



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ
ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН



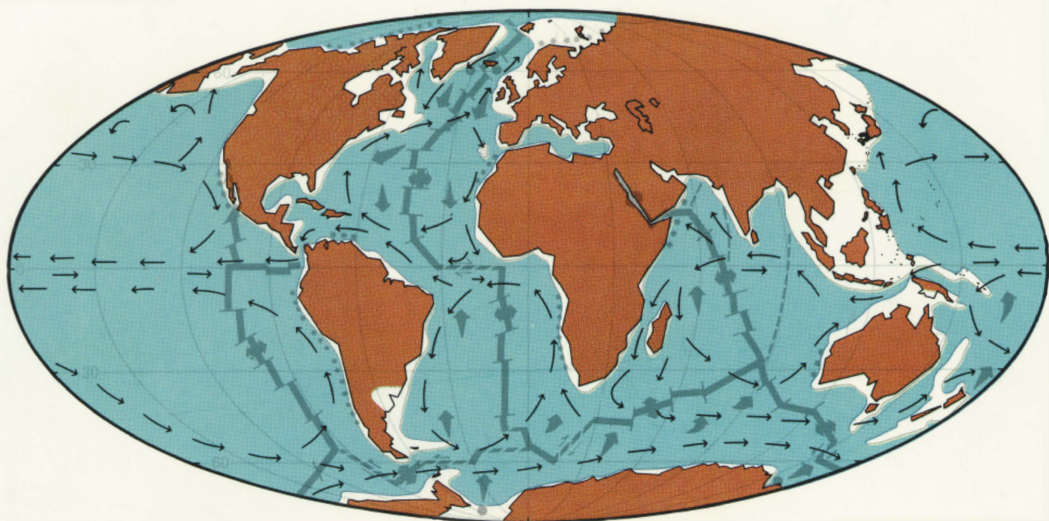
Материалы
XXII
Международной
научной
конференции
(Школы)
по морской
геологии

Москва

2017

ГЕОЛОГИЯ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Том III



*РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН*

**ГЕОЛОГИЯ
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

**Материалы XXII Международной научной конференции
(Школы) по морской геологии**

Москва, 20–24 ноября 2017 г.

Том III

**GEOLOGY
OF SEAS AND OCEANS**

**Proceedings of XXII International Conference on Marine
Geology**

Moscow, November 20–24, 2017

Volume III

Москва / Moscow
ИО РАН / IO RAS
2017

ББК 26.221
Г35
УДК 551.35

Геология морей и океанов: Материалы XXII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. – М.: ИО РАН, 2017. – 352 с.

В настоящем издании представлены доклады морских геологов, геофизиков, геохимиков и других специалистов на XXII Международной научной конференции (Школе) по морской геологии, опубликованные в пяти томах.

В томе III рассмотрены проблемы изучения рассеянного осадочного вещества геосфер, а также исследований по проблемам «Система Белого моря» и «Система Каспийского и Аральского морей».

Материалы опубликованы при поддержке издательства ГЕОС.

Ответственный редактор
Академик А.П. Лисицын

Редакторы к.г.-м.н. Н.В. Политова, к.г.-м.н. В.П. Шевченко

Geology of seas and oceans: Proceedings of XXII International Conference on Marine Geology. Vol. III. – Moscow: IO RAS, 2017. – 352 pp.

The reports of marine geologists, geophysicists, geochemists and other specialists of marine science at XXII International Conference on Marine Geology in Moscow are published in five volumes.

Volume III includes reports devoted to the problems of investigations of dispersed sedimentary matter in geospheres, and the investigations on problems “White Sea system” and “Caspian and Aral seas system”.

