

Министерство образования и науки Российской Федерации
Дальневосточный федеральный университет

**МОРСКИЕ ВОДОРОСЛИ
ПРИБРЕЖЬЯ ПРИМОРЬЯ
(ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Учебное пособие

Учебное электронное издание

Владивосток



2017

© Пржеменецкая (Макиенко) В.Ф., Шапошникова Т.В.,
Кулепанов В.Н., Аминина Н.М., 2017

ISBN 978-5-7444-4177-7

УДК 582.261/.279
ББК 28.591

Авторский коллектив:

В.Ф. Пржеменецкая (Макиенко), Т.В. Шапошникова, В.Н. Кулепанов, Н.М. Аминина

Главный редактор

А.В. Адрианов, академик РАН, д-р биол. наук, проф.,
директор Национального научного центра морской биологии ДВО РАН.

Рецензенты:

Н.К. Христофорова, д-р биол. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ;

В.Е. Васьковский, д-р биол. наук, член-кор. РАН РФ, заслуженный деятель науки РФ

Морские водоросли побережья Приморья (Японское море) [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Пржеменецкая (Макиенко), Т.В. Шапошникова, В.Н. Кулепанов, Н.М. Аминина ; [гл. ред. А.В. Адрианов]. – Электрон. дан. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – Электрон. дан. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/science/publishing-activities/catalogue-of-books-fefu/>. – Загл. с экр. – ISBN 978-5-7444-4177-7.

В пособии показана общая картина многообразия мира водорослей, дана разносторонняя характеристика 112 видов водорослей-макрофитов (зеленых, бурых, красных), наиболее часто встречаемых у российских берегов Японского моря. Описание каждого вида предлагается по схеме: латинское и русское название водоросли, ее ареал, анатомо-морфологическая структура слоевища, сроки и способы размножения, циклы развития, экологические условия обитания, места распространения и расселения у берегов Приморья, практическое использование. Представлена история изучения и освоения водорослей российского Дальнего Востока с середины XIX века, приведены биологические типы местобитаний и их фитогеографические зоны, дан обзор работ по использованию морских водорослей, а также показано их значение для природы и хозяйственной деятельности человека. Кроме того, в книге содержится информация о гербариях водорослей-макрофитов ведущих морских институтов разных стран и о состоянии гербарного дела в России. Помимо этого, представлены специфические методы и способы изготовления гербария водорослей, их идентификации и способы хранения материала. Текст иллюстрирован цветными фотографиями водорослей, сделанными в природе и при их изучении в лабораториях, а также рисунками, выполненными российскими и зарубежными авторами.

Предназначено для биологов, экологов, специалистов по марикультуре – бакалавров, магистров, аспирантов, молодых ученых, а также школьников и всех тех, кто интересуется многообразным и удивительным миром морских водорослей.

The present book is a scientific publication and at the same time a handbook containing general information on the diversity of algae as well as detailed characteristics of 112 species of green, brown and red macrophytic algae that are most frequently met at the Russian coasts of the Sea of Japan. A brief history of studies and use of seaweeds of the Russian Far East since the middle of the 19-th century is presented. The description of each species is given according to the following scheme: Latin and Russian name, area, anatomic and morphological structure of the thallus, period and mode of reproduction, life cycles, ecological conditions of habitats, distribution and dissemination at the coasts of Primorye, bionomical types of the habitats and their phytogeographical zones and also a review on marine algae usage, their significance for the nature and human economic activity. Besides, the book contains information on the Herbaria of macrophytic algae of the leading marine institutions in different countries of the world and on the state of herbaria in Russia. In addition, the readers can take a closer look at the specific methods and ways of preparation of algal herbaria, their identification and material storage.

The text is illustrated by color photographs of algae made in nature and during their examination in the laboratories and also by the drawings made by Russian and foreign authors. The book is aimed at biologists, ecologists, specialists in mariculture, graduate and postgraduate students, young scientists, schoolchildren and all those who are interested in diverse and wonderful world of marine macrophytic algae.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:
процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память 256 МБ,
свободное место на винчестере 335 МБ; Windows (XP; Vista; 7 и т.п.)

Компьютер с доступом к сети Интернет.
Минимальные требования к конфигурации и операционной системе компьютера
определяются требованиями перечисленных выше программных продуктов.

Дальневосточный федеральный университет
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.
Тел./факс: (423) 226-54-43, 265-24-24 (*2383)
E-mail: dvfutip@yandex.ru, editor_dvfu@mail.ru

Размещено на сайте 22.12.2017 г.

Объем 57,30 Мб

© Пржеменецкая (Макиенко) В.Ф., Шапошникова Т.В.,
Кулепанов В.Н., Аминина Н.М., 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Мир водорослей удивительно огромен и своеобразен. Конечно, их видовое разнообразие не идет ни в какое сравнение с миром, например, насекомых, заполонивших Землю, и даже с миром высших растений, господствующих нынче на планете. Тем не менее историческое значение водорослей, их роль в развитии органической жизни Земли несравнима ни с чем. Водоросли являются первым звеном всех пищевых цепей в океане, как пастбищных в верхней сублиторали, так и детритных на остальных глубинах, и поставщиками кислорода в воду и атмосферу. Морские водоросли, кроме того, предоставляют места обитания для многочисленного населения прибрежного мелководья шельфа, где сосредоточено подавляющее количество видов – разнообразных представителей всех царств живых существ Земли. Иными словами, прибрежные заросли – это стол и дом для обитателей водной флоры и фауны – микроорганизмов и цианофитов, простейших и кишечнорастворимых, различных червей и ракообразных, моллюсков и рыб. И даже многие водные млекопитающие обитают и кормятся в прибрежных зарослях водорослей и высших водных растений.

Вместе с тем, период исследования водорослей в мировой науке не столь длителен по сравнению с накоплением информации по высшим растениям. Если говорят о тех или иных растениях, ссылаются на Гиппократ, Теофраста, Галена, Диоскорида (IV век до н.э. – II век н. э.), о водорослях же впервые заговорили чуть более 300 лет тому назад. Естественно, и малый срок их изучения, и скрытость от глаз исследователя водной толщей не позволили к нашему времени составить четкое представление обо всех сторонах их жизни. До сих пор не полностью разгаданы особенности их биологии, морфологии, размножения и циклов развития некоторых видов, что не способствует прояснению таксономического статуса этих водорослей. Поэтому и продолжаются споры фикологов о статусе не только отдельных видов, но и самых крупных таксонов – отделов и царств.

Предлагаемая книга представляет собой учебное пособие, в котором рассматривается общая картина многообразия мира водорослей и дается разностороннее описание видов водорослей-макрофитов, наиболее часто встречаемых у российских берегов южной части Японского моря (рис. 1, 2). Прибрежье Приморья отличается богатым видовым разнообразием, здесь обитают представители как арктических и субарктических, так и бореально-тропических и субтропических фитогеографических зон.

Структура пособия сформирована по типу опубликованных еще в конце прошлого века книг, посвященных лекарственным растениям ("Magic and Medicine of Plants", 1986; «Природа – наш доктор» (Заупе, 1994) и некоторых других).

АННОТАЦИЯ

Предлагаемая книга представляет собой научное и одновременно учебное пособие, в котором приводится, как общая картина многообразия мира водорослей, так и разносторонняя характеристика 112 видов водорослей-макрофитов (зеленых, бурых, красных), наиболее часто встречаемых у российских берегов Японского моря. Описание каждого вида предлагается по схеме: латинское и русское название водоросли, ее ареал, анатомо-морфологическая структура слоевища, указываются сроки и способы размножения, циклы развития, экологические условия обитания, распространение и расселение у берегов Приморья, практическое использование.

Представлена история изучения и освоения водорослей российского Дальнего Востока с середины 19 века, приводятся биономические типы местообитаний и их фитогеографические зоны, дается обзор работ по использованию морских водорослей, а также их значение для природы и хозяйственной деятельности человека. Кроме того, в книге содержится информация о Гербариях водорослей-макрофитов ведущих морских институтов разных стран и о состоянии гербарного дела в России. Помимо этого, читатели могут ознакомиться со специфическими методами и способами изготовления гербария водорослей, их идентификации и хранении материала. Текст иллюстрирован цветными фотографиями водорослей, сделанными в природе и при их изучении в лабораториях, а также рисунками, выполненными российскими и зарубежными авторами.

Книга предназначена для биологов, экологов, специалистов по марикультуре – бакалавров, магистров, аспирантов, молодых ученых, а также школьников и всех тех, кто интересуется многообразным и удивительным миром морских водорослей.

ANNOTATION

The present book is a scientific publication and at the same time a handbook containing general information on the diversity of algae as well as detailed characteristics of 112 species of green, brown and red macrophytic algae that are most frequently met at the Russian coasts of the Sea of Japan. A brief history of studies and use of seaweeds of the Russian Far East since the middle of the 19-th century is presented. The description of each species is given according to the following scheme: Latin and Russian name, area, anatomic and morphological structure of the thallus, period and mode of reproduction, life cycles, ecological conditions of habitats, distribution and dissemination at the coasts of Primorye, bionomical types of the habitats and their phytogeographical zones and also a review on marine algae usage, their significance for the nature and human economic activity.

Besides, the book contains information on the Herbaria of macrophytic algae of the leading marine institutions in different countries of the world and on the state of herbaria in Russia. In addition, the readers can take a closer look at the specific methods and ways of preparation of algal herbaria, their identification and material storage.

The text is illustrated by color photographs of algae made in nature and during their examination in the laboratories and also by the drawings made by Russian and foreign authors. The book is aimed at biologists, ecologists, specialists in mariculture, graduate and postgraduate students, young scientists, schoolchildren and all those who are interested in diverse and wonderful world of marine macrophytic algae.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
КРАТКИЙ ОБЗОР СОДЕРЖАНИЯ ГЛАВ	9
ГЛАВА 1. МОРСКИЕ ВОДОРОСЛИ - МАКРОФИТЫ	11
Что такое водоросли?	11
Строение, размножение и циклы развития водорослей	11
Образ жизни, распространение и расселение водорослей	18
Классификация, систематика, таксономия, номенклатура	21
ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ	
 РЕСУРСОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ	24
ГЛАВА 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ, РАССЕЛЕНИЕ И АРЕАЛЫ ДАЛЬНЕ-	
 ВОСТОЧНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ - МАКРОФИТОВ	39
ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ	50
Химический состав и биологическая активность водорослей	51
Использование водорослей в пищевой промышленности, медицине и других	
областях	59
ГЛАВА 5. ГЕРБАРИИ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ.....	71
Гербарии морских водорослей Мира	71
Российские коллекции морских водорослей	73
Методы сбора, первичной обработки и изготовления гербария водорослей-	
макрофитов	76
Хранение информации	88
ГЛАВА 6. ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYTA)	97
ГЛАВА 7. БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ (PHAEOPHYTA)	139
ГЛАВА 8. КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ ИЛИ БАГРЯНКИ (RHODOPHYTA)	221
СЛОВАРЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕРМИНОВ	357
УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ ВОДОРОСЛЕЙ	369
УКАЗАТЕЛЬ РУССКИХ НАЗВАНИЙ ВОДОРОСЛЕЙ	372

Рис. 1



Рис. 1. Побережье Приморья от залива Петра Великого до Татарского пролива, Японское море.



Рис. 2. Залив Петра Великого (залив Посыета - м. Поворотный), Японское море.

КРАТКИЙ ОБЗОР СОДЕРЖАНИЯ ГЛАВ

В 1 главе дается информация о том, что такое водоросли, об их строении, размножении и циклах развития. Читатели знакомятся с разнообразием жизни водорослей. Приводятся понятия классификации, систематики, таксономии и номенклатуры водорослей.

Глава 2 посвящена истории изучения водорослей у российских берегов Дальнего Востока, начиная с середины 19 века, а также истории промысла и попыток культивирования промысловых видов.

Глава 3 затрагивает вопросы распространения и особенностей расселения водорослей в зависимости от условий среды. Приводятся ареалы, биономические типы местообитаний водорослей, фитогеографические зоны.

Глава 4 повествует об использовании морских водорослей, их практическом значении для человека и применении в качестве пищевого сырья и лекарственных средств.

В главе 5 рассказывается о Гербариях водорослей-макрофитов ведущих морских институтов Мира, о состоянии гербарного дела в России, о методах и способах изготовления гербария, о специфике приемов при изготовлении водорослевого гербария.

6, 7, 8 главы посвящены описанию зеленых (17 видов), бурых (34 вида) и красных (61 вид) водорослей по схеме: ареал, латинское и русское названия вида, морфология слоевища, сроки и способы размножения, циклы развития, условия произрастания, распространение и расселение, практическое использование.

В своих таксономических трактовках мы придерживаемся взглядов К.Л. Виноградовой (зеленые), Л.П. Перестенко (красные), Ю.Е. Петрова (бурые), О.Н. Селивановой (зеленые, красные, бурые) и некоторых других отечественных ученых.

Современная номенклатура водорослей и их систематика в последние десятилетия претерпевают серьезные изменения, которые отражены в Базе данных (<http://www.algaebase.org>) и продолжают постоянно обновляться, что не позволяет полностью использовать эти данные в учебных целях, так как учебное пособие должно основываться на устоявшихся проверенных данных. В основу рассуждения о распространении и расселении водорослей положена точка зрения А. Д. Зиновой, предложенная ею в начале 60-х годов 20 века. В конце каждой главы приводится список использованной литературы.

В Высших учебных заведениях и Школах эколого-биологического направления предусматривается обязательное проведение летних полевых работ, где студенты обучаются не только правильному сбору и сохранению живого материала, но и первичной обработке и идентификации видов. В случае с водорослями-макрофитами – это работа, базирующаяся на учете морфологических признаков, цвета, консистенции, различных образований и выростов на слоевищах. Поэтому в пособии по фикологии должны быть кропотливо учтены все малейшие признаки, по которым возможно отличить один вид от другого.

Главная задача книги – воспитывать студентов-бакалавров, магистров, аспирантов и молодых ученых чувствовать и понимать живую природу. Этой книгой мы надеемся привлечь к **фикологии** (науке о водорослях) молодые таланты, которые с энтузиазмом принялись бы искать решения насущных задач, от которых будет зависеть будущее науки о водорослях.

В основу работы положены гербарные материалы, собранные в течение 20 века и хранящиеся в настоящее время, главным образом, в гербариях и музеях ТИНРО-Центр (г. Владивосток) и Ботанического Института РАН (г. Санкт-Петербург). В книге использованы оригинальные рисунки и фотографии водорослей, выполненные авторами учебного пособия, а также рисунки зарубежных авторов (F. Oltmanns, G. M. Smith, S. Segawa, H. Kylin, F. E. Fritsch, E. Y. Dawson), ставшие в наше время классическими.

Авторы приносят благодарность студентам кафедры экологии за участие в сборе материала, а также А. А. Дуленину, А. В. Ратникову и другим исследователям за предоставленные фотографии водорослей в естественной среде обитания.

ГЛАВА 1. МОРСКИЕ ВОДОРΟΣЛИ – МАКРОФИТЫ

ЧТО ТАКОЕ ВОДОРΟΣЛИ?

Казалось бы, ответ на это вопрос заключен уже в самом вопросе: водоросли – значит *растущие в воде*. На самом деле это совершенно не так! С одной стороны, в воде обитают далеко не только водоросли, здесь встречаются и грибы, и папоротники, и множество высших цветковых растений, как пресноводных, так и морских: встречаются и полностью погруженные (*элодея, валиснерия, zostera, филлоспадикс*), и плавающие на поверхности (*ряска, кувшинка, лотос*), и такие, которые "ногами" стоят в воде, а "голову" держат под солнцем (*рогоз, частуха* и многие другие). С другой стороны, настоящие водоросли встречаются не только в воде, их можно встретить на почве и в почве, в лесу – на камнях, коре деревьев, в поселениях человека – на стенах домов, срубах колодцев, на тротуарах и заборах – во всех влажных местообитаниях. Известны они и как компонент симбиотических организмов – *лишайников*.

Таким образом, определить однозначно, что такое водоросли, не просто. Ответ звучит так: **водоросли – это своеобразная группа фотосинтезирующих растений от микроскопических одноклеточных до гигантских многоклеточных, которые обитают преимущественно в воде, не имеют расчленения на органы (стебли, листья, корни) и размножаются гаметам и спорами.**

СТРОЕНИЕ, РАЗМНОЖЕНИЕ И ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Тело водорослей носит название **слоевище** или **таллом**. Слоевище высших бурых водорослей условно подразделяют на **пластину**, **стволик** (черешок или стебелек) (рис. 3), органы прикрепления (**подошва, ризоиды, столоны**) (рис. 4) и различные листовидные выросты (**филлоиды**).

Размеры и форма тела водорослей удивительно многообразны. Среди них есть одноклеточные микроскопические организмы самых разнообразных форм, и в то же время имеются



Рис. 3. Строение слоевища водоросли – макрофита (*Costaria costata*). 1 – пластина (с ребрами, перфорациями и буллями), 2 – месторасположение интеркалярной (вставочной) зоны роста, 3 – черешок, 4 – ризоиды

гиганты растительного мира, достигающие нескольких десятков метров длины (30-50 м и более). Слоевища водорослей-макрофитов могут быть самой разнообразной формы: нити и шары, пластины и ленты, цилиндры и пузыри, они могут



Рис. 4. Органы прикрепления ламинариевых водорослей. 1 – подошва, 2 – ризоиды, 3 – столы (по: Кавасима, 1993)

быть простыми и разветвленными, с разнообразным типом ветвления – дихотомическим, очередным и т.д. (рис. 5), с различными выростами, так называемыми **пролиферациями** (пролификациями), **папиллами** (рис. 6).

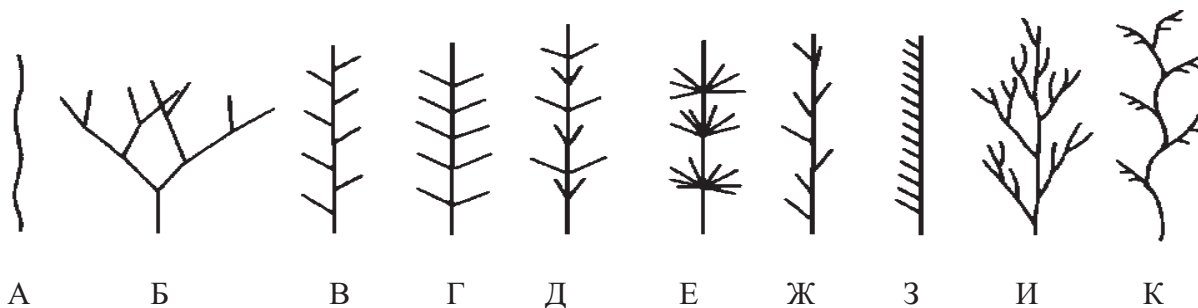


Рис. 5. Различные типы ветвления водорослей – макрофитов (по: Dawson, 1966): А – простой, Б – дихотомический, В – очередной, Г – супротивный, Д – четырехрядный, Е – мутовчатый, Ж – многорядный, З – гребенчатый или односторонний, И – моноподиальный, К – симподиальный

Среди водорослей разных отделов встречается порой поразительное сходство, как в морфологии, так и внутренней структуре таллома. Рост водорослей происходит за счет деления либо всех клеток слоевища – **диффузный** рост, либо специализированных клеток **меристемы** (особой ткани из делящихся клеток), расположенных в различных частях слоевища.



Рис. 6. Выросты на поверхности морских водорослей. 1 – папиллы (*Mastocarpus pacificus*), 2 – пролиферации (*Palmaria stenogona*)

Если деление происходит на вершинке слоевища или его ветвей (**апикальная клетка** или **а. меристема**), рост называется **апикальным** или верхушечным (от *apex* – вершина), если по краю –

краевым, если же зона делящихся клеток расположена узкой поперечной полосой в каком-то определенном месте слоевища, как например, у ламинариевых – между пластиной и черешком или у *анфельции* – по всей длине слоевища, через определенные промежутки, то такой рост называется **интеркалярным** или **вставочным**. Рост слоевищ в толщину происходит в результате деления клеток **меристодермы** – слоя активно делящихся клеток на поверхности коры.

У водорослей имеются все известные в растительном мире типы и способы размножения и большое разнообразие циклов развития. Известны **бесполое, вегетативное** и различные типы **полового** процесса.

Наиболее простым является вегетативное размножение, когда водоросль размножается либо фрагментами слоевищ (*эктокартус*, *грацилярия*), либо образованием дочерних слоевищ на базальном диске (*хондрус*, *фукус*), либо на концах стелющихся столонов (саргассовые), либо специальными образованиями – **вегетативными почками** (*сфацелярия*) (рис. 7).

