоя и 5 — из подстилающих слоев. Распределение станций дано на рис. 6. Содержание хлорофилла и каротиноидов приведены в табл. 3 и на рис. 7 и 8, а отношение каротиноидов к хлорофиллу — на рис. 9.

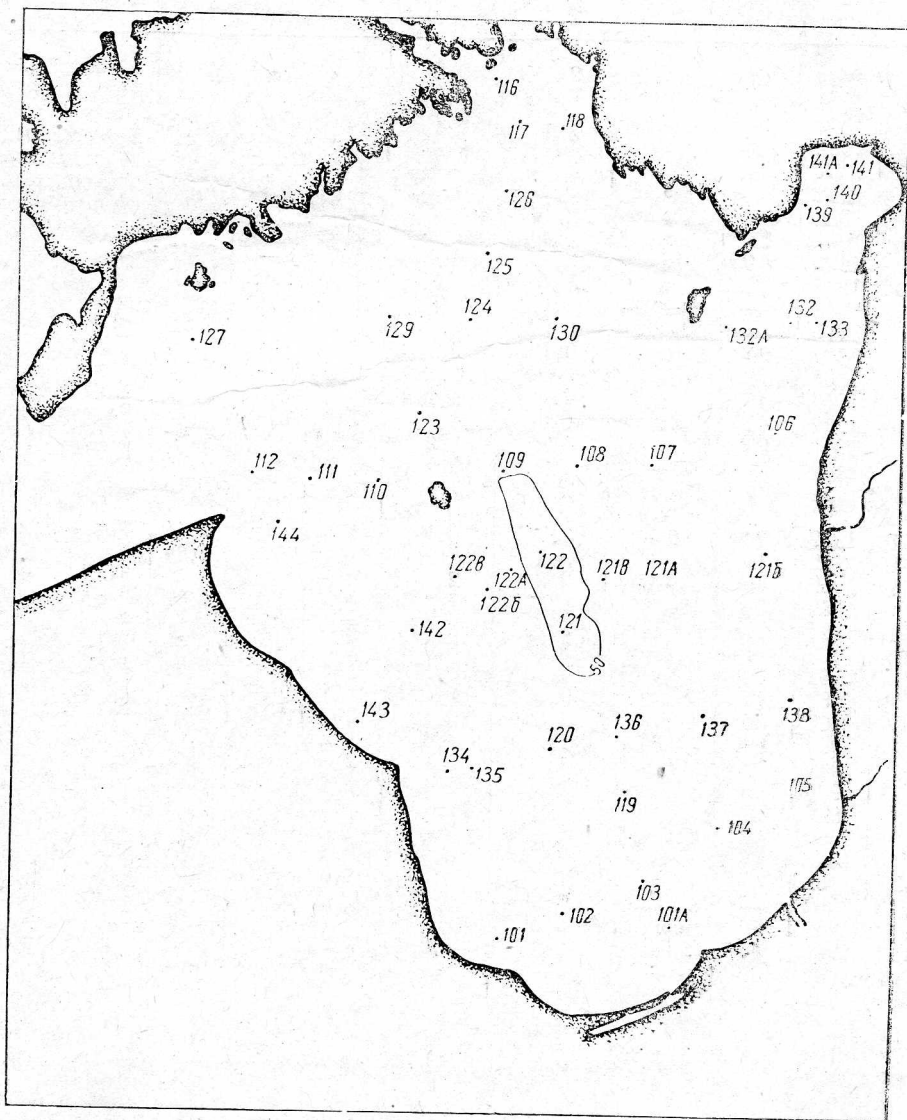


Рис. 6. Карта станций, на которых определялись хлорофилл и каротиноиды в осадках Рижского залива.