Chief Editor
Academician A.P. Lisitzin
Editors Dr. N.V. Politova, Dr. V.P. Shevchenko

ISBN 978-5-89118-758-0
ББК 26.221

© ИО РАН 2017

**Быкова Е.А., Лабунская Е.А., Краснова Е.Д., Воронов Д.А.,
Капацинская А.А., Шушкевич Ю.И., Тюрина Т.М.,
Чергинцев Д.А., Подолян А.О.**

(Кафедра физиологии растений, Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, e-mail: t.tanuhime@gmail.com)

**Метод тонкослойной хроматографии в анализе
пигментного состава планктонных водорослей,
формирующих окрашенные слои в меромиктических
озерах акватории Белого моря**

**Bykova E.A., Labunskaya E.A., Krasnova E.D., Voronov D.A.,
Karapatsinskaya A.A., Shushkevich U.I., Tyurina T.M.,
Chergintsev D.A., Podolyan A.O.**

(Plant physiology department, Biological faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow)

**The thin layer chromatography method in analyses of pigment
composition in planktonic algae, forming colored layers in
meromictic lakes of the White Sea aquatory**

Ключевые слова: меромиктические озера, криптофитовые водоросли, тонкослойная хроматография, пигменты, Белое море

Меромиктические озера характеризуются высокой степенью стратификации, что создает особые условия для развития планктонных водорослей. В этой работе нами были исследованы меромиктические озера Белого моря. В ходе работы получилось проработать методику тонкослойной хроматографии для разделения пигментов планктонных фотосинтезирующих организмов и выявить принципиальные различия между исследуемыми водоемами.

Введение

Меромиктические озера Белого моря – уникальные экосистемы, характеризующихся сильной стратификацией, с большим содержанием сероводорода в отдельных слоях. Такие условия могут влиять на пигментный состав определенных групп организмов.

Rhodomonas (syn. *Cryptomonas*) – одноклеточная водоросль с монадным таломом из класса Криптофитовые (*Cryptophyceae*). В клетках находятся один или два четырехмембранных хлоропласта, полученные вследствие вторичного эндосимбиоза с красной водорослью (*Rhodophyta*). В пластидах содержатся хлорофиллы *a* и *c₂*, а также фикозерин, который сконцентрирован в люмене тилакоида. Из наиболее распространенных каротиноидов диатоксантин, также содержатся α - и β -каротины, диадиноксантин, фукоксантин, крококсантин, монадоксантин, аллоксантин, и др.

Пурпурные несерные бактерии, включенные в семейство Rhodospirillaceae используют энергию света для создания протонного градиента и не используют доноров электронов. Основные пигменты – бактериохлорофиллы *a* и *b*. Из каротиноидов встречаются 1,2-дигидронейроспорен, сфероидин, ликопен, родопсин, спириллоксантин, β -каротин и др. [Такаичи, 1999].

Зеленые серные бактерии являются облигатными анаэробами и также используют аноксигенный фотосинтез, но они, в отличие от пурпурных, способны к нециклическому фотосинтезу, где роль донора электронов выполняет сероводород, окисляемый в ходе реакции до элементарной серы и сульфата. Помимо основного бактериохлорофилла *a*, присутствуют также *b*, *c*, *d* или *e*, хлорофилл *a*. Зеленые серные бактерии бывают зелено- и буроокрашенные. Клетки с зеленой окраской синтезируют хлорофилл *c* или *d* и содержат моноциклические каротиноиды, в основном хлоробактин (максимум поглощения 400-500 нм), представители с бурой окраской содержат бактериофхорофилл *e* и выделяют дициклические каротиноид. В первую очередь изорениератин и β -изорениератин [Frigaard, 2006]. Было отмечено, что буроокрашенные серные бактерии содержат больше каротиноидов и могут жить в условиях с минимальной освещенностью, в то время как зеленоокрашенные обитают в более-менее прозрачных водоемах [Genina, Derbovet all., 2015].

Целью нашей работы была отработка метода тонкослойной хроматографии (ТСХ) для разделения пигментов фотосинтезирующих организмов четырех меромиктических озер Кандалакшского залива (о. Кисло-Сладкое, о. Еловое, о. Трехцветное, Лагуна на Зеленем мысе).

Результаты и обсуждение

Всего нами было исследовано 4 меромиктических озера, каждое из которых стратифицировано по-своему, из-за этого фотосинтезирующие организмы обитают на разных глубинах, поэтому образцы отбирались насосом. После этого пробы концентрировались методом центрифугирования, а большие объемы проб фильтровались через обеззоленный бумажный фильтр с помощью вакуумного насоса. Экстракция пигментов проводилась в 100%-ом ацетоне, экстракты хранились в темном бюксе в холодильнике. Экстракт наносили стеклянным капилляром на силуфоловую пластинку, после пластинка помещали в хроматографическую камеру. Было опробовано 5 типов хроматографических смесей, наиболее удачное соотношение полярный-неполярный растворитель – 2.5 ацетон : 7.5 гексан. При разделении в такой смеси получается до 9 пятен, для которых высчитывали R_f , в дальнейшем необходимое для идентификации пятен. Для проведения спектрального анализа получали концентрированную вытяжку пигментов, соответствующую каждому пятну. Результаты заносились в таблицу (максимумы поглощения и значения оптической плотности D), сравнивались с литературными данными.