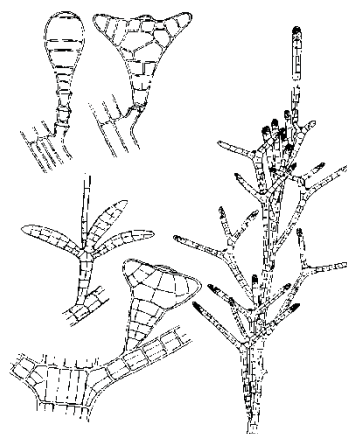
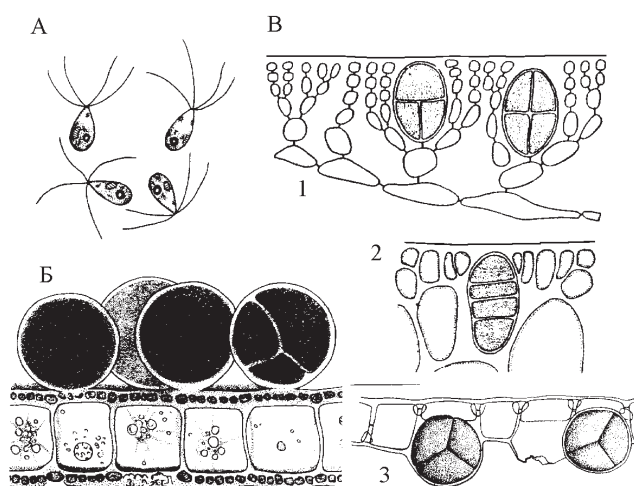


Рис. 7. Вегетативные почки разных видов *сфацелярии* (по Oltmanns, 1922)

Бесполое размножение осуществляется специальными **спорами**, возникающими на материнском диплоидном слоевище (**спорофите**) в результате **мейоза (редукционного деления)**. Они могут иметь жгутики и быть подвижными – это **зооспоры** (зеленые и бурые водоросли) и неподвижными – **моноспоры** и **тетраспоры** (красные водоросли и диктиотовые из бурых) (рис. 8). Такие споры несут гаплоидный набор хромосом и, прорастая, дают начало половой фазе цикла развития –



гаметофиту, на котором в результате митоза возникают мужские и женские органы полового размножения (**антеридии** и **оогонии**), в которых развиваются половые клетки (**гаметы**).

Рис. 8. Споры бесполого размножения. А – зооспоры зеленых водорослей (по: Dawson, 1966), Б – тетрады спор *диктиоты* (по Oltmanns, 1922), В – тетраспоры красных водорослей: 1 – крестообразно поделенные, 2 – зонально поделенные (по: Kylin, 1937), 3 – тетраэдрически поделенные (по: Dawson, 1966)

Половое размножение осуществляется половыми клетками (гаметами), при этом обязательно происходит слияние гамет – оплодотворение. Гаметы, так же как и споры, могут быть подвижными, т.е. снабженными жгутиками (бурые и зеленые водоросли) или неподвижными (красные). Мужские и женские гаметы могут быть равной величины и формы, процесс слияния таких гамет носит название **изогамия**. Если гаметы сходны, но не равны, одна (обычно мужская) маленькая, а другая (женская) крупнее, процесс слияния таких гамет называется **анизогамия** или **гетерогамия**. Если сливаются две совершенно разные гаметы: мужская гамета мелкая и подвижная, а женская – крупная неподвижная яйцеклетка, то процесс слияния таких клеток называется **оогамия**. Красные водоросли обладают совершенно особым типом оплодотворения, который мы называем **родогамия** (*rhodogamia*), когда сливаются две неподвижные гаметы - спермаций и яйцеклетка. Существует еще один своеобразный тип полового процесса – **конъюгация**, при котором происходит слияние двух вегетативных клеток, исполняющих роль гамет (рис. 9).

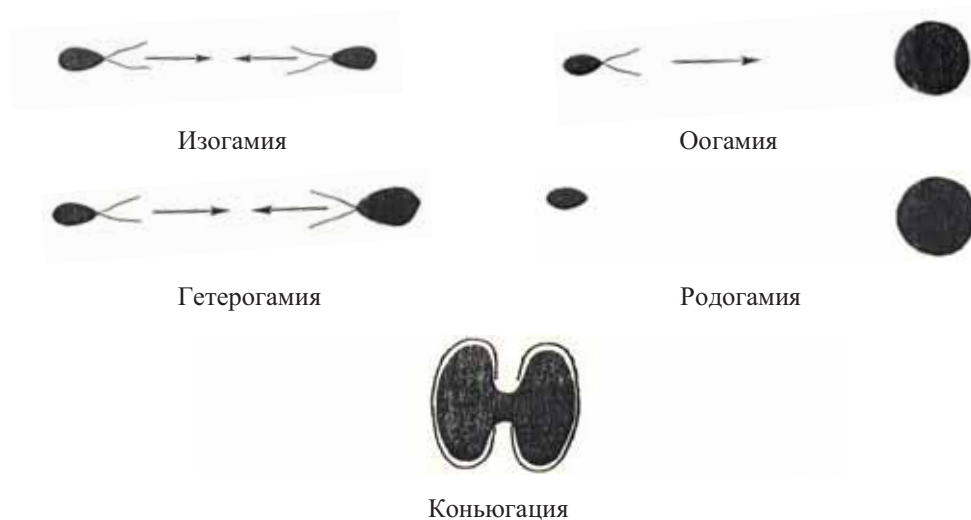


Рис. 9. Различные типы полового процесса у водорослей

В результате оплодотворения получается **зигота**, имеющая диплоидный набор хромосом. Зигота прорастает в новое диплоидное растение – спорофит (бурые или зеленые водоросли). У большинства же красных водорослей, половой процесс крайне сложный: из зиготы после многократных клеточных слияний возникает **карпоспорофит**, представляющий собой третью фазу развития багрянок, многоклеточное образование **цистокарп** (еще одно диплоидное поколение), один или даже несколько в результате всего лишь одной процедуры оплодотворения и существующий на женском гаметофите. Карпоспорофит или цистокарп существует как паразитическая (точнее полупаразитическая) форма, поскольку покровы цистокарпа состоят из пигментированных клеток, т. е. способны к фотосинтезу. В цистокарпе развиваются

диплоидные клетки **карпоспоры** – споры полового размножения, прорастающие в новое диплоидное растение – спорофит.

Многие фикоологи считают цистокарп самостоятельной генерацией. Генерация (Charman, Charman, 1961) – это **"вегетативно развитая фаза жизненного цикла, начинающаяся с прорастания споры или зиготы, и оканчивающаяся гаметогенезом или спорогенезом, или развитием полностью отличной морфологической формы, не обязательно независимой от предшествующей фазы"**. Это определение делает карпоспорофит багрянок отдельной генерацией, третьей фазой развития красных водорослей, которая появляется на женском гаметофите, будучи спорофитной стадией, и ведет паразитический образ жизни. Морфологически багрянки разделяются на моногенические – с одной генерацией в цикле развития, дигенические – с двумя, тригенические – с тремя и полигенические – с более чем тремя генерациями, как, например, у *сперматамниона Турнера*, *плюмариин элегантной*, описанной в 1961 г. в упомянутой выше работе Чепман и Чепман. Более подробно процесс размножения красных водорослей будет рассмотрен в разделе, посвященном багрянкам.

Изучение циклов развития водорослей, особенно красных, это один из наиболее интересных и трудных разделов в фикологии. **Цикл развития** (жизненный цикл, жизненная история, life history) - это процесс развития водоросли от споры до новых таких же спор (Fritsch, 1945; Feldmann, 1952; Chapman, Chapman, 1961; Chichara, 1975; Жизнь растений, 1977; Umezaki, 1977; и др.). Между тем, знание циклов развития водорослей и

условий среды, необходимых для нормального развития каждой из фаз, важны не только для теоретических работ в области фикологии – систематики, таксономии, экологии, биологии. Без знания цикла развития, как это стало ясно сегодня, невозможно решать практические задачи – разработку способов и

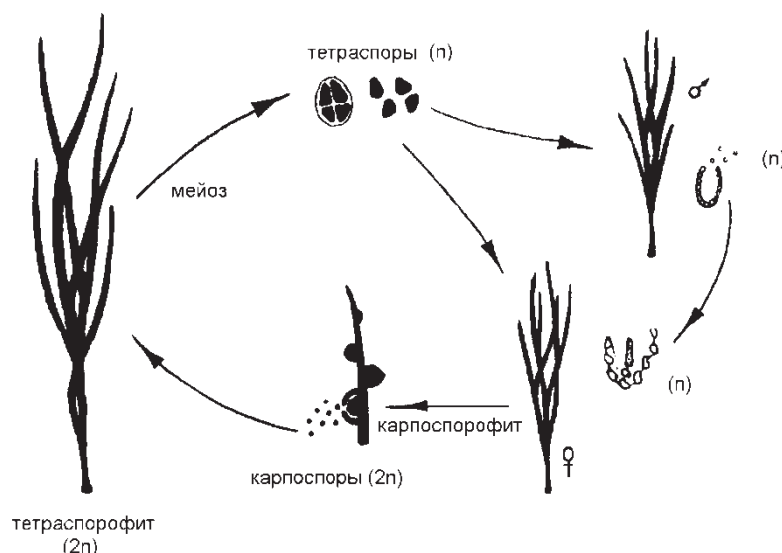


Рис. 10. Изоморфный цикл развития (*грацилярия*)

методов культивирования водорослей и определения сроков промысла без ущерба для воспроизводства.

Водоросли-макрофиты (зеленые, бурые и красные), неоднородные не только по происхождению и эволюционному уровню, но и по структуре, имеют и самые разнообразные циклы развития.

Изо м о р ф н ы й - когда различные генерации - диплоидный спорофит (бесполовая фаза развития, дающая зооспоры) и гаплоидный гаметофит (половая стадия развития, дающая гаметы) по внешнему виду (форме, цвету, размерам) не различимы (*диктиота*, *грацилярия*, *хондрус*) (рис. 10).

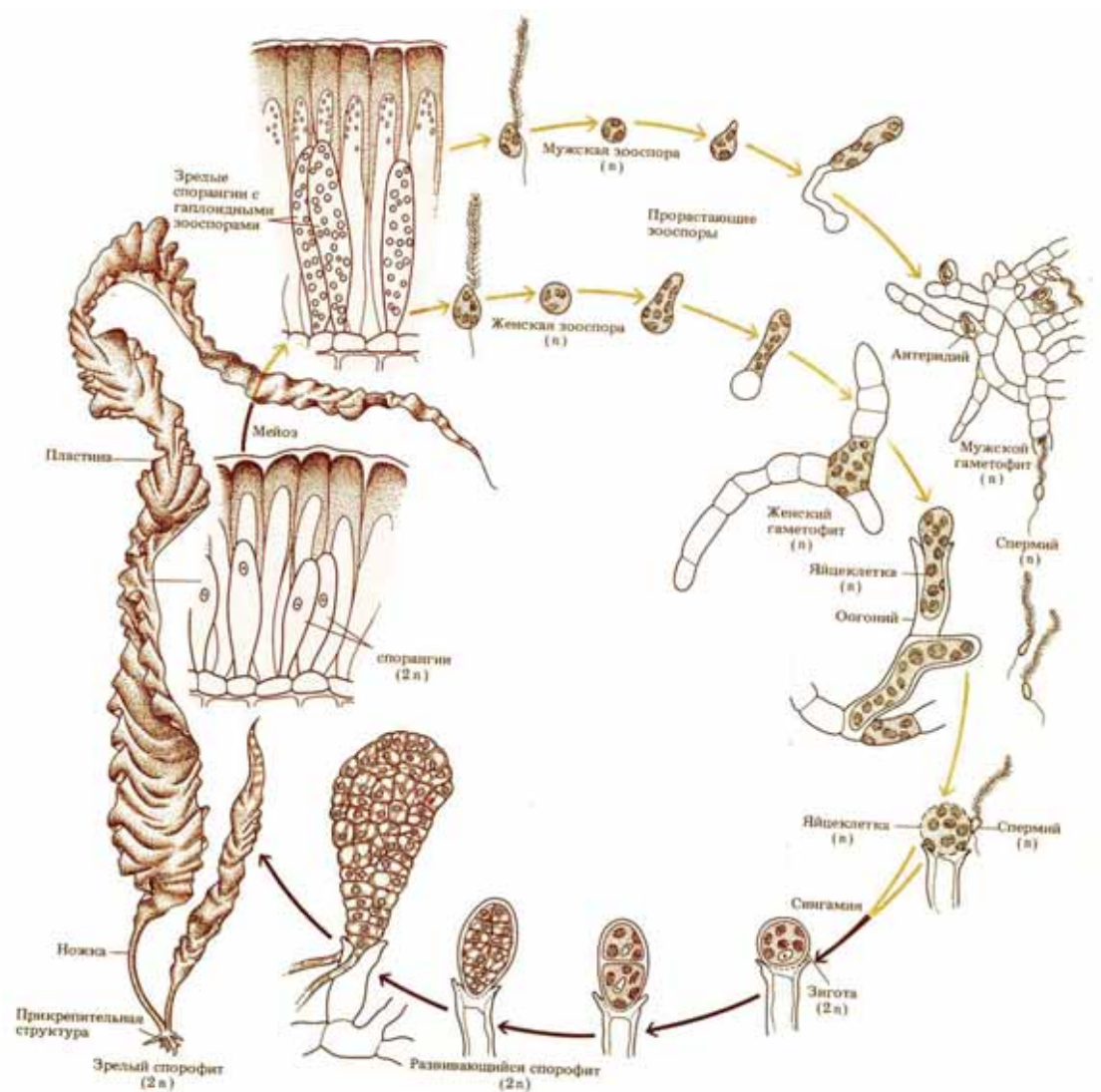


Рис. 11. Гетероморфный цикл развития (*ламинария*) (по: Современная ботаника, 1990, Т. 1)

Водоросли с гетероморфным циклом развития показывают значительные различия в форме и величине двух генераций: спорофита и гаметофита. Иногда одна фаза представлена микроскопическим слоевищем, в то время как другая — слоевищем, достигающим нескольких метров длины. Например, ламинариевые имеют микроскопический гаметофит, состоящий из нескольких клеток, и гигантский спорофит до 15-30 м длины (рис. 11).

Случается, что цикл развития закреплен не жестко, т.е. если нет условий для развития одной из фаз, то раз за разом, пока не изменятся экологические факторы среды, влияющие на развитие обеих фаз, возобновляется одна и та же фаза – или гаметофит, или спорофит. Такой цикл называется гетероморфным с нерегулярной сменой форм развития (*хордария, мастокарпус*).

У более высокоорганизованных видов, например, у бурых ламинариевых водорослей, чередование форм развития должно проходить в обязательном порядке, и, если не будет условий для развития одной из генераций, водоросль может погибнуть как вид. Такой цикл называется гетероморфным с регулярной сменой форм развития. Особенно чувствительна к условиям среды стадия гаметогенеза и следующее за ней оплодотворение, протекающие в более узком диапазоне температур.

Существуют изоморфные циклы с регулярной сменой форм развития, например, у бурой водоросли *диктиоты*, многих красных: *грацилярия*, *хондрус*, *мазелла* – половая и бесполоя формы представлены внешне одинаковыми самостоятельными свободноживущими генерациями. Особенно сложными циклами развития обладают большинство красных водорослей.

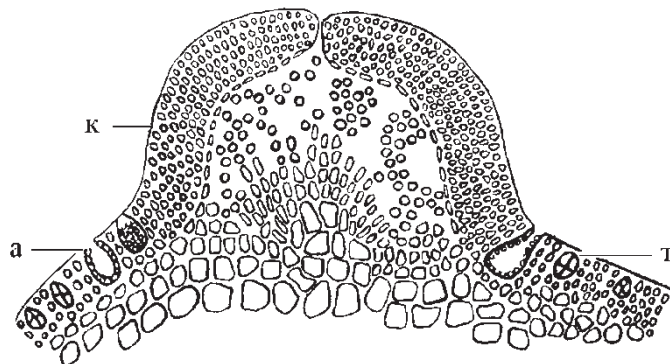
В отличие от высших растений, имеющих четкое чередование фаз развития и определенный для каждого вида тип размножения, который согласуется, главным образом, с наследственными факторами, жизненный цикл водорослей в значительной степени зависит от влияния внешних условий, поэтому в цикле многих водорослей, особенно на границах их ареалов, наблюдаются различные нарушения (аномалии). У *грацилярии бородавчатой*, например, растущей у российских берегов Японского моря гаметофит (половая стадия) может терять независимость и развиваться на тетраспорофите (диплоидная бесполоя стадия), ветви



Рис. 12. Карпоспорофит и тетраспорофит *грацилярии бородавчатой*, развивающиеся на одной подошве

тетраспорофита могут развиваться на женском гаметофите (рис. 12) и даже все генерации:

гаметофит, тетраспорофит и карпоспорофит (паразитирующая диплоидная стадия) – могут быть представлены на одном слоевище (рис. 13). Причины нарушений в цикле развития водорослей пока не ясны, хромосомы не были посчитаны, но это свойство обнаруживается у водорослей довольно часто, не



реже, чем у высших растений. Возможно, основной причиной этого является повышенная способность

Рис. 13. Нарушения в цикле развития (*грациляри бородавчатая*). К – карпоспорофит (цистокарп), А – антеридиальная полость, Т – тетраспорангий

водорослей к полиплоидии. Некоторые виды могут образовывать полиплоидные ряды. Так, *сперматамнион Турнера* у берегов Англии, известен с 30, 45-50, 60 и 90 хромосомами (Drew, 1948). У водорослей могут встречаться триплоиды, тетраплоиды, гексаплоиды и другие полиплоиды. Изучение способности водорослей к полиплоидии может иметь практический выход – использоваться для селекции с целью выведения более продуктивных форм водорослей, используемых для культивирования.

ОБРАЗ ЖИЗНИ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И РАССЕЛЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Водоросли – это одни из первых поселенцев на Земле. Древнее их только бактерии и цианобиты, еще недавно относимые также к водорослям (сине-зеленые), но выделенные, наконец, вместе с бактериями в отдельное **Царство Прокариот** или **Доядерных** организмов. Не один миллиард лет прошел, прежде чем из простейших доядерных форм произошло все многообразие нынешних живых организмов (если действительно все происходило именно так). В нашу задачу не входит проследить весь путь исторического развития растений на Земле, равно как и обсуждать различные гипотезы их происхождения и развитии. Общие предки всех водорослей–макрофитов находятся исторически очень далеко, и нет смысла искать значительные черты сходства между зелеными, бурными и красными водорослями. Их объединяет всего лишь среда обитания. Но и отношение к среде у представителей этих трех групп низших талломных растений также различно, что мы и постараемся показать далее.

Разнообразие образа жизни водорослей определяет и их распространение по земному шару, и расселение по глубинам. Будучи одними из первых обитателей на Земле, водоросли широко расселились по всей поверхности планеты, и в настоящее время везде,

где есть вода, существуют водоросли. Основными требованиями водорослей к среде обитания являются:

- наличие света такого состава и интенсивности, при которых может осуществляться фотосинтез;
- определенная температура среды;
- наличие в воде элементов питания – органических и минеральных соединений;
- уровень солености.

Среди водорослей-макрофитов наиболее лабильны зеленые водоросли, которые легко приспосабливаются к различным изменениям условий среды. Значительно лучше, чем красные и бурые, они адаптируются к экстремальным условиям, часто являются наземными, а не водными обитателями, встречаются как в соленых, так и в пресных водах, обитают в крайних условиях температуры - в ледниках и горячих источниках. Даже будучи обитателями определенной среды, например, моря, они менее требовательны к составу солей в воде и переносят как значительные колебания солености, так и широкий диапазон различных примесей, в том числе загрязнение воды органическими и минеральными веществами.

Водоросли ведут различный образ жизни, прежде всего они подразделяются на водных и наземных обитателей. В свою очередь, по отношению к солености, водоросли, ведущие водный образ жизни, делятся на морские и пресноводные, и в каждой из этих сред – на планктон и бентос.

Планктон. Совокупность мелких свободноплавающих растений и животных, основную массу которых составляют микроскопические водоросли. Морской фитопланктон представлен, главным образом, диатомовыми и криптофитовыми водорослями. Пресноводный фитопланктон отличается от типично морского огромным разнообразием зеленых и сине-зеленых водорослей.