Детальное исследование осадков Рижского залива показало, что, так же как и в Балтийском море, мелководные участки залива покрыты грубозернистыми осадками, а наиболее глубоководные участки — илом и глинистым илом. Благодаря тому, что наибольшие глубины Рижского залива не превышают 60 м, придонные слои в большинстве случаев хорошо аэрируются, поэтому в глубоководных впадинах только

Таблица 3

Содержание хлорофилла и каротиноидов в осадках Рижского залива

Номер станции	Год	Глубина, м	Слой, см	Хлорофилл, мг/100 г осадка	Каротиноиды, мг/100 г осадка	Отношение каротиноидов к хлорофиллу	Углерод органический, %	Содержание O ₂ в придонной воде, мл/л	Характеристика грунта
101	1962	30	Верхний	2	0,8	0,4	2,11	6,67	Илистый песок
101A	1962	30	»	7,4	12,3	1,66	—	6,57	Песчанистый ил
102	1962	39	»	1,9	4,7	2,47	—	5,19	Ил
104	1962	40	»	3,2	6,7	2,1	—	4,82	Песчанистый ил
105	1961	28	»	0,82	2,0	2,4	—	6,72	Илистый песок
107	1962	30	»	0,20	0,36	1,8	1,20	7,22	Песчанистый ил
108	1962	34	»	0,67	0,25	0,37	—	4,09	Илистый песок
109	1961	45	»	4,8	5,9	1,24	3,57	—	Ил
110	1962	34	»	2,1	4,4	2,1	—	6,41	»
111	1962	36	»	1,7	2,7	1,5	2,22	7,17	»
111	1962	—	9—20	1,45	2,66	1,8	0,44	—	»
111	1962	—	60—70	6,53	1,60	0,24	0,38	4,50	»
112	1962	29	Верхний	0,15	0,17	1,1	—	4,42	Песок
118	1962	14	»	0,07	0,028	0,4	—	7,32	»
119	1962	45	»	4,4	4,4	1	3,67	7,84	Ил
120	1962	42	»	4,6	4,6	1	3,94	—	Глинистый ил
121	1961	56	»	4,7	8,2	1,74	3,66	—	То же
121	1962	57	0—5	3,6	3,5	0,95	—	4,76	»
121A	1962	42	Средняя проба	7,0	7,6	1	—	5,47	»
121B	1962	29	0—5	3,7	5,1	1,4	—	7,44	Ил
121B	1962	46	0—30	3,5	5,2	1,4	—	5,84	Глинистый ил
121B	1962	46	30—60	0,2	2,0	10	—	—	То же
122	1962	53	2—4	4,8	7,3	4,5	3,93	4,53	»
122B	1962	19	Верхний	2,7	1,7	0,63	—	—	Песок
123	1962	41	»	3,0	3,0	1	0,29	6,67	Ил
124	1962	30	»	0,12	0,13	1	—	7,08	Илистый песок
127	1962	15	»	0,26	0,13	0,5	—	—	То же
134	1961	40	»	2,8	6,4	2,3	1,85	5,95	»
135	1962	44	»	1,3	1,5	1,1	3,58	5,60	Ил
136	1961	42	Нижний	4,7	9,8	2,0	—	—	»
136	1962	46	Верхний	4,2	6,4	1,52	—	5,51	»
138	1962	29	»	—	—	—	—	5,67	»
137	1962	42	Верхний	5,0	7,0	1,4	4,00	6,68	»
140	1962	66	»	0,06	0,03	0,5	0,18	6,40	Песок
142	1962	42	»	2,6	4,16	1,6	—	5,78	Ил
142	1962	—	10—12	1,25	2,36	1,88	—	6,99	»
143	1961	40	Верхний	3,4	—	—	—	4,37	»
143	1962	40	»	3,3	5,8	1,76	—	5,22	»
144	1962	40	—	—	—	—	—	6,84	»

в некоторые годы количество кислорода снижается до 2 мл/л (Горшкова, 1961).

Количество хлорофилла в осадках Рижского залива колеблется от 0,06 до 7,6 мг/100 г (см. рис. 7). Наименьшее количество хлорофилла, так же как и в осадках Балтийского моря, обнаружено в песках в прибрежной зоне. Наибольшее количество найдено в осадках ст. 101A, расположенной против устья р. Даугавы, что, вероятно, связано с обильным выносом растительных остатков реками Даугавой и Лиелупой, а возможно и особенно богатым развитием фитопланктона, обычно наблюдающимся против устьев рек и в других морях (Ястребова, 1938). Повышенные количества хлорофилла обнаружены во всех тонкозернистых осадках, особенно в восточной части залива.