При сравнении зелёно- и коричневоокрашенных зеленых серных бактерий у коричневоокрашенных на хроматограмме было обнаружено пятно, которое по R_f можно идентифицировать как соответствующее ксантофиллам, тогда как у зеленоокрашенных бактерий этого пятна нет.

При сравнении хроматограмм *Rhodomonas* из о. Кисло-Сладкое и Лагуны на Зеленом мысе были выявлены пигменты, не характерные для данного организма. В частности, хлорофилл *b*, который входит в фотосинтетический аппарат зеленых водорослей, эвгленовых или циано-бактерий. Также, на хроматограмме *Rhodomonas* с Зеленого мыса было обнаружено пятно бактериохлорофилла, который не свойственен криптофитовой водоросли. В итоге мы пришли к выводу о том, что в каждый слой может иметь сложный состав организмов. В связи с этим, не все измеренные максимумы совпали с литературными данными. К тому же, методика была опробована впервые и требует дальнейших доработок.

Таблица. Экспериментальные данные. Максимумы поглощения пигментов (сокр.: BPhе — бактериофеофитин, BChl — бактериохлорофилл)

Название пробы	№ п.	R_f	D (nm)	Растворитель	Предполагаемый пигмент	
Зеленые серные бактерии (коричнево-окрашенные) Еловое оз. глубина 2.9	1	1	425	этанол		
	2	0.398		этанол	BPhе	
	3	0.363			BPhе	
	5	0.318	441, 656	ацетон	Изорениератин	
	6	0.265	406, 602	ацетон	BChl	
	8	0.23		этанол	BChl	
	9	0.177	445, 659–660			
	<i>Rhodomonas</i> Кисло-сладкое оз. глубина 3.8	1	1	448, 658	этанол	β -каротин
		2	0.96	418, 432, 664	этанол	
3		0.5		ацетон	Феофитин <i>a</i>	
4		0.46	407, 656	ацетон	Феофитин <i>b</i>	
5		0.4			Ксантофилл	
6		0.32			Хлорофилл <i>a</i>	
7		0.28		ацетон	Хлорофилл <i>b</i>	
8		0.24	446, 659	этанол	Ксантофиллы, хлорофилл <i>b</i>	
8'		0.18			Ксантофиллы, хлорофилл <i>b</i>	
9	0.07			Хлорофилл c_2		
<i>Rhodomonas</i> , пурпурные Лагуна на Зеленом мысе глубина 5.1	1	1	420	ацетон		
	2	0.38	419, 441, 658	ацетон		
	3	0.34	414, 458	ацетон	Ксантофилл	
	4	0.29	441, 657	ацетон	Хлорофилл <i>a</i>	
	5	0.19	428, 579, 654,	ацетон	BChl	
	6	0.16	696			

<i>Rhodomonas</i> , пурпурные Лагуна на Зеленом мысе глубина 5.6	1	1	420	ацетон	
	2	0.25	441, 658	ацетон	Хлорофилл <i>a</i>
	3	0.19		ацетон	
	4	0.133	441, 656	ацетон	Хлорофилл <i>a</i>
Зеленые серные (зелено- окрашенные) Трехцветное оз. глубина 2.0	1	1	426, 460	ацетон	Хлоробактин
	2	0.443			ВPhe
	3	0.406	407, 652.5	ацетон	ВPhe
	4	0.255	406, 649	ацетон	ВChl <i>d</i>
	5	0.217	407, 649	ацетон	ВChl <i>d</i>

Meromictic lakes display strong water stratification and thus it creates specific environmental conditions for algal growth. In this study we explored meromictic lakes of the White Sea in order to describe their water ecosystems. We managed to work out the method of TLC for planktonic photosynthetic organisms and reveal some principal variations among different algal communities in these lakes.