Бентос. К числу бентосных (донных) относятся водоросли - поселенцы твердых грунтов, приспособленные к существованию на дне водоемов: на камнях и скалах, раковинах живых и мертвых моллюсков, на слоевищах других водорослей и морских травах, а также на разнообразных искусственных субстратах, лежащих на дне. В зависимости от места произрастания бентосные водоросли подразделяются на различные экологические группы:

- **эпилиты**, которые растут на поверхности твердого грунта (скалы, камни и т. д.);
- **эпипелиты**, населяющие поверхность рыхлых грунтов (песок, ил);
- **эндолиты**, или сверлящие водоросли, внедряющиеся в известковый субстрат (скалы, раковины моллюсков, панцири ракообразных);

- **эндофиты**, поселяющиеся в слоевищах других водорослей, но, в отличие от паразитических видов, содержащие нормальные хлоропласты и способные к фотосинтезу;
- **паразиты** - бесцветные одноклеточные водоросли, живущие в слоевищах других водорослей;

Особый интерес вызывает распространенное в растительном мире явление эпифитизма. **Эпифит** – растительный организм, обитающий на другом растении без проникновения в его ткани и не получающий от него питательных веществ. Чрезвычайно много эпифитов в тропических лесах и в водных экосистемах. В морской среде эпифитизм распространен очень широко (рис.14). В настоящее время известно около 300 видов зеленых, бурых и красных водорослей, поселяющихся на других видах. Только у российских берегов Японского моря известно более 130 видов водорослей-эпифитов, среди которых преобладают красные (около 80 видов), бурые (около 40 видов) и зеленые (более 20 видов). Практически не существует водорослей-макрофитов, на которых не поселялись бы эпифиты, особенно в конце цикла их развития, когда слоевища рассеивают споры, их жизненный потенциал понижен, и они не могут противостоять поселенцам. Несмотря на тесную связь между эпифитами и растениями, на которых они поселяются, какого-либо заметного влияния их друг на друга не обнаружено, за исключением, однако, слишком плотного поселения эпифитов, когда возникает конкуренция за место прикрепления, свет и биогены.



Рис. 14. Явление эпифитизма в мире водорослей. *Ceratum Kondo* с эпифитами

Кроме того, виды водорослей, поселяющихся на подводных частях судов и портовых сооружений, на коже китов и других животных, составляют особую группу - **перифитон**.

КЛАССИФИКАЦИЯ, СИСТЕМАТИКА, ТАКСОНОМИЯ, НОМЕНКЛАТУРА

Со времен Карла Линнея (середина 18 века), который ввел бинарную номенклатуру (двойное название) для живых существ, все виды растений, животных и прочих организмов носят двойное название, где первое слово означает род, а второе вид (*Acer mono*, *Acer ginnala*, *Acer manchurica*; *Laminaria japonica*, *Laminaria cichorioides*; *Alaria*

angusta). Эти названия записываются на единственном понятном для ученых всего мира языке – латинском, и в случае необходимости – на любом национальном языке, например, *Laminaria japonica* на русском языке означает "морская капуста", *Desmarestia viridis* - "ведьмины космы" и т. д. При необходимости изменить или уточнить имя (название) организма и узаконить новое название, сделать его **валидным**, следует ввести новый удобный термин - **валидация**. Так, от описания нового вида дальневосточной *грацилярии южноприморской* (*G. austramaritima*) (Пржеменецкая, 1989) до появления ее законного названия прошло около 20 лет. Имя водоросли не было валидным, поскольку отсутствовало требуемое Международным Кодексом ботанической номенклатуры латинское описание вида. Наконец, в 2010 г. вышла в свет статья, выполненная с учетом всех требований описания новых видов (Селиванова и др., 2010). Таков краткий экскурс в **номенклатуру** – науку об именах (названиях) живых организмов.

Понятие, связанное с иерархией таксонов разных уровней, – **таксономия** – это раздел науки, изучающей иерархию (соподчинение) таксонов разного уровня от мелких (вид, подвид, форма, сорт) до более крупных (род, семейство, класс, отдел, царство) в биологии. В современной ботанике таксономический уровень организмов можно понять по написанию окончания термина, обозначающего таксон (Жизнь растений, 1977; Вассер и др, 1989; Bell, Hemsley, 2000; Reviere, 2003; и др.).

Уровень таксона	Окончание термина
------------------------	--------------------------

Царство	-ae
Отдел	-phyta
Класс	-phyceae
Порядок	-ales
Семейство	-ceae

Род - название предлагается автором

Вид - согласуется с родом (муж., жен. или средний) латинского термина, обозначающим род

Систематика - построение системы, распределение организмов по таксономическим уровням (раскладывание по полочкам) для удобства пользования и возможности избежать неразберихи.

Наконец **классификация**, говоря просто, это распределение таксонов по классам в соответствии с их родством, сходством и т. д., с соблюдением иерархии на основе бинарной номенклатуры К. Линнея (1735 г.) в биологии.

Каждый термин имеет свою специфику. Можно ли провести между ними границу? - Наверное, да, но четкой границы не получится, каждый термин перетекает в другой

очень мягко, без резких границ. Особенно важно разобраться в тонкостях связи, сходств и различий этих понятий на современном уровне науки, когда в течение уже нескольких десятилетий науку вообще, а фикологию в частности, лихорадит от категоричности суждений и мнений о проблемах построения системы и классификации организмов.

Наука о водорослях *альгология* (современная *фикология*) начиналась во времена Линнея с 5 родов: *Ulva*, *Fucus*, *Conferva*, *Tremella* и *Byssus*, который вскоре был отнесен к миру животных, поскольку это нити, прикрепляющие животных к грунту. Вскоре число родов и видов водорослей начало быстро увеличиваться и в начале 19 века насчитывалось уже более 200 видов, а в настоящее же время родов водорослей тысячи, а видов десятки тысяч. Описывать и раскладывать их "по полочкам" становится все труднее, особенно с появлением принципиально отличных методов идентификации - геносистематики (сравнительного анализа ДНК и РНК). Сегодня систематика принадлежит к числу бурно развивающихся наук, включая всё новые и новые методы: анализ ультраструктуры клеток, генетический и математический анализ данных и др. Эти методы поднимаются на уровень самых главных, ведущих при исследовании. Классические методы, которые основываются на морфологических, анатомических и других биологических особенностях структуры живых организмов, решительно отвергаются. Вместе с тем, в периодической печати появляются статьи, отражающие мнение некоторых ученых, в частности, палеоботаников и климатологов, которые опираются именно на морфологические признаки растений при реставрации условий жизни в ближайшем и далеком прошлом на различных участках поверхности Земли. Таким образом, старая добрая морфология не сдает своих позиций и в настоящее время.

ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 1

- Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др.** Водоросли. Справочник. Киев. Наук. думка. 1989. 608 с.
- Жизнь растений.** Т. 3 Водоросли, лишайники. М.: Просвещение. 1977. 487 с.
- Заупе Ю.** Природа - наш доктор. Пер. с англ. Москва. Крон-Пресс. 1994. 300 с.
- Кавасима С.** Ламинариевые Японии. Под ред. С. Кавасима. Изд-во: Морской центр северной Японии. 1993.
- Пржеменецкая В.Ф.** Перспективный для выращивания агаронос новый вид *Gracilaria* из Японского моря // Междунар. симпоз. по проблемам культивирования. Батуми, 1989. С. 182-184.
- Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С.** Современная ботаника. Т. 1. М. Мир. 1990. 348 с.

- Селиванова О.Н., Пржеменецкая (Макиенко) В.Ф., Скрипцова А.В.** Таксономия *Gracilaria austramaritima* (Gracilariales, Rhodophyta) из российских вод Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 154. – С. 3-15.
- Bell Peter R., Hemsley Alan R.** Green Plants: Their Origin and Diversity. Cambridge University Press. 2000. 349 p.
- Chapman V.J., Chapman D.J.** Life histories in the Algae // Annals of Botany. N.S. 1961. Vol. 25, No. 100. P. 547–561.
- Chihara M.** Rhodophyta, their life histories. Adv. Phycol. Japan. Jena. 1975. P. 137-150.
- Dawson E.Y.** Marine Botany: An Introduction. N.Y. Chicago-London, 1966. 371 p.
- Drew K. M.** Genetics and algal life-histories // Nature. 1948. N 4085. P. 223-225.
- Feldmann J.** Les cycles reproduction des algues et Leurs rappots avec la phylogenie // Rev. cytol. et biol. veget. 1952. Vol. 13. P. 1-49.
- Fritsch F.E.** The structure and reproduction of the algae. London: Camb. Univ. Press, 1945. Vol. 2. 939 p.
- Kylin H.** Anatomie der Rhodophyceen Handbuch der Pflanzenanatomie. Anatomie der Rhodophyceen. 2. Teilband: Algen. Berlin, 1937. Bd 6. 347 p.
- Magic and Medicine of Plants.** Reader,s Digest. The Reader,s Digest Association, Inc. Pleasantville. New York. Montreal. 1986. 464 p.
- Oltmanns F.** Morphologie und Biologie der Algen Zweite Aufl., Jena, 1922. Bd 2. 439 p.
- Reviere de Bruno** Biologie et phylogenie des Algues. Editions Belin. 2003. T. 2. 255 p.
- Umezaki I.** Life Histories in the Florideophycidae and their evolution // Acta Phytotax. Geobot. 1977. Vol. 28, No. 1-3. P. 1-18.

ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

Изучение водорослей дальневосточных морей начинается со сборов растений участниками Второй Камчатской экспедиции В.И. Беринга (1733-1743 годы) и других российских исследователей, посетивших Дальний Восток в первой половине XVIII века. Первые сведения о морских водорослях приведены в книге С. П. Крашенинникова "Описание земли Камчатки", изданной в 1755 г. С.Г. Гмелин в своей работе "Historia Fucorum", опубликованной в 1768 г., обработав сборы Г.В. Стеллера (врача и натуралиста экспедиции В.И. Беринга), описал у берегов Камчатки 18 видов морских водорослей (рис. 15).



Рис. 15. Титульный лист и рисунок водорослей Камчатки из книги С. Г. Гмелина

В начале XIX века участники экспедиции И.Ф. Крузенштерна (1803-1806 годы) И.К. Горнер, Ф. Мерк, Г. Лангсдорф, В.-Г. Тилезиус увеличили число видов водорослей, известных для Камчатки. Изображения некоторых видов водорослей из сборов Горнера и Тилезиуса были приведены Д. Турнером в его классическом труде "Fuci" (1808-1811 годы), остальные виды, также как и сборы А. Шамиссо и М. Вормшельда, посетивших Петропавловск-Камчатский летом 1816 года (экспедиция О.Е. Коцебу 1815-1818 годы), были определены К. Агардом (С. Agardh, 1821-1822). Хотя первые описания водорослей

были сделаны еще К. Линнеем, тем не менее, шведский альголог Карл Адольф Агард считается основателем систематики низших растений, поскольку именно он описал все известные к тому времени виды водорослей.

Первый большой труд, касающийся водорослей Дальнего Востока России – атлас "Изображения и описания морских растений собранных в Северном Тихом океане" был составлен русскими исследователями А.Ф. Постельсом и Ф.И. Рупрехтом (1840) на основе обработки сборов А.К. Мертенса, А.Ф. Постельса и И. Кастальского у азиатских и американских берегов Тихого океана (экспедиция Ф.П. Литке и М.Н. Станюковича 1826-1829 годов на шлюпах "Сенявин" и "Моллер"). Ф.И. Рупрехт (Ruprecht, 1850) обработал сборы А.Ф. Миддендорфа в Охотском море и Ридера, участника экспедиции Ф.П. Врангеля (1825-1827 годы), а также некоторые материалы зоолога Академии наук И.Г. Вознесенского (1844, 1846-1848 годы), собранные у берегов Камчатки, из Охотского моря и северных островов Курильской гряды. Долгие годы после этого сведений о флоре дальневосточных морей не публиковалось. Шло накопление материала: Ф.Б. Шмидт и П.П. Глен (1860-1861) собрали водоросли в Татарском проливе, в 1870 г. в этом же районе коллекцию водорослей собрал Рейнгардт и в 1870-1872 годы – Ф.М. Августинovich. Большую работу по изучению водорослей северной части Тихого океана проделал шведский ученый Ф.Р. Чельман (Kjellmann, 1889), много времени посвятивший изучению флоры арктических морей. В 1908-1909 годах Камчатку посетила экспедиция Ф.П. Рябушинского. Участник этой экспедиции В.П. Савич собрал водоросли в Авачинском заливе и на побережье Кроноцкого залива. Обработав коллекции Савича, Н.Н. Воронихин увеличил число известных видов водорослей на Камчатке до 75. В своей следующей экспедиции в 1924 г. Савич собрал большую коллекцию водорослей на материковом побережье Татарского пролива и в бухте Гроссевичи. Западное побережье о-ва Сахалин у поста Александровский и Шантарские острова в 1926 г. обследовал сотрудник ТИРХ И.Г. Закс. В 1928 году ряд районов в Татарском проливе и Охотском море были обследованы П.В. Ушаковым.

Таким образом, первый этап исследования водорослей, длившийся с 30-х годов XVIII века до 20-х годов XX века, характеризуется фрагментарными сборами водорослей в дальневосточных морях России.

Второй этап - исследования сырьевых ресурсов на Дальнем Востоке – начинается с 20х годов XX века. К этому времени морские водоросли на дальневосточном побережье России уже активно добываются и используются, поэтому становится актуальным поиск новых источников водорослевого сырья.

Добыча морской капусты велась в Приморье давно, еще до прихода в край русских переселенцев. Так, в первой половине XIX века в зал Ольги располагался маньчжурский поселок, жители, которого активно добывали морских беспозвоночных и водоросли (Арсеньев, 2012). Н.М. Пржевальский (Пржевальский, 1990), посетивший край в 1867-1869 гг. писал: "Торговля морской капустой очень развита во Владивостоке. Главный рынок этой капусты бывает в конце августа и в начале сентября, когда сюда собираются несколько сот манз (прим. авт.: устаревшее название китайцев), привозящих на продажу добычу своей летней ловли. Ловля капусты производится на всем побережье Японского моря, начиная от залива Посыета до гавани Ольги. На одном и том же месте ловля производится через год, для того чтобы водоросли могли вновь вырасти."

Добыча морской капусты проводилась в основном корейцами и китайцами, русские переселенцы занимались этим промыслом в меньшей степени, так как промысел требовал сноровки и умения работать *канзой* – специальным орудием для лова морской капусты. Максимальный объем промысла отмечен в 1872 г., когда было заготовлено почти 9000 т готового продукта (Жариков, 2001).

Первым русским купцом, который занялся добычей и продажей морской капусты в Приморье стал Яков Лазаревич Семёнов, приехавший во Владивосток в 1861 г. Им были организованы добывающие бригады по всему побережью Приморья, а с 1877 г. и на юго-западном побережье о. Сахалина. В 1885 г. он опубликовал работу "Промысел морской капусты в Японском море". В первой половине 80-х годов XIX века на юго-западном побережье Сахалина (район г. Холмска) только фирма "Семёнов и К⁰" поставляла в Китай до 100 тыс. пудов (1600 т) морской капусты, что приносило доходов 60 тыс. руб. (Мандрик, 1994). За образцы морской капусты, выставленные в 1889 г. на первой Всероссийской рыбопромышленной выставке, проходившей Петербурге, Семёнов получил диплом и серебряную медаль Главной экспертной комиссии выставки, а в 1896 г. на Нижегородской выставке он награжден за свою продукцию золотой медалью.

До 1885 г. промысел морской капусты не облагался пошлиной, и её ежегодно добывали до 260 тыс. пудов. С 1886 г. была введена пошлина в размере 5 коп. – для русских ловцов и 5 коп. золотом – для иностранных. С этого времени государство стало получать доход от промысла морской капусты: с 1890 по 1896 г. в казну поступало 150,6 тыс. руб. ежегодно. В пересчете на сухую биомассу морской капусты в среднем ежегодно вылавливалось более 5000 т. С 1898 г. были введены новые правила на право добывать морскую капусту. Необходимо было приобретать особые лодочные билеты. Доход казны составил 102,8 тыс. руб. за три года (с 1898 по 1900 гг.) (Мандрик, 1994). После Русско-Японской войны с потерей южного Сахалина объемы собираемой ламинарии снизились,

но, тем не менее, в 1913 г. только через Владивостокский порт перевезено более 4,5 тыс. т сырца морской капусты (Алексеев, Морозов, 1989). По данным В.К. Арсеньева на побережье от зал. Посъета до бухты Терней в начале XX века располагалось более 150 капустоловных фанз.

В это время водоросли в большом количестве использовались не только в пищу, но и для получения йода. Йод был выделен французским химиком Бернардом Куртуа из золы бурых водорослей, и водоросли долгое время были единственным сырьем получения этого элемента. Активный интерес к макрофитам в 1920-х – 1930-х годах объяснялся именно этим. С 1915 по 1917 годы в зал. Америка работал завод по получению йода из золы морской капусты, но из-за примитивной технологии и большой потери йода при переработке все-таки выгоднее было использовать водоросли в пищевых целях (Зинова, 1928). В 1932 г. был организован специальный Трест по эксплуатации и обработке морепродуктов (ТЭМП). В 1933 г. и позже в его состав вошли промысловые участки: Посъет, Разбойник, Преображение, Пфусунг, Владимир, Джигит, Найна, Кузнецово, Сайон, Нахтих, Адими и другие (Мандрик, 2000).

В 1925 г. во Владивостоке была организована Тихоокеанская научно-промысловая станция (ТОНС), в последующем реорганизованная в Тихоокеанский институт рыбного хозяйства (ТИРХ). Одной из задач, стоящих перед новым научным учреждением, было изучение и оценка запасов водорослевого сырья для нужд дальневосточной промышленности. Ряд сотрудников нового образовавшегося научного учреждения (Г.И. Гайл, О. Иконникова, Е.А. Кардакова и др.) начинают исследовать промысловые водоросли – *ламинарию* и *анфельцию*.

Выработка агара из анфельции во Владивостоке началась в 1931 г. Этому предшествовали энергичные поиски сырья, проходившие с переменным успехом. Вначале была сделана попытка выварить агар из красной водоросли иридеи (Гайл, 1931), в результате был получен агароид, свойства которого, а особенно трудоёмкость ручного сбора водоросли заставили через некоторое время отказаться от неё. В 1930 г. О.В. Максимовым в бухте Разбойник (зал. Петра Великого) была обнаружена багрянка *Gracilaria confervoides*. И.И. Трейман получил из неё хорошего качества агар, однако и от нее пришлось отказаться, поскольку в промысловых количествах обнаружить этот вид не удалось. В 1931 г. экспедиция под руководством А.И. Разина, изучающая моллюсков в зал. Петра Великого, обнаружила обширные скопления красной водоросли, которая была определена Е.С. Зиновой как *Gymnogongrus griffithsii*, а впоследствии Г.И. Гайлом как *Ahnfeltia plicata*. Находка была очень важной, поэтому сразу же по завершении этого рейса была сформирована группа под руководством В.Д. Гордеева для уточнения запасов



Рис. 16. Гарри Иванович Гайл (1893-1950). Фото из фондов музея ТИНРО-Центра

этой багрянки, но погодные условия поздней осени позволили оценить площадь и запасы водорослей только в прибрежье у горы Столовой. В следующем году специальная экспедиция под руководством А.П. Введенского обследовала бухты Троицы и Манчжур (б. Баклан), залив Славянка, район прибрежья от п-ва Ломоносова до устья реки Монгугай (Барабашевка), а также Уссурийский залив от мыса Чиган до мыса Ханган.

В 1930-е годы исследованиями анфельции занимался Гарри Иванович Гайл (рис. 16). Им были предложены первые рекомендации по рациональной эксплуатации полей анфельции. Особенность биологии этого вида состоит в том, что она не прикрепляется к грунту и формирует на

дне обширные пласты, толщиной до 1 м, располагаясь в гидродинамически спокойных районах. При штормах часть водорослей выбрасывается на берег. Выбросы при своевременном их сборе служат прекрасным сырьем для получения агара. Исследования, проведенные на полях анфельции, позволили уже с 1933 г. начать её промысел. И если в первое время собирались и перерабатывались только штормовые выбросы, впоследствии началась и ее активная добыча. Гайла можно считать основоположником научно-промысловых исследований морской растительности дальневосточных морей. Гарри Иванович окончил Берлинский университет по специальности ботаника, работал на Северном и Балтийском морях. В 1927 г. по приглашению директора Тихоокеанской научной станции К. М. Дерюгина он приехал на Дальний Восток как первый специалист-альголог. Все свои знания и энтузиазм ученый вложил в водорослевые исследования дальневосточных морей. В 1928-1929 годах Гайл на маленькой деревянной лодке с одним помощником-китайцем обследовал прибрежную зону Японского моря от мыса Поворотный до Советской Гавани. Результаты экспедиции позволили оценить запасы водорослей материкового побережья Японского моря (рис. 17). Им было подсчитано, что при рациональных способах добычи в прибрежных районах Приморья можно добывать ежегодно более 30 тыс. т воздушно-сухой (430 тыс. т сырой) ламинарии (Гайл, 1930).



Рис. 17. Часть карты-схемы северного Приморья, составленная Г.И. Гайлом по результатам экспедиции 1928 – 29 гг. Архив ТИНРО-Центра



Рис. 18. Карта-схема Альгологической станции (ТИРХ) у о. Петрова в южном Приморье.