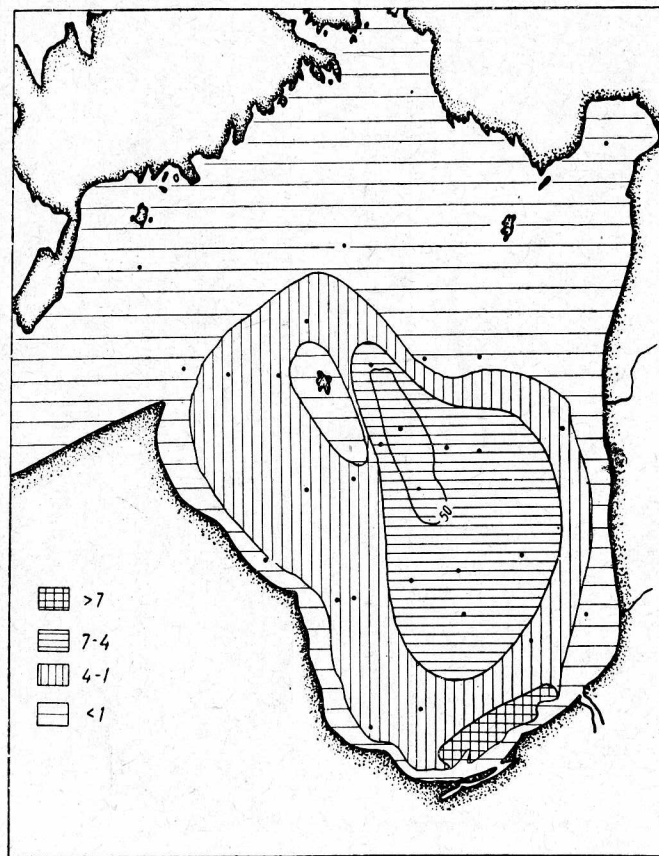


Рис. 7. Содержание хлорофилла в осадках Рижского залива, в мг/100 г осадка.

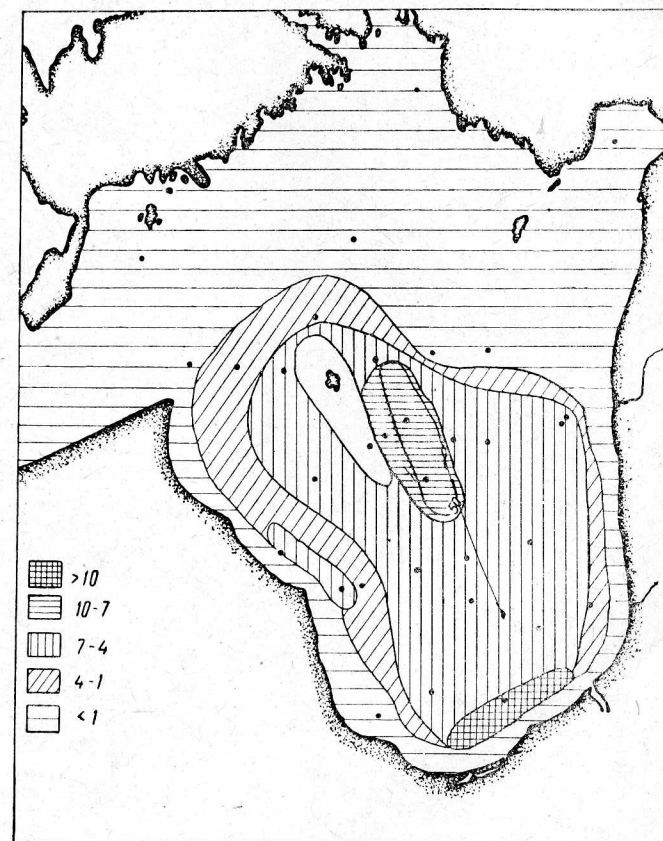


Рис. 8. Содержание каротиноидов в осадках Рижского залива, в мг/100 г осадка.

В подстилающих осадках резкое снижение хлорофилла наблюдается в ледниковых отложениях, например в слое 30—60 см (ст. 121В), представляющем розовую глину.

Каротиноиды в осадках Рижского залива распределяются так же, как и хлорофилл. Наименьшее количество — в песках, а наибольшее — ст. 101А. Значительное количество каротиноидов содержат тонкозерни-

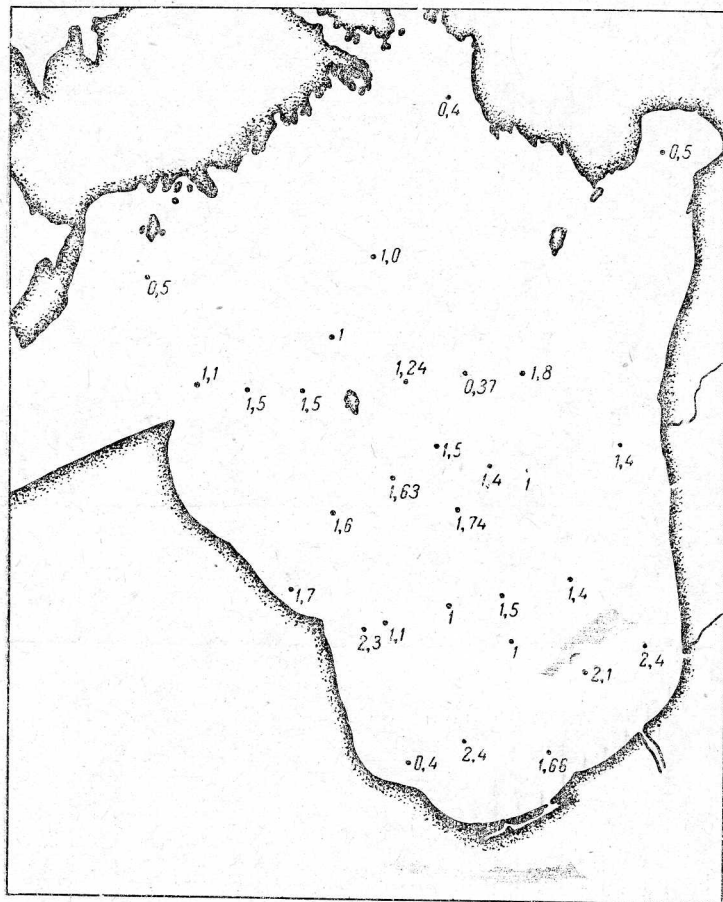


Рис. 9. Отношение каротиноидов к хлорофиллу в осадках Рижского залива.

стые осадки юго-восточной части залива, особенно впадины, обогащенные органическим веществом. Отношение каротиноидов к хлорофиллу в осадках Рижского залива невысокое; в большинстве случаев оно близко к единице, а в песчаных осадках береговых станций значительно меньше 1 (ст. 101, 140, 118). Все это свидетельствует о наличии здесь довольно молодого органического вещества растительного происхождения.

ВЫВОДЫ

1. Водоросли Балтийского моря содержат различное количество окрашенных пигментов. Наибольшее количество хлорофилла и каротиноидов содержат зостера, фукус и сине-зеленые. В фукусе количество

хлорофилла и каротиноидов почти одинаковое, в зостере — почти в 2 раза больше, а в сине-зеленых — больше в 5 раз. По отношению к растворимой части водорослей хлорофилл составляет около 0,6%, а каротиноиды около 0,4%.

2. В осадках Балтийского моря количество хлорофилла в верхнем слое колеблется от 0,1 до 21,5 мг/100 г, а каротиноидов от 0,05 до 31,0 мг/100 г.