На о. Петрова в 1930 г. при активном участии Гайла была организована Альгологическая станция Тихоокеанского института рыбного хозяйства (ТИРХ, бывший ТОНС) (рис. 18). Здесь проводились сезонные наблюдения за водорослями, устанавливалась хозяйственная ценность отдельных видов, определялись их сырьевые ресурсы, собирался гербарий (рис. 19). Работы станции позволили обосновать строительство в Приморье завода для переработки ламинарии и получения йода. Завод был построен в пос. Веселый Яр (Приморский край) в заливе Владимира. Позже, в 1934 г. станция была реорганизована для проведения работ по многим группам морских гидробионтов.

Гарри Иванович – участник Великой отечественной войны. Он воевал под Старой Руссой, в Прибалтике, был ранен, награжден боевыми наградами. После 1945 г. Гайл работал на о. Сахалин, исследуя прибрежную флору этого района. Им написано несколько книг, а также ряд публикаций, не утративших научной значимости, и по сей день. Многие материалы Г. И. Гайла остались неопубликованными, и хранятся в архиве ТИНРО.

Большой вклад в изучение флоры водорослей Дальнего Востока внесли работы Елены Степановны Зиновой, которая собрала водоросли в заливе Петра Великого, бухте Преображения и заливе Ольги. Обработав не только свои сборы, но и коллекции других дальневосточных исследователей,

хранящиеся в музее ТИНРО, Е.С. Зинова опубликовала ряд работ, посвященных зеленым (1928), бурым (1929) и красным (1940) водорослям. Кроме того, ею была опубликована работа, в которой описывалась ламинария японская - единственная в то время промысловая водоросль на Дальнем Востоке (1928) и исследования водорослей Охотского моря, Татарского пролива и Командорских островов (Е. Зинова, 1940; 1954 а, б).

В начале 1930-х годов была организована Тихоокеанская комплексная экспедиция, проводившая фундаментальные и прикладные исследования в Японском, Охотском и Беринговом морях, как на береговых постоянных и сезонных наблюдательных пунктах, так и на научных и рыболовецких судах.

Было обследовано материковое побережье Приморья и Татарского пролива. В этом районе работали Г.И. Гайл, А.П. Веденский, Е.А. Кардакова. Севернее, материковое побережье Охотского моря и Шантарские острова исследовали И.Т. Закс, И.И. Трейман, А.И. Разин, В.Б. Розов, Корфо-Карагинский район – Р.А. Конгиссер, А.П. Веденский, Кроноцкий залив –

И.Л. Кремлев, Командорские острова – Е.А. Кардакова. Их материалы не потеряли своего научного значения и в наши дни, а для некоторых районов Охотского и Берингова морей они являются единственными.

К 1940-м годам была сделана оценка сырьевой базы водорослей-макрофитов и морских трав дальневосточных морей, выработаны методы их добычи и уже тогда было обращено внимание на рациональное отношение к эксплуатации водных растительных ресурсов (табл. 1).

Неоценимый вклад в дело освоения и изучения водорослей внесла Евгения Алексеевна Преженцова-Кардакова (рис. 20) – уникальный человек, талантливый ученый, самозабвенно преданная своей работе и обладающая энциклопедическими знаниями флоры и фауны дальневосточных морей. Евгения Алексеевна получила блестящее образование в Петербургском Институте благородных девиц (Смольный институт). Она в совершенстве владела английским, французским, немецким языками, писала стихи. За период революции и гражданской войны семья Евгении Алексеевны оказалась в г. Хабаровске. В 1924 г. Кардакова заочно окончила Петроградский университет и начала работать в Хабаровском краеведческом музее в должности лаборанта-альголога. Она

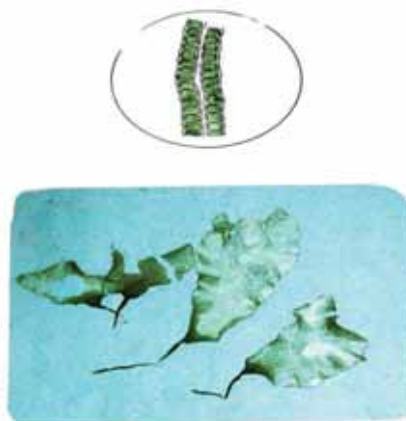


Рис. 19. Гербарный лист с образцом и авторским рисунком среза *ульвы продырявленной*, смонтированный Г. И. Гайлом. 1929 г. Гербарий ТИНРО-Центра.

принимала участие в этнографических экспедициях, возглавляемых В.К. Арсеньевым. В 1928 г. работала в экспедиции на Командорских островах, где собрала большой гербарий водорослей.

Таблица 1

Площади и промысловая производительность ламинариевых полей дальневосточного побережья (Гайл, 1936)

Районы	Площадь, га	Ежегодная промысловая производительность сухих водорослей в тоннах
Приморская область: от м. Поворотного до м. Лессепс	15000	37500
Сахалинская область: район от Пильво до м. Уанда	1400	2250
Нижнеамурская область: Тауйская губа, Аян, заливы Шантарского моря	37500	93750
Камчатская область: Пенжинская губа, мысы Пиратова – Опасный, Корфо-Карагинский район	50000	125000
Всего:	10390	258500

В 1931 г. Евгения Алексеевна начинает работать на станции ТИРХа и переезжает в г. Владивосток. В 1935 г. она основала музей в Тихоокеанском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО). Множество редких экспонатов музея сохранились до наших времен благодаря ее энтузиазму, глубоким знаниям и изобретению ею нового токсидермического препарата, на который был оформлен авторский патент. Экспонаты, созданные ею, до сих пор хранятся в музеях Владивостока (ТИНРО-Центр, Краевой музей им. В.К. Арсеньева, музей Технического университета), Хабаровска и Благовещенска. Материалы об этом незаурядном человеке, ее литературное наследие находятся в фондах Краевого музея Владивостока и архивах ТИНРО-Центра.



Рис. 20. Евгения Алексеевна Кардакова на Командорских островах с нижней частью слоевища бурой водоросли *нереоцистис* (*Nereocystus lutkeana*). Фото из фондов музея ТИНРО-Центра

Флора водорослей Сахалина и Курильских островов также освещена в работах японских исследователей Ю. Ямады (Jamada, 1934; 1935), Дж. Токиды (Tokida, 1934; 1941; 1954), Нагаи (Nagai, 1940-1941), Оми (Ohmi, 1941). Нагаи (1941) для Сахалина и Курил указывает 186 видов водорослей. Работа Токиды (Tokida, 1954) обобщает результаты изучения флоры водорослей Сахалина за 150 лет. По мнению японских исследователей флора побережий южного Сахалина и Курильских о-вов весьма сходна с флорой северного острова Японии Хоккайдо, на котором произрастают до 60-80 % водорослей, общих с побережьем российских островов.

Гербарий водорослей, собранных в 1926 г. А.Г. Кузнецовым, фишмейстером ТОНС в окрестностях Владивостока лег в основу еще одной интересной работы,

выполненной японским исследователем С. Фунахаши (Funachashi, 1966), который обработал эту коллекцию и составил список видов окрестностей Владивостока. Коллекция водорослей окрестностей Владивостока в конце 20-х годов оказалась в Сан-Франциско и уже оттуда была передана японским ученым.

В конце 40-х – начале 1950-х годов наступает новый активный период изучения флоры побережий Японского моря от зал. Де Кастри (Татарский пролив) до бухты Калевала (зал. Посьета). Большинство этих экспедиций руководила сотрудница Института океанологии РАН Татьяна Федоровна Щапова (Щапова, 1948, 1957; Щапова, Возжинская, 1960; и др.). В результате этих исследований были описаны закономерности расселения водорослей на литорали и в верхней сублиторали в зависимости от широты, амплитуды прилива и степени защищенности берега. Исследовано географическое распространение бурых водорослей порядков Laminariales, Fucales, Desmarestiales и рассмотрены пути формирования донной флоры в северной части Тихого океана. К большому несчастью жизнь талантливого ученого, прекрасного организатора оборвалась очень рано. Татьяна Федоровна при возвращении из экспедиции погибла в авиакатастрофе.

К концу 1950-х годов был опубликован ряд работ Т.Ф. Щаповой, В.Б. Возжинской, Н.М. Селицкой, М.С. Киреевой, В.Ф. Сарочан и др. в которых освещался не только флористический состав, но и распределение по глубинам водорослей в Японском, Охотском морях, на Камчатке, о-вах Сахалин и Монерон. Во флоре дальневосточных морей указывалось свыше 400 видов водорослей.

В 1960-е годы появились новые методы исследования, в основе которых лежал водолазный способ сбора проб. Сотрудники ТИНРО: М.В. Суховеева, Л.Г. Паймеева, А.В. Потехина и др., ученые ДВО РАН: В.Ф. Макиенко, И.С. Гусарова и др. продолжали исследования флоры и растительности дальневосточных морей. Таким образом, к концу 60-х годов XX века описан основной видовой состав макрофитов, выявлены их ресурсы, установлены основные закономерности распределения растительности. В эти же годы начинаются первые работы по изучению возможности культивирования водорослей у южных берегов российского Дальнего Востока.

Выращивать водоросли начали еще в XVII веке в Японии. Позже методы культивирования стали применять и в Китае. Водорослеводство на российском Дальнем Востоке – молодая отрасль. Если промысел морской капусты имеет более чем столетнюю историю, то выращивание водорослей началось в 70-е годы XX века. Первая ламинариевая плантация у побережья Приморья площадью в 1 га была установлена в б. Валентин. В эти же годы появились плантации ламинарии на Сахалине в зал. Анива.

Основные научные работы по культивированию проводились в ТИНРО. В середине 1970-х годов был организован отдел марикультуры, которым руководил Б.Н. Аюшин, уделявший много сил исследованию выращивания ламинарии японской. Разработкой биотехнологии и нормативов культивирования ламинарии и других промысловых видов водорослей занималась лаборатория культивирования водорослей-макрофитов. Широко развернулись работы по спорогенезу, развитию гаметофита и ранних стадий спорофита (В.Ф. Макиенко, В.Н. Мальцев, Т.Н. Моисеенко). Основной целью этих работ был поиск условий благоприятных для культивирования водорослей. Одним из важных направлений были поиски путей по сокращению сроков развития двулетней ламинарии на одногодичный цикл. В 1977 г. Б.Н. Аюшиным были разработаны и переданы промышленности "Временные биотехнические нормативы по культивированию ламинарии в двухгодичном цикле". В основу их был положен корейский опыт, почерпнутый из посещений плантаций в Корее, литературные сведения и небольшой, в основном отрицательный опыт первых плантаций в б. Валентин.

В эти же годы были организованы плантации на рыбозаводах "Каменский" и построен цех по получению рассады ламинарии в районе поселка Анна. В 1980-е годы

была создана экспериментальная база по выращиванию морских организмов, в основном специализировавшаяся на выращивании ламинарии, в п. Глазковка, Лазовского района Приморского края. Был построен цех по выращиванию рассады ламинарии и установлены плантации, с которых собиралось до 5000 т морской капусты. Средства вкладывались не только в создание экспериментальной базы, но и в развитие поселка – построены дорога, электростанция, жилые дома, школа, детский сад и др. Этот пример наглядно показывает, что марикультура может играть огромную роль в экономике прибрежной зоны.

Водорослеводство в Приморье становилось реальностью, хотя, как правило, подвергалось жесточайшим социально-экономическим условиям (недостаток средств, отсутствие оборудования, подготовленных специалистов – водорослеводов и прочее) и природным факторам - жестокие ежегодные тайфуны, многочисленные пожиратели слоевищ, такие как морские ежи, травоядные моллюски, водоросли-обрастатели – конкуренты культивируемого вида, грибные и вирусные болезни. Так, вначале 80-х на плантациях в б. Валентин произошла вспышка численности брюхоногого моллюска-фитофага эферии (*Epheria turrita*), приведшая к гибели практически всего урожая (Пржеменецкая, Климова, 1983).



Рис. 21. Сбор урожая ламинарии японской на плантации у южных берегов Приморья. 1982 г.

К началу 1980-х годов общая площадь плантаций составила 40 га и можно сказать, что культивирование ламинарии вышло на промышленные мощности (рис. 21).

Но экономические преобразования 1990-х годов не позволили осуществиться задуманным планам. Сегодня марикультура водорослей переживает не лучшие времена. Площади водорослёвых плантаций в Приморье сократились,

объемы выращиваемой ламинарии не превышают 1500 т.

Кроме того, проводились работы и по культивированию других макрофитов, перспективных для марикультуры: бурой водоросли *костарии ребристой*, ближайшей родственнице ламинарии, а также красным водорослям-агароносам *грацилярии бородавчатой* и *анфельции тобучинской*.

Необходимость изучения биологии костарии возникла в связи с тем, что, как показали наблюдения, она является злостным сорняком на ламинариевых плантациях и в

то же время она может быть прекрасным сырьем для получения альгинатов, поскольку количество ее слоевищ на поводках с выращиваемой ламинарией в отдельные годы достигает 50-60% (Пржеменецкая, 1988; Пржеменецкая и др., 2011) (рис. 22).



Обладая столь же активным ростом, как и ламинария, костария потребляет те же питательные вещества и является конкурентом не только по месту обитания, но и по питанию и свету. Знания биологии этого вида необходимы не только для того, чтобы уметь бороться с ней как с сорняком, но и для возможности ее культивировать, как дополнительный источник альгинатов.

Работы по культивированию красных водорослей проводились в двух направлениях – интенсивное (управляемые условия) и экстенсивное (выращивание в природных условиях),

различающихся степенью регулирования факторов среды. Интенсивное культивирование позволяет получать максимальный урожай, поддерживая природные факторы среды для реализации продуктивности растений на высоком уровне. Во многих странах мира при культивировании агароносов применяются экстенсивные методы, например в Чили, Китае, Вьетнаме.

Наиболее перспективными среди агароносов на Дальнем Востоке являются два вида грацилярии: *Грацилярия бородавчатая* (*G. verrucosa*) и *южноприморская* (*G. austramaritima*). Изучена биология этих видов (Макиенко, 1979; Селиванова и др., 2010). Эксперименты по выращиванию *грацилярии* проводились в кустовой части Амурского залива и в лагунах южного Приморья, которые показали принципиальную возможность культивирования её в зал. Петра Великого (рис. 23). Наиболее высокая скорость роста получена и на фрагментах *грацилярии южноприморской*.



Рис. 23. Фрагменты *грацилярии бородавчатой*, выращенные в Амурском заливе

В настоящее время внимание к макикультуре водорослей вновь возрождается. Связано это, в первую очередь, с сокращением запасов объектов промысла в прибрежной зоне. Постепенно формируется понимание, что богатство морских ресурсов обеспечивается звеном продуцентов, представленных именно водорослями. К тому же морская растительность служит не только пищей для многих гидробионтов, но и выполняет средообразующую роль, т.е. служит местом обитания и нереста, укрытия и откорма молоди. Исследования последних лет показали, что морские водоросли это не только "стол и дом" промысловых гидробионтов, но и источник ценнейших биологически активных веществ натурального происхождения, а также вкусные продукты питания.

ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 2

- Алексеев А.И., Морозов Б.Н.** Освоение русского Дальнего Востока (конец XIX в. – 1917 г.). М.: Наука. Главная редакция восточной литературы, 1989. 224 с.
- Возжинская В.Б.** Макрофиты морских побережий Сахалина // Тр. ИОАН СССР. 1964. Т. 69. С. 330–440.
- Гайл Г.И.** Морская капуста. Владивосток: ТИНРО. 1936. 35 с.
- Гайл Г.И.** Очерк водорослевого пояса Приморского побережья в связи с некоторыми общими вопросами его использования (отчет о поездке вдоль Приморского побережья в 1928 и 1929 гг.) // Изв. ТИРХ. 1930. Т. 4. Вып. 2. 38 с.
- Гайл Г.И.** Промысловые водоросли Сахалина и Курильской гряды. Владивосток: Примиздат. ТИНРО. 1949. 88 с.
- Зинова Е.С.** Морская капуста (*Laminaria*) и другие водоросли, имеющие промысловое значение // Изв. ТОНС. 1928. Т. 1. Вып. 1. С. 77–142.
- Зинова Е.С.** Водоросли Японского моря (Зеленые) // Изв. ТОНС. 1928. Т. 2. 46 с.
- Зинова Е.С.** Водоросли Японского моря (Бурые) // Изв. ТОНС. 1929. Т. 3. Вып. 4. 63 с.
- Зинова Е.С.** Водоросли Японского моря. Красные водоросли (*Rhodophyceae*) // Тр. Тихоок. комитета. М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1940. Т. 5. 164 с.
- Зинова Е.С.** Морские водоросли Командорских островов // Тр. Тихоокеан. комитета. 1940. Т. 5. С. 165–238.
- Зинова Е.С.** Водоросли Охотского моря // Тр. БИН АН СССР. 1954 а. Сер. 2. Вып. 9. С. 259–310.
- Зинова Е.С.** Водоросли Татарского пролива // Тр. БИН АН СССР. 1954. Сер. 2. Вып. 2. С. 311–346.

- Макиенко В.Ф.** Исследование водорослей (*Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf.), перспективных для культивирования на Дальнем Востоке // Тр. ВНИРО. 1979. Т. 138. С. 51-58.
- Мандрик А.Т.** История рыбной промышленности российского Дальнего Востока (50-е годы XVII в. – 20-е годы XX в.). Владивосток. Дальнаука. 1994. 192 с.
- Мандрик А.Т.** История рыбной промышленности российского Дальнего Востока (1927-1940 гг.). Владивосток: Дальнаука, 2000. 158 с.
- Марковцев В.Г., Брегман Ю.Э., Пржеменецкая В.Ф. и др.** Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей // М.: Агропромиздат. 1987. 192 с.
- Пржевальский Н.М.** Путешествие в Уссурийском крае 1867-1869 гг. Владивосток. Дальневосточное книжное изд-во. 1990. 333 с.
- Пржеменецкая В.Ф.** *Costaria costata* (Huds.) Saund. (Phaeophyta, Laminariales) в дальневосточных морях // Комаровские чтения. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. Вып. XXXV. С. 36–49.
- Пржеменецкая В.Ф., Кулепанов В.Н., Суховеева М.В.** Костария ребристая: монография. Владивосток. ТИНРО-Центр. 2011. 90 с.
- Рухлов Ф.Н.** Хроники сахалинского рыболовства. Южно-Сахалинск. Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. 2007. 144 с.
- Селиванова О.Н., Пржеменецкая В.Ф., Скрипцова А.В.** Таксономия *Gracilaria austramaritima* (Gracilariales, Rhodophyta) из российских вод Японского моря // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 154. С. 3-15.
- Цзэн Чэн-Куй, У Чжао-Юань** Разведение морской капусты и связанные с этим проблемы // Ботан. ж. 1956. Т. 41, № 2. С. 182-192.
- Щапова Т.Ф.** Географическое распространение представителей порядка Laminariales в северной части Тихого океана // Тр. ИОАН СССР. 1948. Т. 2. С. 89–138.
- Щапова Т.Ф.** Литоральная флора материкового побережья Японского моря // Тр. ИОАН СССР. 1957. Т.23. С.21-66.
- Funahashi S.** Sea seaweed in waters of Vladivostok and its vicinities // The Bulletin of Japanese Society of Phycology. 1966. Vol. XIV. N. 3. P. 123-130.
- Jamada S.** Исследования ламинарии // Сёкубуцу кэнкюдзасси. 1934. N. 10 (11). P. 732-736. (пер.с японского).
- Jamada S.** Исследования ламинарии (2) // Сёкубуцу кэнкюдзасси. 1935. N. 11(5). P. 318-320.
- Kjellmann F.R.** Om Beringhafvers Algflora // Bih.till Kgi. Sv. Vet.-Akad. Handl. Stockholm. 1899. Vol. 23. N. 8. P. 1-58. Pls. 1-7.

Ohmi H. The Marine Algae from Lake Tobuchi, Saghalien // Journ. of Fisheries. Japan. 1941. N 48. P. 1-14. 2 pl.

Ruprecht F.J. Algae Ochotensis. St. Peterburg. 1850. 243 p.

Tokida J. The marine algae from Robben Island, Saghalien // Bull. School Fish. Hokk. Imp. Univ. 1934. Vol. 4. P. 16-26.

Tokida J. The marine algae of southern Saghalien // Mem. Fac. Fish. Hokk. Univ. 1954. Vol. 2. N. 1. 264 p.

ГЛАВА 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ, РАССЕЛЕНИЕ И АРЕАЛЫ ВОДОРосЛЕЙ-МАКРОФИТОВ

Расселение водорослей в прибрежной зоне шельфа зависит от целого комплекса факторов, поэтому они встречаются в самых различных местообитаниях. Наиболее важные факторы, определяющие расселение и распространение водорослей, это температура воды, течения, ледовый режим и степень солнечной радиации. Водоросли обитают в супралиторали, на литорали и на различных уровнях сублиторали до глубины проникновения солнечного света, достаточного для фотосинтеза.



Рис. 24. *Blidingia minima* на каменистой супралиторали

известковые кораллиновые. В супралиторали часто скапливаются штормовые выбросы водорослей, которые служат убежищем и источником пищи для супралиторальных животных.



Рис. 25. Смешанное сообщество литоральной ванны

Супралитораль или зона заплеска – пограничная полоса между сушей и морем. Встречается здесь небольшое количество видов водорослей. Это, как правило, зеленые (*Urospora penicilliformis*, *Blidingia minima* (рис. 24), корковые бурые (*Leathesia difformis*), красные, распростертые на поверхности камней (*Hildenbrandtia*), и некоторые

Литораль – приливно-отливная зона. Верхняя граница определяется максимальным приливом, нижняя – максимальным отливом. Каждые сутки эта зона несколько часов находится под водой, затем море отступает, создавая достаточно жесткие условия жизни обитающим здесь организмам. Особый биотоп в этой зоне образуют литоральные ванны (рис. 25). Они представляют собой участки дна,

ограниченные от остальной акватории, где во время отлива всегда остается вода и для гидробионтов создаются специфические условия – повышенная температура, увеличение

солености за счет испарения воды или, наоборот, опреснение во время дождей. В зависимости от размеров и глубины этих ванн, здесь могут создаваться многовидовые сообщества.

В Приморье перепад высоты между максимальным (сизигийным) приливом и отливом составляет не более 0,5 м. Поэтому литоральная растительность в Японском море выражена не так явно, как в северных морях. Типично литоральных видов не много, поселяются они мозаично. Наиболее обычны багрянки (*Gloiopeltis furcata*, *Nemalion vermiculare*, известковые – *Corallina* и некоторые другие), зеленые (*Ulva fenestrata*, *Enteromorpha linza*, *Blidingia chadefaudii*), бурые (*Silvetia wrightii*, *Analipus japonicus*, *Ralfsia fungiformis*). Что касается *Gloiopeltis furcata*, то он является индикаторным видом верхнего уровня литорали (рис. 26). Важным фактором, определяющим расселение



Рис. 26. *Gloiopeltis furcata* и *Enteromorpha linza* на камнях литорали

водорослей на литорали, является ледовый покров, который может истирающе действовать на водоросли в зимний период.

Для литорали материкового побережья Японского моря характерно наличие летнего и зимнего нулей глубин. Связано это с тем, что летом в среднем и южном Приморье нижняя граница литорали поднимается вверх примерно на 25 см, и водоросли, живущие зимой на литорали, летом оказываются постоянно в воде. Горизонт между летним и зимним нулями глубин и прилегающую к нему самую верхнюю часть сублиторали до глубины 0,5-1 м в среднем и южном Приморье Т.Ф. Щапова выделила как мозаичную



Рис. 27. Сублиторальная кайма в бухте Соболев

сублиторальную кайму или растительную мозаику (рис. 27). В основном здесь преобладают красные водоросли *Corallina pilulifera*, *Rhodomela larix*, а также виды *Iridea*, *Laurencia* (Щапова, 1957) (рис. 28, 29).

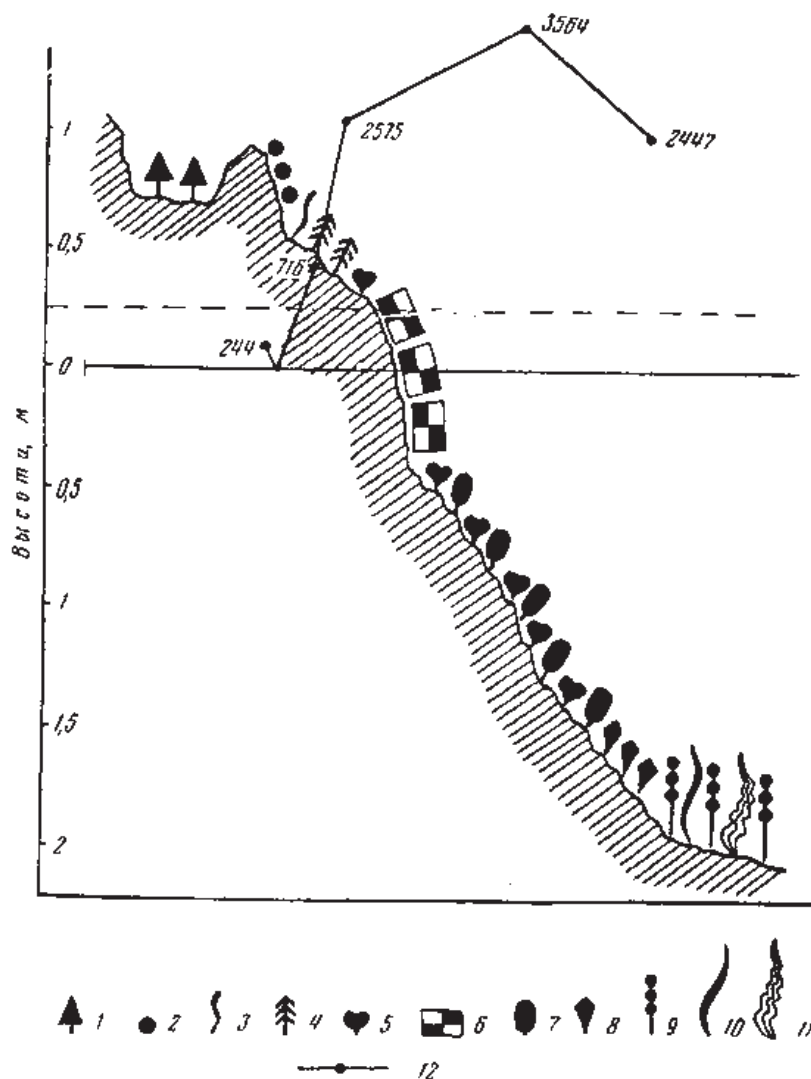


Рис. 28. Схема разреза через литораль з. Ольги, м. Линдера. 1 – *Pelvetia wrightii* f. *Babingtonii*, 2 – *Gloiopeltis capillaries*, 3 – *Nemalion helminthoides*, 4 – *Rhodomela larix*, 5 – *Corallina pilulifera*, 6 – растительная мозаика, 7 – *Iridea* sp., 8 – *Chondrus pinnulatus*, 9 – *Sargassum* sp., 10 – *Phyllospadix Scouleri*, 11 – *Costaria costata*, 12 – кривая распределения биомассы

Сублитораль – участок шельфа, простирающийся до глубины 200 м. Верхняя зона сублиторали – от литорали до глубин, где достаточно света для фотосинтеза называется **фиталью**. Нижняя граница фитали находится на глубине около 40 м, но в некоторых морях водоросли можно встретить и глубже. Так, максимальная глубина обитания кораллиновой багрянки у Багамских островов составляет 268 м (Littler et al., 1985; цит. по: Саут, Уиттик, 1990). Но, как правило, водоросли и морские травы образуют узкий пояс растительности в прибрежье на глубинах до 20-30 м. Для зал. Петра Великого (Японское

море) наибольшее видовое разнообразие отмечается в литорали и верхней сублиторали до глубины 5-6 м (Макиенко, 1975; Перестенко, 1980). Кроме того, богатое поселение водорослей наблюдается в сублиторальных ваннах открытого или закрытого типа (рис. 30).

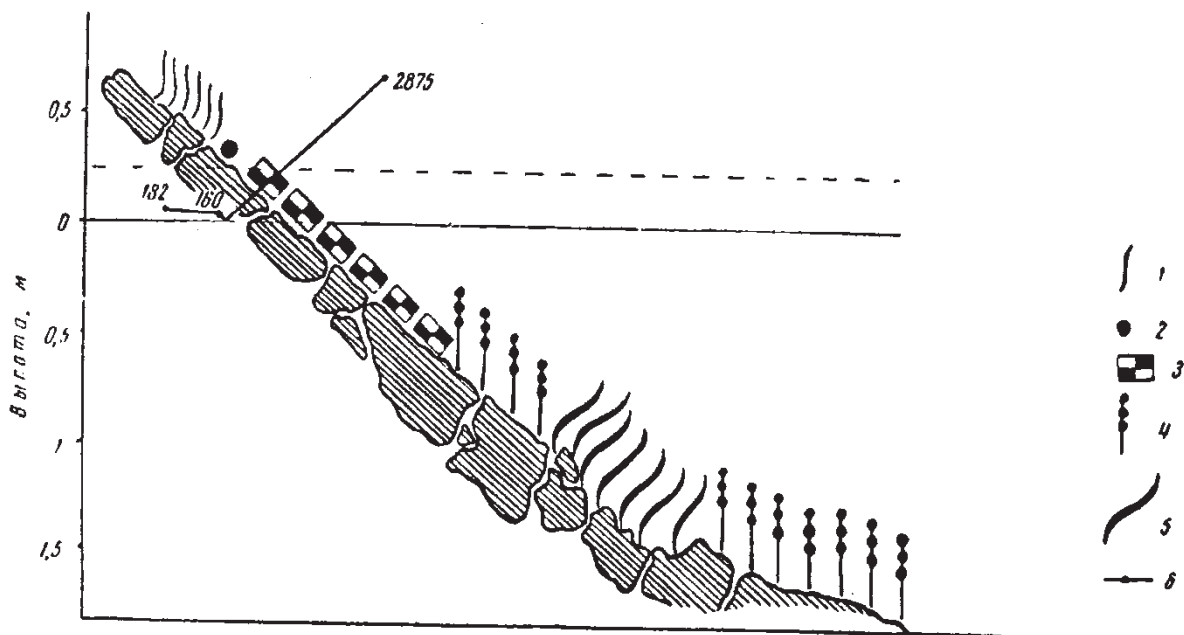


Рис. 29. Схема разреза через литораль о. Большой Пелис (залив Петра Великого). 1 – *Heterochordaria abietina*, 2 – *Gloiopeltis capillaries*, 3 – растительная мозаика, 4 – *Sargassum Miyabei*, 5 – *Phyllospadix Scouleri*, 6 – кривая распределения биомассы

Своеобразным экотопом являются каменистые платформы, тянущиеся вдоль побережья на десятки метров, на которых сплошным покровом развиваются известковые кораллиновые водоросли (рис. 31).



Рис. 30. Сублиторальные ванны открытого и закрытого типа на побережье Приморья

Свет является ведущим фактором в распределении растительных группировок сублиторальной зоны. Количество и спектральный состав света резко уменьшаются с глубиной. Красный свет поглощается водой в первую очередь. Главный пигмент, определяющий фотосинтез, это хлорофилл. Для расширения спектра улавливаемой фотосинтетически активной радиации (ФАР) бурые и красные водоросли



Рис. 31. Каменистые платформы в Уссурийском заливе.

используют вспомогательные пигменты – фукоксантин, фикоцианин и фикоэритрин, что позволяет им использовать для фотосинтеза энергию света той длины волны, которая проникает на большие глубины. С определенной глубины водоросли расти не могут. Наступает состояние, при котором процессы фотосинтеза и дыхания уравниваются друг друга. Это состояние называется **компенсационной точкой**. Компенсационная точка зависит от внешних условий: интенсивности света, температуры и других условий. На больших глубинах водоросли не растут, так как траты на дыхание у них не будут компенсированы за счет фотосинтеза. Положение этих глубин варьирует в зависимости от

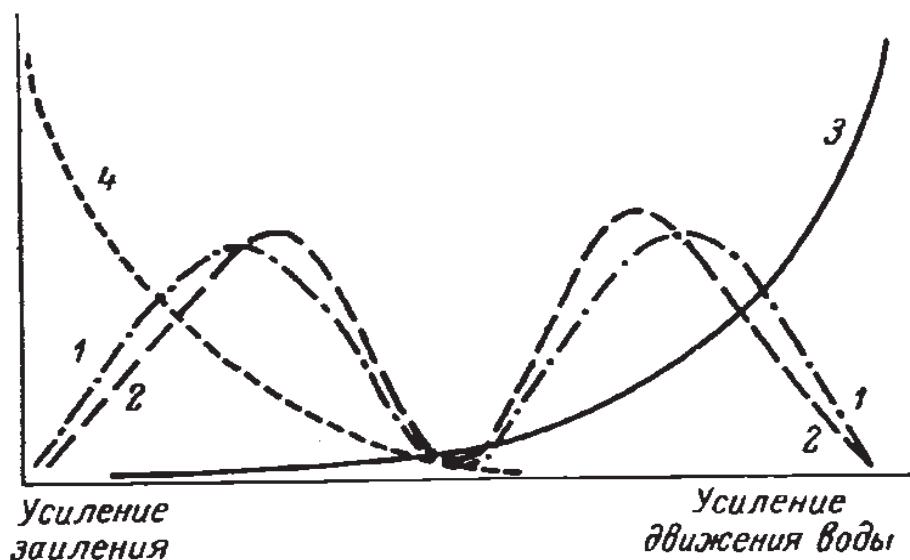


Рис. 32. Зависимость развития макроскопических водорослей (биомасса – 1, число видов – 2) от интенсивности движения воды (3) и заиления или наличия других источников биогенных элементов (4). (Петров, 1974)

прозрачности воды от нескольких метров до 100 м и более. В умеренных широтах она составляет 30-40 м.

Помимо света для водорослей экологически значимы температура, воздействие волн, концентрации биогенных элементов и растворенных газов (кислород, углекислый газ). При этом нужно учитывать, что некоторые из факторов могут взаимодействовать между собой. Любой из факторов в зависимости от обстоятельств может играть ведущую роль (рис. 32). Действие одних факторов может частично компенсироваться другими: так, низкая концентрация биогенных элементов в воде уравнивается усилением динамики водных масс. Относительная высота пиков кривых 1 и 2 на рис. 32 может меняться в зависимости от набора видов, произрастающих в данном районе.

Интенсивное развитие водорослей наблюдается в местах с постоянным прибоем, а также в местах, где повышено содержание биогенных элементов, но нет интенсивного движения воды. В свою очередь водоросли отсутствуют там, где нет постоянного движения воды и притока биогенных элементов. Гидродинамика благоприятна для водорослей также и тем, что уменьшает заиление. Волны и течения препятствуют фитофагам поселяться в зарослях. В прибойных местах водоросли гораздо меньше повреждаются морскими ежами и другими фитофагами.

Впервые биономическое деление для литорали северных морей было предложено Е.Ф. Гурьяновой, И.Г. Заксом и П.В. Ушаковым в 1925 г. Для дальневосточной литорали **биономические типы (БТ)** разработаны О.Г. Кусакиным (1961), а для сублиторали - В.И. Лукиным (1982):

1-й БТ, 6-я степень прибойности.

Открытый океанический берег. Подводный береговой склон не защищен от прямого действия волн.

2-й БТ, 4-я и 5-я степени прибойности.

Открытый морской берег. Подводный береговой склон не защищен от прямого действия волн (рис. 33). Большая часть побережья северного Приморья относится к этому биономическому типу.



Рис. 33. Открытый морской берег. Побережье северного Приморья

3-й БТ, 3-я степень прибойности.

Умеренно защищенный берег. К этому типу относятся участки подводного берегового склона открытых берегов, защищенных от прямого действия волн подводными и надводными камнями. К этому же типу можно

отнести срединные части глубоко врезаемых в берег бухт и заливов, а также кутовые части полузакрытых бухт (рис. 34).

4-й БТ, 2-я степень прибойности. Хорошо защищенный берег. К данному типу относятся участки подводного склона открытых берегов, защищенных от прямого действия волн островами и кутовые части глубоко врезаемых в берег бухт и заливов (рис. 35).

5-й БТ, 1-я степень прибойности. Закрытые бухты (рис. 36).



Рис. 34. Умеренно защищенный берег на южной оконечности о. Путятина и в средней части Уссурийского залива



Рис. 35. Защищенный берег б. Киевка



Рис. 36. Закрытая кутовая часть Амурского залива

Одним из важных факторов для развития водорослей является субстрат. Водоросли поселяются на твердых грунтах – скалах, валунах, где они могут надежно закрепиться. На мягких грунтах поселяются морские травы, корневища которых распространяются по поверхности заиленного песка. Водоросли – макрофиты на песчаных и илисто-песчаных грунтах крайне редки и встречаются лишь там, где они могут прикрепиться к одиночным камням и раковинам. Единственный биоценоз, который формируется на мягких грунтах – это пласты неприкрепленных водорослей. На Дальнем Востоке в зал. Петра Великого

Японского моря, в зал. Измены на о. Кунашир, в лаг. Буссе в южной части о. Сахалин формируются особые условия, позволяющие красной водоросли – агароносу *анфельции тобучинской* образовывать огромные скопления.

Отдельные местообитания складываются в область распространения вида – ареал. Изучением закономерности географического распространения растений на поверхности Земли занимается наука **фитогеография**.

Температура воды оказывает влияние на рост, определяет жизненный цикл водорослей, а также их расселение. Одну из первых фитогеографических систем предложил Сетчелл (Setchell, 1915; цит. по Перестенко, 1982), выделивший климатические зоны по границам летних (августовских) изотерм с интервалами в 10 и 5° С. В прибрежье Мирового океана выделяют следующие фитогеографические зоны: I – Арктическую, II – Бореальную, в которой выделяют высокобореальную и низкобореальную подзоны, III – Тропическую с тропической и субтропической подзонами, IV – Нотальную с низконотальной и высоконотальной подзонами, а также V – Антарктическую (рис. 37; табл. 2).

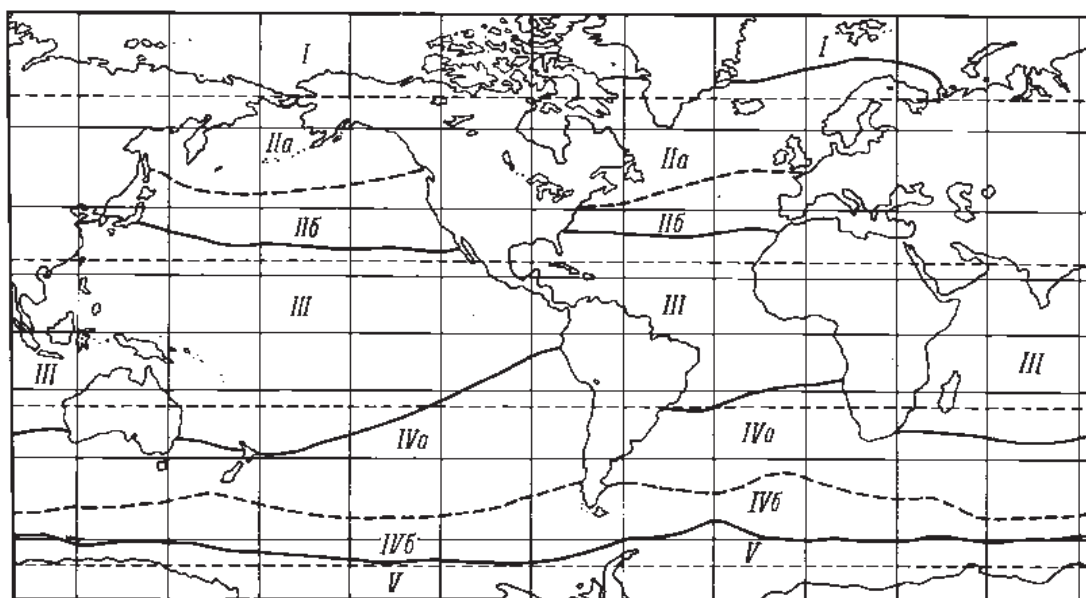


Рис. 37. Схема зонального фитогеографического районирования Мирового океана

(по: А. Зиновой, 1962, с дополнениями Виноградовой, 1984)

Арктическая и Антарктическая зоны характеризуются бедностью видового состава литоральной флоры. Объясняется это крайне суровыми условиями обитания водорослей. Такие факторы, как низкие температура и освещенность, длительный период наличия ледового покрова и истирающее действие льда позволяют существовать только небольшому количеству видов. Бореальная и Нотальная зоны представлены богатым видовым разнообразием макрофитов, как на литорали, так и в сублиторали.

Фитогеографические зоны Мирового океана (А. Зинова, 1962)

Название группы	Характеристика
Арктическая	Распространение в пределах Арктической полярной зоны
Субарктическая	Распространение в ниже-арктической подзоне и ближайших районах Бореальной зоны
Арктическо-бореальная	Входят виды с широким распространением в Арктической и Бореальной зонах
Широко-бореальная	Широкое распространение в пределах Бореальной зоны
Верхне-бореальная	Распространены виды, приуроченные к водам соответствующих подзон Бореальной зоны
Средне-бореальная	
Ниже-бореальная	
Бореально-тропическая	Широкое распространение в Бореальной и Тропической зонах
Субтропическая	Распространение вдоль границы с Бореальной зоной, в пределах Тропической зоны
Тропическая	Распространение в пределах Тропической зоны
Субтропическая	Распространение вдоль границы с Аустральной (нотальной) зоной в пределах тропической зоны
Аустрально-тропическая	Распространение видов характерное для групп Северного полушария
Ниже-аустральная	
Средне-аустральная	
Верхне-аустральная	
Широко-аустральная	
Антарктическо-аустральная	
Субантарктическая	
Антарктическая	
Космополиты	Распространены во всех океанах

В Тропической зоне лимитирующим фактором является, наоборот, высокая температура и сильная солнечная радиация. Водоросли, произрастающие в сублиторали, представлены большим количеством видов зеленых и красных водорослей.