Наибольшее количество растительных пигментов обнаружено на глубинах около 100 м. Залегающие здесь осадки по преимуществу глинистые илы черного цвета с запахом H_2S . Количество кислорода временами снижается до 0.

3. В осадках Рижского залива количество хлорофилла колеблется от 0,06 до 7,4, а каротиноидов от 0,02 до 12,3 мг/100 г. Как и в осадках Балтийского моря, здесь наблюдается прямая зависимость от общего количества органического вещества в осадках.

В подстилающих слоях наблюдается также прямая зависимость между растительными пигментами и количеством органического вещества, независимо от глубины залегания.

4. Накопление растительных пигментов в осадках Балтийского моря и Рижского залива зависит от рельефа дна, расстояния до берега, глубины залегания осадков и газового режима придонного слоя.

5. Так как Балтийское море имеет богатую донную растительность, а глубоководные впадины в придонном слое имеют большой дефицит кислорода, то осадки этого водоема характеризуются повышенным содержанием растительных пигментов.

ЛИТЕРАТУРА

- Годнев Т. Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Изд-во АН БССР, Минск, 1952.
- Горшкова Т. И. Осадки Балтийского моря. Тр. ВНИРО. Т. XLII, Пищепромиздат, 1960.
- Горшкова Т. И. Осадки Рижского залива. Тр. НИИРХ СНХ Латв. ССР. Рига, 1961.
- Горшкова Т. И. Органическое вещество осадков Балтийского моря. Тр. ВНИРО. Т. XLVI, Пищепромиздат, 1962.
- Горюнова С. В. Некоторые закономерности развития и распада планктонных форм водорослей в дальневосточных водах. Тр. Океаногр. комиссии АН СССР, 3, 1958.
- Кленова М. В. и Ястребова Л. А. Хлорофилл в осадках как показатель газового режима бассейна. Тр. ВНИРО. Т. VI, М., 1938.
- Кутюрин В. М., Лисицын А. П. Растительные пигменты во взвеси и донных осадках Индийского океана. Сообщение 1. Растительные пигменты во взвеси. Океанологические исследования, X раздел программы МГГ (океанология) № 3. Изд-во АН СССР, 1961.
- Кутюрин В. М. и Лисицын А. П. Растительные пигменты во взвеси и донных осадках Индийского океана. Сообщение 2. Количественное распределение и качественный состав пигментов во взвеси. Океанологические исследования МГГ № 5. Изд-во АН СССР, 1962.
- Лисицын А. П. Донные отложения Берингова моря. Тр. Ин-та океанологии. Изд-во АН СССР, Т. XXIX, 1959.
- Соскин И. М. и Черновская Е. Н. Общая характеристика изменений гидрологических и гидрохимических условий Балтийского моря за последнее десятилетие. «Океанология» № 3, 1961.
- Раузер-Черноусова Д. М. О количественном определении хлорофилла в современных и ископаемых морских осадках. Бюлл. МОИП. Отдел геологии. Т. VIII, 1930.
- Романкевич Е. А. О составе и распределении растительных пигментов в отложениях северо-западной части Тихого океана к востоку от Камчатки ДАН СССР. Т. 124 № 6, 1959.

- Ястребова Л. А. Хлорофилл в морских осадках. Тр. ВНИРО. Т. V, 1938.
- Шабарова Н. Т. Количественное определение хлорофилла в морских растениях и современных морских осадках. «Биохимия». Т. 19. Вып. 2, 1954.
- K. Banse.—Produktions—biologische Serien—Bestimmungen im Südlichen Teil der Nordsee im März 1955. Kieler Meeresforsch, 12, 1956.
- J. Kreu—Untersuchungen zum Seston Gehalt des Meerwassers Berichte der Deutsch. Wissen. Kommission für Meeresforschung. Bd. XII, H. 4, 27, 1952.
- W. L. Orr, L. O. Emery, J. R. Grady — Preservation of derivatives in chlorophyll. Sediments of Southern California. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol. 42. N 5, 925, 1958.
-