Первичным фактором биогеографической дифференциации являются широтные температурные различия. Если ареал вида простирается в пределах одной природной зоны, то он называется **зональным**. В том случае, когда ареал охватывает несколько широтных зон, то он называется **интразональным**. **Мультизональные** ареалы – это ареалы, простирающиеся от полярных широт до тропиков (Кафанов, Кудряшов, 2000).

Российское побережье Японского моря относится к бореальной зоне. Среди обитающих здесь водорослей преобладают широко–бореальные виды, тем не менее, в северных районах побережья Приморья нередки арктические и субарктические виды, а на юге – зал. Петра Великого, зал. Посыета – поселяются бореально-тропические и субтропические. Бореальная зона дальневосточных морей это "царство" ламинариевых с богатым видовым разнообразием и огромной биомассой.

ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 3

Виноградова К.Л. К истории формирования морской флоры Chlorophyta. (Комаровские чтения, XXXIV). Л.: Наука, 1984. 66 с.

Гурьянова Е.Ф., Закс И.Г., Ушаков П.В. Сравнительный обзор литорали русских северных морей // Раб. Мурм. биол. станции. 1925. Т. 1. С. 110-130.

Зинова А.Д. К вопросу о фитогеографическом (зональном) районировании прибрежной полосы Мирового океана // Тез. докл. конф. по совместным исслед. фауны и флоры. Л.: Изд-во ЗИН АН СССР, 1962. С. 1-11.

Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография: Учебное пособие. М.: Наука, 2000. 176 с.

Кусакин О.Г. Некоторые закономерности распределения фауны и флоры в осушной зоне южных Курильских островов // Исслед. дальневост. морей СССР. 1961. Вып. 7. С.312-343.

Лукин В.И. Биомические типы верхней сублиторали дальневосточных морей СССР // Биология шельфовых зон Мирового океана. Тезисы докладов Второй всесоюзной конференции по морской биологии. Владивосток, сентябрь 1982. Ч. 1. С. 44-45.

Макиенко В. Ф. Водоросли-макрофиты залива Восток (Японское море) // Биол. моря. 1975. № 2. С. 45-57.

Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. Л.: Наука. 1980. 232 с.

Перестенко Л.П. К биомии литоральной и сублиторальной зон материкового побережья Японского моря // Ботан. журн. 1969. Т. 54. № 10. С. 1554-1557.

Перестенко Л.П. О принципах зонального биогеографического районирования шельфа Мирового океана и о системах зон // Морская биогеография. М.: Наука, 1982. С. 99-114.

Петров Ю.Е. Распределение морских бентосных водорослей как результат влияния системы факторов // Ботан. журн. 1974. Т. 59, № 7. С. 955-966.

Саутт Р., Уиттик А. Основы альгологии. М.: Мир, 1990. 597 с.

Щапова Т.Ф. Литоральная флора материкового побережья Японского моря // Тр. ИОАН СССР. 1957. Т.23. С.21-66.

ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Водоросли - это наиболее древние представители Царства растений на Земле. Они стояли у истоков эволюции, создавая органические вещества из простых элементов с помощью энергии Солнца. Эти элементы (углерод, кальций, магний, железо, йод и др.) морские растения накапливают в количествах, на несколько порядков превышающих их содержание в воде. Те же минеральные элементы присутствуют и в организме человека. С этой точки зрения морские водоросли можно рассматривать как наиболее ценный природный минеральный продукт. Именно из морских растений в 1812 г. впервые был выделен йод, и долгое время это был единственный способ его получения. В глубокой древности на заре развития земледелия люди использовали золу морских растений для удобрения почвы, ими же кормили домашних животных. Жители прибрежных стран использовали водоросли в пищу, интуитивно понимая, что таким образом они защищают себя от многих болезней. У Г.И. Гайла, Е.С. Зиновой и других известных российских исследователей водорослей и трав мы находим сведения о том, что император Канси, зная свойства морской капусты лечить и предотвращать расстройства, возникающие на фоне дефицита йода в организме, обязал население Мукденской провинции съедать ее не менее 5 фунтов (2,3 кг) в год. Приводятся также данные об использовании водорослей для лечения и профилактики болезней пищеварения, почек, фурункулеза, насморка, сифилиса, кожных заболеваний. Не только в азиатских странах, но и в Средиземноморье с дохристианских времен употребляли различные виды красных водорослей в качестве глистогонного средства (Stein, Borden 1984). В Папирусах древних египтян есть упоминание о применении морских водорослей для лечения рака молочной железы. Такие же рекомендации находят в древних Аюрведических текстах.

В современном мире водоросли снова приковали к себе пристальное внимание ученых. Исследованиями ВОЗ (Всемирная организация здоровья), выполненными за последние 30 лет в области влияния питания на здоровье человека, показано, что в европейских странах около половины случаев смерти в возрасте до 65 лет обусловлены болезнями, связанными с несбалансированным питанием. Сердечно-сосудистыми заболеваниями страдают до 40% населения, болезни желудочно-кишечного тракта обнаруживаются у более 35% взрослых и детей, аллергические реакции – у каждого третьего жителя планеты (Политика., 2002). Этих заболеваний можно избежать или облегчить их протекание с помощью правильно организованного питания. Для большинства населения европейских стран главная ценность продуктов моря связана с рыбой, моллюсками, которые являются источником белка. Однако в середине 20-го

столетия диетологи обратили пристальное внимание на водоросли. Их важность для здоровья человека была подробно освещена в крупных научных журналах, таких как «Botanica marina» (Loose et al., 1966). Водоросли являются низкокалорийным продуктом с минимальным количеством простых сахаров, но содержащих много пищевых волокон, биогенных элементов, витаминов. Например, при дефиците витамина В₁₂ у человека начинается анемия, нарушения деятельности нервной системы. Этот витамин отсутствует в овощах и поступает в организм человека только при употреблении животных продуктов. Но оказалось, источником витамина В₁₂ могут быть морские водоросли, особенно много его в слоевищах порфиры.

К настоящему времени о пользе и способах применения морских водорослей в пищу опубликованы книги в разных странах (Чэпмен, 1953; Arasaki, Arasaki, 1983; McConnaughey, 1985; Tylor, 2009; и др.). Факты, приведенные в древних рукописях, подтверждаются современными исследованиями. Установлено, например, что у жителей Окинавы в Японии, постоянно употребляющих в пищу сырые водоросли, самая низкая смертность от рака. Антиоксиданты, антибиотики, противоопухолевые вещества, соединения, понижающие уровень холестерина и глюкозы в крови, артериальное давление – это лишь небольшой перечень веществ водорослей, действие которых было установлено многочисленными исследованиями. Часть этих данных опубликована в книге японского автора К. Низизава (Nisizawa, 2002). Таким образом, применение водорослей в народной медицине было научно подтверждено, открылись новые пути их использования в фармакологии, биотехнологии, косметологии, сельском хозяйстве (Промысловые..., 1998; Суховеева, Подкорытова, 2006; Морские водоросли..., 2008).

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Морские водоросли в процессе роста и развития накапливают уникальные, часто несвойственные растениям суши, органические и минеральные вещества. Содержание минеральных веществ в водорослях зависит от их таксономической принадлежности и условий обитания. Больше всего металлов, например, накапливают красные водоросли, меньше всего – бурые. Однако последние содержат самые высокие концентрации галогенов, в частности йода и брома. Органические вещества водорослей представлены углеводами, белками, липидами, низкомолекулярными соединениями, такими как свободные аминокислоты, **маннит** (главным образом у бурых водорослей), фенолы и другие метаболиты (рис. 38). Основная масса органических веществ водорослей приходится на углеводы, которые состоят главным образом из полисахаридов (Percival, Dowell, 1967).

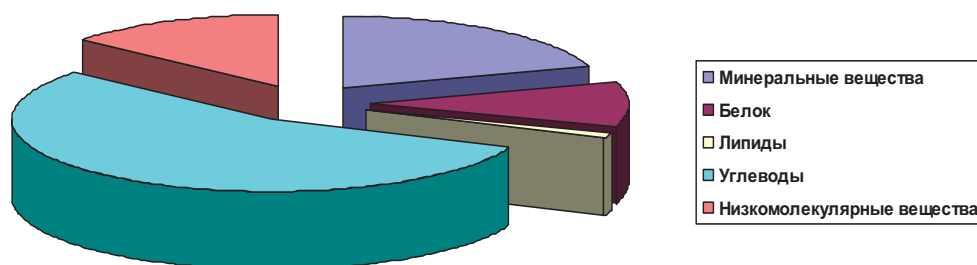


Рис. 38. Химический состав водорослей

Синтез органических веществ в растениях происходит с участием пигментов, и в первую очередь хлорофиллов. Состав пигментов и основных полисахаридов бурых, красных и зеленых водорослей отличается (Саут, Уиттик, 1990) (табл. 3).

Таблица 3

Основные пигменты и полисахариды различных отделов водорослей

Наименование отдела	Название пигмента, определяющего окраску водорослей	Название полисахарида
Бурые	Фукоксантин	Альгинат Ламинаран Фукоидан
Красные	Фикоэритрин, фикоцианин	Агар Каррагинан
Зеленые	Хлорофилл	Специфичных названий нет

Название самого крупного таксона водорослей (отдела) соответствует окраске слоевищ, определяемой соотношением хлорофиллов и каротиноидов. В слоевищах всех водорослей обязательно присутствуют хлорофиллы, но они могут быть разные: помимо хлорофилла *A* в клетках зеленых водорослей есть также хлорофилл *B*, у бурых - хлорофилл *C*, красных - хлорофилл *D*. По составу каротиноидов (каротинов и ксантофиллов) они могут также могут отличаться. Характерную окраску бурым водорослям придает фукоксантин, относящийся к ксантофиллам, у них обнаружены β - и ϵ (эпсилон) - каротины, а в слоевищах зеленых - α - и β -каротины. Красные водоросли содержат специфичные пигменты – фикобилипротеины (красный фикоэритрин и синий фикоцианин). Интерес многих исследователей к фикобилипротеинам обусловлен их

практическим значением - эти белки-пигменты обладают очень яркой интенсивной флуоресценцией и применяются в биологических исследованиях, где требуются высокочувствительные флуоресцентные метки. Есть также данные, указывающие на возможность применения фикобилипротеинов как противоопухолевого средства. Весьма перспективны они в качестве природных красителей для пищевой промышленности.

Полисахариды. Водоросли разных отделов отличаются не только составом пигментов, но и образуемых с их помощью углеводов, главным образом полисахаридов (табл. 3). В бурых водорослях одновременно присутствуют три типа полисахаридов - **альгинат, ламинаран, фукоидан**, а у красных – **агар** или **каррагинан**. Состав полисахаридов зеленых водорослей очень разнообразен, но пока мало изучен и не имеет специфических названий. Полисахариды могут играть роль структурных веществ, образующих основу клеточной оболочки (скелетные полисахариды), и своеобразного энергетического запаса (резервные полисахариды или запасные вещества). Важным свойством полисахаридов является их способность связывать воду в большом количестве, поэтому их часто называют гидроколлоидами. В таком состоянии они находятся в составе межклеточного вещества и могут предохранять обнажающиеся при отливе водоросли от высыхания. Благодаря сорбционным свойствам полисахаридов регулируется поступление минеральных элементов из воды в клетки растений.

В результате многочисленных исследований биологической активности растительных полисахаридов они приобрели большую популярность в диетическом питании и в медицине. Полисахариды водорослей относятся к категории пищевых волокон, которые активно участвуют в метаболических процессах желудочно-кишечного тракта, влияют на обмен веществ и необходимы для нормальной жизнедеятельности организма человека. Альгинат, агар, каррагинан в питании используются уже более двух столетий.

Альгинат открыл шотландский химик Стэнфорд в 1880-е годы и назвал «alginate» как производное от слова “alga” (водоросль). Альгинат – соль **альгиновой кислоты** состоит из двух моносахаридов - маннуриновой и гулуриновой кислот. От их соотношения зависят физико-химические свойства альгинатов, такие как вязкость, способность к гелеобразованию, сорбции металлов. Это, в свою очередь, определяет назначение альгинатов в различных отраслях промышленности и медицине. Соли альгиновой кислоты, содержащие одновалентные металлы (калий, натрий), хорошо растворимы в воде и образуют вязкие клейкие растворы. Нерастворимый в воде альгинат кальция используют для капсулирования. В альгинатные капсулы вводят лекарственные препараты или на основе альгината кальция получают специальные медицинские

материалы, например для покрытия обширных ран и ожогов. Ионно-обменные свойства альгинатов считаются наиболее важными с медицинской точки зрения. Их обычно используют при отравлениях тяжелыми металлами (свинцом, кадмием и другими). Альгинаты способны сорбировать не только стабильные ионы металлов, но и их радиоизотопы, например, ^{90}Sr , ^{137}Cs , чаще всего образующиеся при авариях на атомных станциях. Наиболее эффективным энтеросорбентом токсичных элементов считается альгинат кальция. Альгинат натрия обладает выраженным противовоспалительным, спазмолитическим, обволакивающим эффектом, ускоряет процессы регенерации слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, обладает послабляющим эффектом, снижает агрессивную активность среды желудка, отмечена также его антибактериальная активность. Клинические испытания альгината натрия показали значительный терапевтический эффект при лечении желудочно-кишечных заболеваний - гастрита, колита, дисбактериоза (Аминина, 2006).

Агар состоит в основном из остатков галактозы. Отличительной особенностью этого полисахарида является его нерастворимость в холодной, но быстрая растворимость в кипящей воде (Чэпмен, 1953). Благодаря особым свойствам гелей, полученных из агара, таким как гистерезис (разница между температурами плавления и застудневания) и устойчивость к действию многих бактериальных ферментов, применение агаровых гелей уникально, и до сих пор им не найдено достойной замены. Благодаря этим свойствам агар применяют в медицине, микробиологии, биотехнологии при выращивании культур бактерий и грибковых микроорганизмов.

Каррагинан – это сульфатированный полисахарид, содержащий остатки галактозы. В отличие от агара, каррагинан легко растворим в холодной воде, образуя вязкие растворы. При этом гелеобразование каррагинанов зависит не от температуры, а от взаимодействия с определенным катионом, обычно калием (Усов, 1985). В литературе имеются сведения о его противоопухолевых, антибактериальных, противовирусных, противовоспалительных и других свойствах.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) определила рекомендуемую дозу потребления пищевых волокон – не менее 30 г в сутки. В нашей стране количество потребляемых пищевых волокон недостаточно, намного ниже мирового уровня, а морские полисахариды практически не используются, что отрицательно сказывается на здоровье. Продукты с высоким содержанием пищевых волокон морского или наземного происхождения (например, альгината или пектина) способствуют снижению уровня глюкозы в крови. Таким же действием обладают и полисахариды красных и зеленых водорослей. Недавно было обнаружено, что сульфатированный **галактан** красной

водоросли *Gloiopeltis* значительно снижает уровень глюкозы в крови (Nisizawa, 2002), в Японии его употребляют в свежем виде. Применение в пищу водорослей предупреждает развитие атеросклероза, в основном также за счет действия полисахаридов. С их помощью происходит повышение уровня липопротеидов высокой плотности и снижение уровня липопротеидов низкой плотности, что приводит к снижению риска образования холестериновых бляшек в кровеносных сосудах (Аминина, 2006). Полисахариды большинства видов бурых, красных, зеленых водорослей, например *Enteromorpha*, *Laminaria*, *Undaria*, *Porphyra*, обладают таким же действием (Nisizawa, 2002). Максимальную активность показывает фукоидан, несколько слабее оказалось действие альгината натрия, агара и глюкороноксиламанана (зеленая водоросль *Monostroma nitidum*), незначительным эффектом обладает фуноран (красная водоросль *Gloiopeltis tenax*) и очень слабым - порфиран (красная водоросль *Porphyra yezoensis*).

Фукоиданы бурых водорослей обладают наиболее сильным действием на организм человека. К настоящему времени достаточно подробно исследованы их антикоагулянтные свойства (сходные с применяемым в медицине препаратом гепарина). Обнаружена высокая активность фукоиданов из *U. pinnatifida*, *Saccharina* (*Laminaria*) *gurjanovae*, *Fucus evanescens*, *S. cichorioides*, *S. japonica* (Кузнецова и др., 2006). Сульфатированные полисахариды некоторых зеленых водорослей (*Monostroma*, *Enteromorpha*, *Ulva*, *Codium*) обладают сходными с фукоиданом свойствами, хотя в их составе присутствует в основном рамноза, а не фукоза (Nisizawa, 2002). Причем антикоагулянтные свойства выше у полисахаридов, которые выделены из водорослей, относящихся к семейству *Monostromataceae* и *Cladophoraceae*, по сравнению с *Ulvaceae* и *Codiaceae*. Кислые полисахариды бурых водорослей обладают иммуномодулирующим действием, противоопухолевой и противовирусной активностью. Обнаружено, например, что фукоиданы из *Sargassum horneri* уменьшают рост саркомы и карциномы. Сульфатированные галактофуканы из *Undaria pinnatifida* показывают ингибирующую активность против вирусов герпеса HSV-1, HSV-2, HCMV *in vitro* (Кузнецова и др., 2006).

Полисахариды красных водорослей также обладают разнообразной биологической активностью. Использование экстракта каррагинана из *Chondrus crispus* описано в Ирландии приблизительно в 1810 г. для лечения болезней дыхательных путей. В настоящее время уже известно, что каррагинан замедляет свертывание крови, обладает противосклеротическим эффектом, ингибирует опухолевые метастазы, обладает подавляющим действием в отношении вируса простого герпеса. Возможно применение в медицине не только природных, но и модифицированных полисахаридов. Установлено в

частности, что деградированные ламинараны тормозят рост клеток меланомы рака кишечника.

Белки. Содержание белков в водорослях в среднем составляет 10-15 % на сухую массу, что сопоставимо с наземными растениями. Но с учетом высокого содержания воды в слоевищах (80-90 %), их нельзя отнести к значимым источникам белка. Однако в составе водорослей обнаружены уникальные вещества, например йодсодержащие белки, которые являются аналогами гормонов щитовидной железы у человека. В слоевищах водорослей содержатся также белки, имеющие сходное с инсулином действие. Из красной водоросли *Gelidium pacificum* было выделено вещество, которое действует медленнее, чем инсулин, но гораздо дольше (Nisizawa, 2002).

Морские организмы в больших количествах содержат необычную аминокислоту - таурин. У человека она не входит в состав белков, присутствует или в свободном виде или в виде пептидов. Особого значения открытие таурина не получило до тех пор, пока в 1970 году ученые не обнаружили его незаменимость в качестве элемента питания кошек. Без него у животных начинались атрофия сетчатки глаз и проблемы с работой сердца. Такие же нарушения развиваются и у человека при дефиците таурина. В настоящее время это вещество уже используется в медицине, например в качестве глазных капель. Таурин участвует также в синтезе желчных кислот, нарушение которого приводит к накоплению холестерина низкой плотности и ожирению. В слоевищах морских водорослей таурина содержится больше, чем в других растениях. Особенно много его в багрянке порфире (1000-1200 мг в 100 г сушеных водорослей).

Недавно установлено, что некоторые олигопептиды обладают гипотензивной способностью, из белков *Porphyra yezoensis* было выделено пять таких олигопептидов. Подобным действием обладают тетра-пептиды из *Undaria pinnatifida*. В бурых водорослях, кроме того, обнаружен ламинин – углеводно-белковое соединение, которое также понижает кровяное давление. Особенно много ламинина в слоевищах представителей ламинариевых, например у *Laminaria angustata* (Nisizawa, 2002). Ламинин относят к группе бетаинов - производных аминокислот, содержащих метильные группы. Бетаины широко представлены в растительном мире и беспозвоночных. Бетаины водорослей значительно снижают уровень холестерина в плазме крови животных и предполагают, что они обладают противоопухолевым действием. Бетаины положительно действуют на рост, урожайность, стрессоустойчивость сельскохозяйственных растений.

В водорослях содержатся также необычные аминокислоты, которые в настоящее время относят к классу нейротоксинов. Значительное количество нейротоксинов синтезируется микроводорослями, но в небольших количествах они встречаются и в

макрофитах. В начале 20 века в Японии отвары красных водорослей из семейства *Rhodomelaceae*, например, *Digenea simplex* применяли как антигельминтное средство. Поэтому жители Японии до сих пор не имеют проблем, связанных с инвазией кишечными паразитами (Nisizawa, 2002). Это действие обусловлено наличием в слоевищах красных водорослей и клетках микроскопических водорослях семейства перидиниевых домоевой и каиновой кислот. В природе домоевая кислота накапливается в тканях двустворчатых моллюсков, анчоусов, сардин, которые питаются микроводорослями. При употреблении этих гидробионтов в пищу известны случаи сильного отравления нейротоксинами людей, обычно в периоды массового развития микроводорослей, то есть "цветения" морской воды.

Липиды. Водоросли можно считать наилучшим диетическим продуктом для снижения веса, так как они содержат много полезных для здоровья человека жирных кислот и всего лишь от 1 до 10 % липидов. В отличие от наземных растений морские водоросли содержат полиненасыщенные (полиеновые) жирные кислоты в значительно большем количестве. Состав их по положению двойных связей (ω -3, ω -6) или по длине углеродной цепи (C_{16} , C_{18} и т.д.) может отличаться у представителей разных отделов. В слоевищах зеленых преобладают C_{16} и C_{18} кислоты, красные больше всего содержат C_{20} жирных кислот (особенно, арахидоновой и эйкозопентаеновой), бурые - C_{18} и C_{20} кислоты. Например, у *Alaria angusta* содержится около 40% полиеновых кислот ω -3 серии (от суммы жирных кислот) (Хотимченко, 2003). Из красных водорослей больше всего эйкозопентаеновой кислоты обнаружено у представителей семейства пальмариевых (60-70 % от общего количества жирных кислот), а в наземных растениях она вообще не обнаружена. Без употребления полиеновых кислот человеку невозможно справиться с сердечно-сосудистыми и другими заболеваниями. Например, эйкозопентаеновая кислота предотвращает развитие склероза вен.

Все морские водоросли содержат вещество под названием фукостерол (или фукостерин), особенно много его обнаружено в слоевищах бурых. Фукостерол принадлежит к той же группе стеролов (стеринов), что и холестерин, но в отличие от последнего способствует расщеплению жиров в крови и снижает кровяное давление. Он встречается только в морских растениях, а в наземных есть подобное вещество, которое называется ситостерол. Эксперименты показали, что они действуют как антикоагулянты, причем эффективность фукостерола в 3 раза выше, чем ситостерола.

Низкомолекулярные вещества. Все растения содержат терпеновые соединения, относящиеся к классу углеводов. Много терпенов и их производных (терпеноидов) входят в состав эфирных масел растений, например хвойных деревьев. Обнаружены они и

в водорослях. Терпеноиды имеют широкий спектр биологического действия и используются для создания лекарственных препаратов. В теле человека эти вещества участвуют в биосинтезе стероидных гормонов, ферментов, некоторых витаминов (Д, Е, К), холестерина, желчных кислот. Некоторые терпеноиды обладают сильной антибиотической активностью. Например, терпеноиды, выделенные из багрянки *Laurencia subopposita*, чрезвычайно активны в отношении стафилококков и микобактерий.

Бурые водоросли (по сравнению с зелеными и красными) содержат большое количество дубильных веществ – танинов, обладающих вяжущим вкусом. В медицине растительные танины применяют как антисептики, противодиарейные и кровоостанавливающие средства. Танин водорослей называется флоротанин и отличается по структуре от танина наземных растений, хотя имеет сходные физиологические свойства, к примеру, высокую антиоксидантную активность. Много флоротанина содержат бурые водоросли *Hizikia sp.*, что делает ее несъедобной для некоторых видов моллюсков. Имеются данные и о том, что флоротанины обладают антибиотической активностью, поэтому на поверхности слоевищ многие бактерии не могут развиваться. Флоротанины выделены из слоевищ *Ulva*, *Enteromorpha*, *Fucus*.

В водорослях широко представлены **карбоновые кислоты**, например акриловая. Она обладает антибиотическими свойствами, оказывая сильное действие на бактерии. Наибольшую эффективность в подавлении патогенных микроорганизмов показывают красные водоросли, что чаще всего связывают с наличием в их тканях галогеновых соединений (хлор, йод, бром и др.). В некоторых багрянках из сем. *Rhodomelaceae* особенно много бромфенолов, так, экстракты из *Odonthalia corymbifera*, содержащие бромфенолы, обладают ингибирующим действием относительно грибов из рода *Candida* и *Aspergillus*.

Высокое содержание йода в морских водорослях в начале 20 века сделало их основным источником для производства дезинфицирующих препаратов. В настоящее время йод обычно получают из неорганического сырья (отходы производства селитры и нефтяные буровые воды), водоросли же используют в пищу для профилактики и лечения заболеваний, связанных с дефицитом йода. Водоросли содержат все необходимые составляющие для синтеза гормонов щитовидной железы в организме человека - йод, микроэлементы, аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты. Йод, содержащийся в растительных пищевых продуктах, лучше усваивается щитовидной железой, чем медицинский препарат йодистого калия. Больше всего йода накапливается в слоевищах бурых водорослей (табл. 4). В 1г сухого слоевища содержится 1000-2000 мкг йода, в то время как суточная доза его для человека составляет 200-250 мкг. Иными словами

ежедневное употребление крохотной щепотки сушеной ламинарии обеспечивает организм человека необходимым количеством йода для главного "диспетчера" эндокринных желез. Интересен тот факт, что йодистые органические соединения водорослей также способствуют снижению уровня холестерина.

Таблица 4.

Содержание органических соединений йода в морских водорослях (Tsuchiya, 1969)

Соединение йода	<i>Laminaria</i> sp.	<i>Sargassum</i> sp.
Монойодтирозин	1.55	10.61
Дийодтирозин	2.33	4.04
Трийодтирозин	0.91	1.51
Тироксин	1.3	1.9
Йодсодержащий белок	0.67	5.56
Йодсодержащее вещество неустановленного строения	2.9	8.72

Таким образом, в слоевищах морских водорослей имеются вещества, обладающие разнообразным действием на организм человека. Это открывает широкую перспективу использования морского растительного сырья для здорового питания, профилактики и лечения многих заболеваний. Современные исследования свидетельствуют о возможности применения водорослей в качестве лечебно-профилактических продуктов, натуральных биологически активных добавок, медицинских препаратов для человека, а также биологически активных продуктов для сельского хозяйства, животноводства, марикультуры и других направлений деятельности человека.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРосЛЕЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
МЕДИЦИНЕ И ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Использование водорослей в истории человечества фрагментарно отражено в немногих источниках задолго до нашей эры. Так, во времена Римской империи еще 2000 лет назад Плиний Старший, натуралист и философ, уже писал об использовании морских водорослей. Особенно популярны были водоросли в странах Юго-Восточной Азии. В Китае в 600 г. до н.э. Зе Теу писал: "Некоторые морские водоросли – деликатес для самых почтенных гостей, даже для самого Короля". Известно об использовании водорослей из рода *Laminaria* (по-китайски konbu или haidai) в этой стране с 5-ого столетия (Tseng,

1981a, 1981b). В Европе раньше всего были известны съедобные водоросли. В исландских сагах 10-го столетия упомянута багрянка *Palmaria palmata*. Известно также о ее применении в пищу в Ирландии и Шотландии в течение очень долгого времени (Guiry, 1991).

Пищевое использование водорослей. В Японии в кулинарии используется 21 вид водорослей и шесть из них – с 8-ого столетия (Indergaard, 1983). Доля водорослей в пищевом рационе японцев достигает 20 %. В супермаркетах, на рынках продаются не только готовые продукты, но и свежие, сушеные и соленые водоросли для домашнего приготовления. Самые важные пищевые виды в Японии - *Porphyra*, *Laminaria* и *Undaria* (табл. 5).

Таблица 5

Использование водорослей на мировом рынке

Название водоросли, получаемый продукт и производительность	Количество водорослей, т/год	Производство продукта, т/год
<i>Porphyra sp.</i> : Нори (Nori), 1800 млн. \$/год	400000	40000
<i>Undaria sp.</i> : Вакаме (Wakame), 600 млн. \$/год	300000	20000
<i>Laminaria sp.</i> : Комбу (Kombu), 600 млн. \$/год	1300000	300000
<i>Nemacystus sp.</i> , <i>Tinocladia sp.</i> и др.: Модзуку (Modzuku), 25 млн. \$/год	13352	Нет данных

Одной из наиболее распространенных съедобных водорослей является *Laminaria japonica*. В Японии она называется *макомба* и используется в рыбных, мясных, овощных блюдах, супах (рис 39). Сушеные водоросли используют как приправу в виде порошка, добавляя в соусы, гарниры и другие блюда.

В Китае, куда ламинария была завезена из Японии, она считается основным промышленным видом. Часто применяют ее и в корейской кухне. Суши и роллы, в которых водоросли обычно выполняют роль упаковывающего материала, популярны во многих странах, даже в России, где основным продуктом до XXI века был «салат из морской капусты». Под названием «морская капуста» в нашей стране подразумеваются водоросли из семейства *Laminariaceae*, главным образом *Ламинария (Saccharina) японская*, а также другие представители ламинариевых, на Сахалине и Камчатке – *Lessonia laminarioides*, *Laminaria (Saccharina) Gurjanovae*.

Большой популярностью в азиатских странах пользуется *Undaria pinnatifida*. В Корее издавна законодательно закреплено обязательное употребление продуктов из ундарии (супы, салаты и др.) беременным и кормящим женщинам для нормального развития и рождения здорового ребенка. В Японии она считается более ценным видом, чем ламинария (Tseng, 1981b). Она подается фактически при каждом приеме пищи как Wakame-суп; любят японцы и поджаренные (Yaki-wakame) и засахаренные (Ito-wakame) водоросли. В Китае ундария не так популярна, как ламинария, ее ежегодное производство - несколько сотен тонн (сухие слоевища), в то время как ламинарии выращивается около 6 миллионов тонн (сырой вес). В России в зал. Петра Великого, где проходит северная граница ее ареала, она почти неизвестна как съедобная, несмотря на ее превосходный вкус



Рис. 39. Блюдо из ламинарии - макомбу.

и практически не используется, за исключением редких любителей.

Наиболее широко известны и используются в Японии в пищу багрянки из рода *Porphyra* под названием *Нори*, прежде всего это *P. yezoensis* и *P. tenera*. В Китае порфиру называют *haidai*, а в Корее - *kim* или *gim*. Уже в 17 столетии японские рыбаки сделали первые шаги в марикультуре, создавая поля этих водорослей на песчаном мелководье с помощью бамбуковых палок *hibi*, втыкаемых в мягкое дно. В 1949 г. британский альголог К. Дрю предложила для культивирования *Porphyra umbilicalis* использовать веревки, что было использовано и при выращивании ламинарии (рис. 40).



Рис. 40. Использование веревок для выращивания ламинарии

В настоящее время в Азиатско-Тихоокеанском регионе порфира занимает первое место по производству пищевой продукции из красных водорослей. Она высоко ценится как деликатесный продукт, имеющий вкус креветок, высокую питательность и ценные лечебные свойства. Содержание витамина С в ней в 1.5 раза больше, чем в апельсинах. Высушенную порфиру используют для приготовления соусов и подливок, вторых блюд и как приправу к супам (рис. 41).



Рис. 41. Блюда, приготовленные из порфиры

Появился интерес к водорослям и в западных странах (рис. 42). Порфиру можно увидеть в любом магазине в Уэльсе в консервированном или соленом виде. Ее едят как тост с беконом, добавляют в пасты и пиццы с грибами и морепродуктами.



Рис. 42. Использование морских водорослей в пищу в европейских странах

В пищу используются многие виды водорослей-макрофитов. В Японии и Корее это *Analipus*, *Cladosiphon*, *Ecklonia*, *Scytosiphon*, *Undariopsis*, *Fucus*, *Silvetia*, *Sargassum*. В

странах юго-восточной Азии чай из саргассумов – один из наиболее популярных напитков.

Из красных водорослей после порфиры больше всего ценится пальмария. Различные виды из рода *Palmaria* широко используются не только в азиатских странах, но и в Канаде, Ирландии. Ее добавляют в салаты, супы, хлеб. Эта водоросль успешно культивируется не только в открытом море, но и в помещениях в специальных резервуарах. Более 20 видов грацилярии используют в пищу в Японии, Вьетнаме, Таиланде, Корее, Индонезии, Малайзии, Филиппинах, Южной Америке. В различных странах можно найти продукцию из других родов красных водорослей – *Gelidium*, *Meristotheca*, *Chondrus*, *Eucheuma*, *Gloiopeltis*, *Halymenia*, *Hypnea*, *Laurencia*. Из них готовят салаты, супы, соленья и сладкие блюда, вкусные и красивые напитки, десерты. В странах южного полушария для приготовления блюд используются и зеленые водоросли – *Enteromorpha*, *Monostroma*, *Ulva*, *Caulerpa*, *Codium*.

Традиционно используемые морские водоросли в России – *Ahnfeltia tobuchiensis* и *Laminaria (Saccharina) japonica*. В начале XX века из бурых водорослей, главным образом ламинарии японской, получали йод и консервы. Ассортимент пищевой продукции из водорослей в нашей стране крайне скуден. По-прежнему это различные варианты салатов из морской капусты в виде кулинарии, пресервов и консервов. На о. Сахалин, где много жителей корейской национальности в пищу в виде салатов используют бурую водоросль *Cystoseira crassifolia* или «морской виноград». Особую известность в Приморье получили конфеты «Птичье молоко», начинка которых содержит добавки желирующих веществ, получаемых, главным образом, из *анфельции*. В последние десятилетия в России в продаже появились импортируемые из Китая, Японии и Кореи разнообразные продукты из водорослей, популярность которых растет с каждым годом.

Применение полисахаридов водорослей в пищевой промышленности. В настоящее время мировой сбор водорослей-макрофитов достигает более 11 млн.т. в год, основное количество которых идет на производство полисахаридов-гелеобразователей (**фикоколлоидов**), которые широко применяются в различных областях промышленности: пищевой, текстильной, медицинской. Больше всего используют три вида водорослевых полисахаридов – альгинат, каррагинан, агар.

Промышленное производство альгината было начато в 1926 г. в США, позже к нему присоединились и другие прибрежные страны. Для получения альгинатов обычно используют бурые водоросли из родов *Alaria* (Канада, Ирландия, Япония), *Arthrothamnus* (Япония), *Ascophyllum* (Канада, Англия, Исландия, Норвегия, Португалия, Россия), *Durvillaea* (Япония, Австралия), *Ecklonia* (Корея, Япония), *Fucus* (Франция, Ирландия,

Канада), *Laminaria*, *Saccharina* и *Sargassum* (большинство стран). Основное количество альгинатов в мире производят в Китае, Норвегии, США, Франции, Англии. Главными источниками альгинатов в Китае, где их получение составляет около 8000 т, являются различные виды саргассумов и культивируемая ламинария. В Архангельске существует единственный в России завод по производству альгинатов. Добывают водоросли различными способами, в том числе и специальными комбайнами (рис. 43).

В пищевой промышленности альгинаты обычно используют для получения продукции однородной вязкой консистенции, для увеличения сроков ее хранения. Чаще всего альгинаты применяют при производстве мороженого, йогуртов, майонезов, сыров и других молочных продуктов, хлебобулочных изделий, фруктовых напитков и десертов.



Рис. 43. Комбайн для сбора водорослей

Нерастворимый в воде альгинат кальция используется для получения пищевых капсул. В Японии изобрели искусственную икру, добавляя в альгинатные капсулы рыбий жир и красители. В Испании изготавливают оригинальные альгинатные капсулы, наполненные фруктовым соком, которые "взрываются" на языке. Очень часто с помощью фруктового пюре и альгината получают "ягоды", которые по внешнему виду и вкусу мало отличаются от настоящих.

Агар был случайно открыт в Японии. В 17 веке голландцы завезли это вещество в Ост-Индию. И далее под названием "агар" или "агар-агар" (малайского происхождения) он распространился по всему миру. До Второй мировой войны Япония была основным поставщиком агара в другие страны. В настоящее время в странах АТР производят около 37 % агара от всего, получаемого в мире, используя водоросли из родов *Ahnfeltia*, *Gelidium*, *Gracilaria*. Главным производителем можно считать Чили, производящего около 2000 т агара из грацилярии. Япония производит около 1200 т агара из грацилярии и гелидиума. Различные виды этих родов используют в Китае (300 т), Корее (800 т), Испании (600 т), а также в Индонезии, Италии, Аргентине, Индии, Вьетнаме и других странах. В России агар получают из *Ahnfeltia tobuchiensis*. Первый агаровый завод на Дальнем Востоке (Владимирский) производительностью 30 т пищевого агара в год был построен в 1933 г. Одновременно с Владимирским заводом появился агаровый завод на

о. Сахалин в г. Корсаков производительностью до 100 т пищевого агара в год. Крупное предприятие по производству агара позже было построено в пос. Южно-Морском, а также и в самом Владивостоке появилось несколько небольших цехов по производству агара.

Гелеобразующие свойства агара широко используют в пищевой промышленности при производстве молочных, фруктовых, кондитерских продуктов гелеобразной консистенции: желе, пастилы, пудингов, десертов. В Японии он настолько популярен, что некоторые рестораны специализируются на диетических блюдах именно с агаром.

Каррагинан очень популярен как гелеобразователь в пищевой промышленности, где используется 70-80 % от производимого в мире каррагинана. Его производство в западных странах было начато во время Второй мировой войны с целью замены агара, поставка которого из Японии прекратилась. Позже каррагинан стал самой популярной пищевой добавкой из водорослей на мировых рынках. Близкий по своим свойствам как к альгинату, так и к агару он нашел наиболее широкое применение при производстве



Рис. 44. Фруктовое желе «Фантазия», содержащее каррагинан и альгинат

различных видов продукции: молочной, рыбной, мясной, кондитерской, хлебобулочной, а также косметики и кормов для животных (рис. 44). Для производства каррагинана используется около 50 видов красных водорослей из родов *Chondrus*, *Eucheuma*, *Gigartina*, *Mastocarpus* и др. во многих странах Южного и Северного полушарий. В США получают около 35% (около 10000 т) от мирового производства каррагинана, в Японии около 3000 т, в меньшей степени в Испании, Чили, Новой Зеландии, Китае и других странах. Полисахариды из водорослей настолько популярны, что производство альгината, агара, каррагинана во многих странах мира продолжает расти (табл. 6).

Лечебно-профилактические продукты из водорослей. В странах АТР водоросли долгое время использовали не только в пищу, но и в народной медицине. В Японии, Китае и других странах для лечения многих заболеваний применяли таблетки, отвары, настойки из различных водорослей. В современном мире появились такие понятия как биологически активные добавки к пище (БАД). Большое количество добавок из водорослей используется не только в азиатских, но и европейских странах как источник

минеральных веществ, йода, пищевых волокон, каротиноидов, ненасыщенных жирных кислот. Чаще всего БАД, полученные из водорослей, рекомендуют в качестве сорбентов или антиоксидантов.

Таблица 6

Объем продаж фикоколлоидов в 1999 и 2009 гг.

Название полисахарида	1999		2009	
	тонны	\$, млн.	тонны	\$, млн.
Агар	7500	128	9600	173
Каррагинан	42000	291	50000	527
Альгинат	23000	225	26500	318
Всего:	72500	644	86100	1018

В конце XX столетия в России также стали уделять большое внимание разработке лечебно-профилактической продукции из водорослей. Важность их была в полной мере оценена после Чернобыльской катастрофы, когда наиболее востребованными препаратами для спасения людей после радиоактивного облучения стали йодсодержащие продукты и энтеросорбенты из водорослей. В результате в продаже появились БАД российского производства, из водорослей: «Альгилоза кальция», «Витальгин», «Кламин», «Фитолон», "Ламиналь" и другие.

В последнее время большое внимание уделяется фукоиданам. В Японии, Корее и других странах уже применяют фукоидан в виде пищевых или биологически активных добавок для профилактики желудочно-кишечных, сердечно-сосудистых, вирусных, онкологических заболеваний. Первые препараты фукоидана появились и в России.

Биогели применяют в качестве вспомогательного средства при лечении многих гастроэнтерологических заболеваний, для уменьшения интоксикации при отравлениях тяжелыми металлами, радио- и химиотерапии, длительной антибиотикотерапии (Аминина, 2006). Входящие в их состав альгинаты действуют и в составе пищевых продуктов, например желе или напитков (рис. 45).



Рис. 45. Пищевые продукты, сделанные на основе альгинатов водорослей

Использование водорослевой продукции в косметологии. Морские водоросли и их биологически активные вещества находят широкое применение в профессиональных косметических линиях. Их добавляют в кремы, маски, шампуни, мыла, гели, скрабы (рис. 46). Увлажняющее действие и гипоаллергенный эффект этих веществ используют в декоративной косметике – тональных кремах, губной помаде и других продуктах



Рис. 46. Косметический препарат с применением активных веществ из водорослей

Различные курортно-лечебные центры употребляют в год десятки тысяч тонн водорослей только на обёртывания. Во Франции до сих пор практикуется такая процедура, как «талассотерапия» - принятие ванны с подогретой морской водой, смешанной с небольшим количеством порошка или пасты из водорослей. Эта процедура является частью «альготерапии» - лечения водорослями артритов, ревматизма и других заболеваний.

Использование водорослей в сельском хозяйстве. Морские водоросли и их компоненты очень часто применяют в растениеводстве, животноводстве и марикультуре в составе кормов и препаратов для стимуляции роста и развития живых организмов. В прибрежных странах водоросли как добавку в корм домашних животных используют уже не одно тысячелетие. Различные продукты из водорослей, в том числе отходы от производства полисахаридов, повышают продуктивность домашних животных, улучшают качество меха зверей. Добавки из водорослей в пищу домашних птиц положительно влияют на их здоровье, яйценоскость, качество яиц. При внесении водорослей в почву стимулируется рост растений, их продуктивность, снижается риск заболеваний, ускоряется прорастание семян. Вследствие большой популярности экологически чистой продукции в современном мире использование водорослей в сельском хозяйстве стало быстро расширяться. Экстракты морских водорослей (Blunden, 1977) увеличивают урожайность, морозоустойчивость растений, увеличивают сроки хранения фруктов. Водорослевая мука и продукты из водорослей входят в состав пищи многих культивируемых гидробионтов: рыб, ракообразных, моллюсков. При этом улучшается минеральный, аминокислотный и липидный состав кормов, повышается рост и выживаемость культивируемых объектов.

Биотопливо из водорослей. В настоящее время появилось новое направление исследований по получению биотоплива из водорослей. Так, в Японии на

экспериментальной установке в день перерабатывается около тонны водорослей с получением 20 тыс. л газа (Малая и., 2007) (рис. 47). Проводятся также исследования по получению из водорослей спирта. Считается, что производство биоэтанола из макрофитов, прибрежные запасы, которых в Японии весьма внушительны, будет гораздо

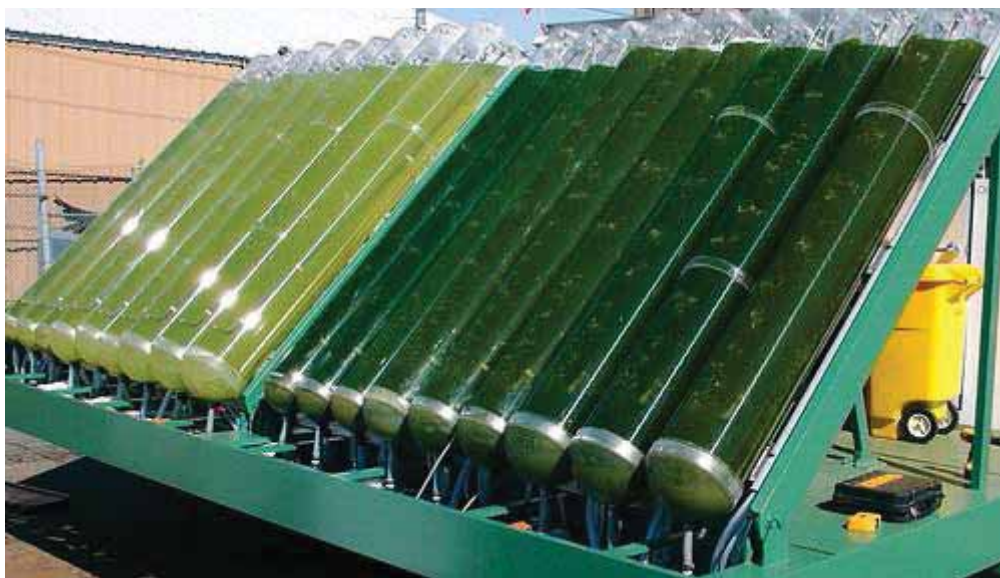


Рис. 47. Установка по получению биотоплива из водорослей (Япония).

более выгодным в сравнении с использованием в качестве сырья кукурузы или рапса. Производство экологически чистого биотоплива из микро- и макроводорослей – перспектива ближайшего будущего.

ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 4

Аминина Н.М. Лечебно-профилактический продукт «Ламиналь – биогель из морских водорослей». Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. 38 с.

Кизеветтер И.В. Технология дальневосточного агара // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства. 1952. Т. 36. 311 с.

Кузнецова Т.А. Беседнова Н.Н., Урванцева А.М. и др. Сравнительное исследование биологической активности фукоиданов из бурых водорослей // Вест. ДВО РАН. 2006. №6. С. 105-110.

Малая и альтернативная энергетика // Энергетика и промышленность России. Газета. 2007. №3 (79).

Морские водоросли в восстановительной медицине, комплексной терапии заболеваний с нарушением метаболизма // Под ред. акад. РАМН, проф. А.Н. Разумова, акад. РАМН, проф. А.И. Вялкова. М.: МДВ. 2008. 106 с.

Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровень // Под ред. В.И. Покровского и др. Новосибирск: Сиб. ун-тское изд-во, 2002. 344 с.

Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М.: Мир, 1990. 597 с.

Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. 243 с.

Усов А.И. Полисахариды красных морских водорослей. // Прогресс химии углеводов. М.: Наука, 1985. С. 77-96.

Хотимченко С.В. Липиды морских водорослей-макрофитов и трав. Структура, распределение и анализ. Владивосток: Дальнаука, 2003. 234 с.

Чэпмен В. Морские водоросли и их использование. Пер. с англ. М.: Иностр. лит., 1953. 248 с.

Arasaki S., Arasaki T. Vegetables from the Sea of Japan. Tokyo: Japan Publ. Inc., 1983. 193 p.

Blunden G. Cytokinin activity of seaweed extracts. In: *Marine Natural Products Chemistry*. (Faulkner, D.J. & Fenical, W.H. Eds). New York: Plenum Publishing Corporation, 1977. P. 337-344.

Guiry M.D., Blunden G. Seaweed resources in Europe: uses and potential. John Wiley & Sons. Chichester, 1991. 432 p.

Guiry, M.D. & Hession, C.C. The seaweed resources of Ireland. In *Seaweed Resources of the World*. (Critchley, A. T. & Ohno, M., editors). Japan, Yokosuka: Japan International Cooperation Agency, 1998. P. 210-216.

Haug A. Composition and properties of alginates. Norwegian Inst. of Seaweed Rept., 1964. N. 30. P. 123-134.

Indergaard, M. & Minsaas, J. Animal and human nutrition. // In: *Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential*. (Guiry, M. D. & Blunden, G., editors). Chichester: John Wiley & Sons, 1991. P. 21-64.

Indergaard, M. The aquatic resource. I. The wild marine plants: a global bioresource. In *Biomass utilization*. Cote W. A., editors. Plenum Publishing Corporation, 1983. P. 137-168.

Lembi, C.A. & Waaland, J.R. Algae and human affairs. Cambridge University Press, 1988. 590 p.

Loose G., Hoppe H.A., Schmid O.J. Meeresalgen fuer die menschliche Ernaehrung // Botanica Marina. 1966. V. IX. P. 1-46

- McConnaughey E.** Sea vegetables. Harvesting Guide & Cookbook, 1985. 244 p.
- Nisizawa K.** Seaweeds kaiso. Japan Seaweed Association, 2002. 106 p.
- Percival E., McDowell R.H.** Chemistry and Enzymology of Marine Algal Polysaccharides. London: Acad. Press., 1967. 219 p.
- Stein J.R., Borden. C.A.** Causative and beneficial algae in human disease conditions: a review // *Phycologia*. 1984. N. 23. P. 485-501.
- Tseng C.K.** Marine phycoculture in China. Proceedings of the X International Seaweed Symposium, 1981a. P. 124-152.
- Tseng, C.K.** Commercial cultivation. In The Biology of Seaweeds. (Lobban, C. S. & Wynne, M. J., editors). Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1981. P. 680-725.
- Tsuchiya Y.** Comparative hypocholesterolemic activities of marine algae. Proc. 1Y Int. Seaweed Symp., 1969. P.747-757.
- Tylor C.** The seaweed jelly-diet cookbook guide. Vancouver: Lulu com.,q 2009. 140 p.

ГЛАВА 5. ГЕРБАРИИ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Гербарий (лат. *herbarium* – от *herba* – растение) морских водорослей-макрофитов представляет собой коллекцию высушенных образцов, которые сохраняются в Гербариях университетов и научно-исследовательских институтов мира в течение многих десятков лет. Такие Гербарии являются частью национального достояния страны и курируются на правительственном уровне. Это и понятно, ведь Гербарий и коллекции, его составляющие, это не только многолетняя, но и многовековая история исследований живой природы. Гербарные коллекции водорослей – источник природного материала для проведения глубоких и всесторонних научных исследований, а тем более в 21 веке, когда происходит ревизия мировой флоры водных растений с применением новых методов идентификации.

ГЕРБАРИИ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ МИРА

Крупные Гербарии, насчитывающие свыше нескольких миллионов гербарных листов, находятся в странах Европы, Северной и Южной Америки, Азии, Африки. Как правило, в таких Гербариях существуют особые отделы или фонды, посвященные водорослям, – пресноводным и морским, макрофитам и микроводорослям.

Наиболее представительные коллекции морских водорослей в европейской части хранятся в Гербариях: Британского Музея Живой Природы, Кембриджском, Манчестерском Университетах (Англия) (рис. 48); шведского, итальянского, испанского, французского Музеев Живой Природы; Ботанического сада Германии. В Гербарии Кембриджского университета, одного из старейших учебных заведений Англии, хранятся образцы водорослей, собранные Дарвином в экспедиции по Южной Америке 1832-1833 гг.



Рис. 48. Коллекции водорослей-макрофитов в Гербарии Кембриджского университета

В Соединенных Штатах Америки обширные коллекции морских водорослей представлены в Национальном Гербарии (Вашингтон) (рис. 49), а также в Гербариях Университетов - Мичиганском, Коннектикутском, Орегонском, Калифорнийском.

В Канаде особое внимание заслуживает Гербарий Университета Британской

Колумбии в Ванкувере (рис. 50). Интересные коллекции хранятся в Музеях Живой Природы городов Виктория, Онтарио, Монреаль.

Коллекции морских водорослей есть на Кубе, в Мексике, Чили, Израиле.

В Австралии крупные коллекции морских водорослей хранятся в Государственном Гербарии Южной Австралии (Аделаида), а также в Гербариях Университетов Мельбурна и Сиднея. Фонд с коллекциями морских водорослей

Национального Гербария Мельбурна насчитывает около 46 тысяч видов водорослей всех континентов и океанов, из них 2/3 видов собраны в Австралии (рис. 51).



Рис. 49. Фонды с коллекциями морских водорослей в Национальном Гербарии в Вашингтоне



Рис. 50. Гербарий Университета Британской Колумбии в Канаде (Ванкувер)

Более тысячи гербарных листов водорослей принадлежат ирландскому фикологу Вильяму Харвею (William Harvey), который в 1850 г. исследовал морскую флору у южных берегов Австралии.

В странах Юго-Восточной Азии издавна морским водорослям уделяли большое внимание. Широкое использование в медицине и во многих отраслях народного хозяйства сделало их объектом всестороннего изучения, поэтому коллекции морских водорослей представлены во многих музеях и

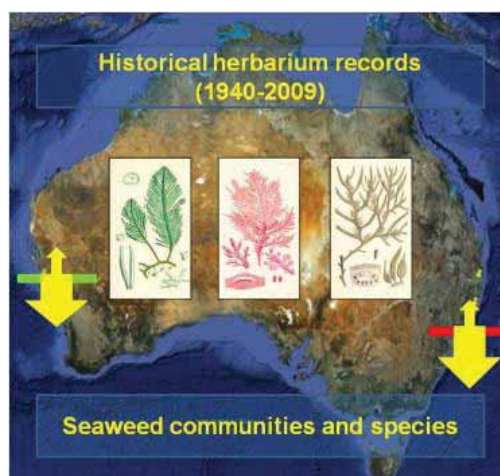


Рис. 51. Коллекции морских водорослей Австралии в Национальном Гербарии Мельбурна

исследовательских центрах азиатского региона. Наиболее значимыми считаются коллекции японских ученых, хранящиеся в Национальном Музее Природы и Науки (Тсукуба) и крупнейших Университетах (Токио, Киото) (рис. 52).

Не менее крупные коллекции морских водорослей собраны китайскими исследователями. Наиболее значимые коллекции хранятся в Национальной Гербарии Пекина. Кроме того, во многих научно-исследовательских институтах, научных центрах и на морских биологических станциях хранятся коллекции морской флоры.

Обширные коллекции морских водорослей имеются в Гербарии Сеульского Национального Университета (Корея); Гербарии Национального Центра Естественных Наук (Вьетнам); Национальных Гербариях Индии и Индонезии.

РОССИЙСКИЕ КОЛЛЕКЦИИ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Крупнейшая коллекция морских водорослей в России представлена в Гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской Академии Наук (Санкт-Петербург) (рис. 53). К настоящему времени в ней хранится около 600 тыс. образцов видов, обитающих на шельфе Мирового океана. Особенно примечательно то, что первые коллекции были собраны во время экспедиций к берегам Тихого и Северного Ледовитого океанов и в кругосветных плаваниях военных кораблей. Самая первая коллекция водорослей была составлена по сборам Г. В. Стеллера и С. П. Крашенинникова во Второй-Камчатской экспедиции Беринга (1732 - 1743 гг.). Коллекцию дополнили сборы Лаксмана в 1793 г. у берегов Японии, сборы Горнера и Тилезиуса в 1804-1805 гг.

у берегов юго-восточного Сахалина и Камчатки в плавании И.Ф. Крузенштерна и сборами Шамиссо у берегов Камчатки в плавании О. Е. Коцебу в 1815-1818 гг. Большая коллекция



Рис. 52. Коллекции водорослей в Токийском университете



Рис. 53. Ботанический институт им. В. Л. Комарова в Санкт-Петербурге

была собрана проф. Г. Кастальским и Г. Мертенсом в губе Авачинской на Камчатке, а также у островов Прибылова, Ситка, Уналашка и у полуострова Аляска в плавании Ф.Н. Литке в 1826-1829 гг. Большое научное значение имели сборы И. А. Вознесенского в Охотском море, на побережье Калифорнии, в Беринговом море, на островах Алеутских, Прибылова, Матвея, Лаврентия, в Мичигменской губе, в заливе Нортон и на острове Уруп (Курильские о-ва). Существенным вкладом в Гербарий была коллекция А.Ф. Миддендорфа, работавшего в Охотском море в 1844 г. Коллекции, собранные в 1826-1844 г.г., легли в основу фундаментальной монографии Ф.И. Рупрехта "Algae Ochotenses", опубликованной в 1850 г.

Со второй половины 19-го века и в 20-м столетии с развитием в стране торгового, промыслового и военного флотов, и с появлением морских биологических станций гербарий пополнился значительными по числу видов и экземпляров коллекциями: Новая Земля, Чукотское и Восточно-Сибирском море, Земля Франца-Иосифа, шпицбергенская коллекция, мурманская, арктическая, япономорская, сахалинская, курильская, охотоморская, командорская и камчатская. Кроме того, представлены коллекции водорослей тропических морей.

Коллекция морских водорослей-макрофитов, хранящаяся в Гербарии Санкт-Петербургского Университета, охватывает северные моря России, Черное море, Дальневосточные моря, Средиземное море, Тихий и Индийский океаны. Наибольший интерес представляют эксикаты водорослей 19-го и начала 20-х веков, некоторые из них в России уникальны.

На Дальнем Востоке России особое внимание заслуживают коллекции морских водорослей в Гербарии Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО-Центр, Владивосток) (рис. 54). В 2015 г. Гербарию ТИНРО-Центра исполнится 90 лет. По инвентаризационной оценке Гербарий содержит около 40 тыс. листов, представляющих водоросли Японского, Охотского, Берингова морей и побережья Восточной Камчатки, исторические и справочные коллекции (Суховеева и др., 2006; Шапошникова, 2007).



Рис. 54. Гербарий водорослей ТИНРО-Центра

Первые образцы водорослей в гербарии ТИНРО относятся ко времени экспедиции Рябушинского Ф.П., проведенной у побережья Камчатки в 1908-1909 гг. Систематическое формирование гербария началось со сборов Закса И. Г. и Кузнецова А. В. в Заливе Петра Великого и экспедиций Г. И. Гайла, Е. А. Кардаковой в 20-е годы XX столетия на материковом побережье от м. Поворотного до залива Советская Гавань. В разделе "Исторические коллекции" хранятся сборы водорослей японских фикологов на побережье о. Сахалин, Курильских островов, о. Кюсю 1895-1935 гг. (рис. 55).



Рис. 55. Гербарный образец из японской коллекции

С 60-х годов начался новый этап формирования Гербария. В основу коллекции морских макрофитов положен обширный материал по промысловым, массовым и редким видам водорослей дальневосточных морей. Есть в нем и типовые образцы некоторых видов, коллекции водорослей с различными аномалиями в развитии и коллекция проростков. Также имеются коллекции водорослей южной части Индийского океана, побережья Новой Зеландии, Филиппинского моря.

Небольшая коллекция водорослей имеется в Институте Биологии моря (Владивосток). Гербарий ИБМ РАН начал формироваться в 60-х годах XX века. Однако из-за отсутствия условий для размещения и хранения коллекций через 20 лет он был практически полностью уничтожен и возобновился только с середины 80-х годов. В настоящее время в нем насчитывается около 4 тысяч образцов, представлены водоросли-макрофиты дальневосточных морей России, а также водоросли Южно-Китайского, Восточно-Китайского морей, Индийского и Атлантического океанов. Кроме того, имеется



Рис. 56. Работа с коллекциями в Гербарии водорослей Сахалина и Курильских островов (САХНИРО, Южно-Сахалинск)

коллекция живых микроводорослей планктона Дальневосточных морей.

Есть небольшая коллекция в Сахалинском отделении (Южно-Сахалинск) (рис. 56). Начало сборов водорослей прибрежной зоны Сахалина и Курильских островов было положено с 1930-х годов в селе Ракума (пос. Антоново). С 1945 г. пополнение Гербария было довольно

интенсивным, благодаря работам Сарочан В. Б. Наиболее полно представлены коллекции водорослей юго-западного и юго-восточного Сахалина, залива Анива, южных и средних Курильских островов. Общее число гербарных образцов невелико – едва превышает 2 тысячи листов.

Кроме того, коллекции дальневосточных водорослей-макрофитов имеются в Петропавловске-Камчатском, а также в Гербариях некоторых других городов России. Так в Институте Биологии Южных Морей Академии Наук Украины (г. Севастополь) коллекция гидробионтов мирового океана в 2002 г признана национальным достоянием государства. Собран прекрасный коллекционный материал, который не уступает по своей ценности лучшим мировым аналогам. Гербарий имеет полную коллекцию водорослей Чёрного моря. Жители г. Новороссийска в годы Великой Отечественной войны сохранили и передали ее в собственность института. Исторические коллекции водорослей включают сборы выдающихся ботаников Л. И. Курсанова, Н. А. Комарницкого и других на Карадагской биологической станции в начале XX века.

Коллекции морских водорослей в Гербарии Харьковского Национального Университета включают около 2 тысяч экземпляров и представляют флору Баренцева, Белого, Северного, Черного и Японского морей. Коллекция начала формироваться научными сотрудниками, преподавателями и студентами кафедры ботаники 140 лет тому назад. Наиболее представительными в количественном отношении являются сборы из Японского моря, составляющие около 50% общего объема коллекций.

МЕТОДЫ СБОРА, ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГЕРБАРИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ-МАКРОФИТОВ

Работа с коллекциями морских водорослей складывается из нескольких этапов: сбор водорослей (на литорали, на глубине, из выбросов), разборка проб, исследование материала под лупой, биноклем или микроскопом, его идентификация, гербаризирование, этикетирование, изготовление или подбор пакетов для хранения гербарных листов водорослей, наконец, фиксирование части материала и изготовление мягкого гербария.

Техника изготовления гербария морских водорослей имеет свои особенности и отличается от изготовления гербария высших растений. Набор инструментов и приспособлений для выполнения этой процедуры также отличается, хотя гербарные сетки (прессы), бумага для сушки и некоторое другое оборудование одинаково пригодны как для тех, так и для других растений.

Оборудование. Для сбора водорослей, их первичной обработки и изготовления гербария в полевых экспедиционных условиях необходимо следующее оборудование:

1. **Полиэтиленовые мешки, ведра** или любые удобные для переноски емкости, не пропускающие воду, а также маленькие бутылочки для мелких водорослей и обрастателей-эпифитов.

2. **Гербарные сетки (прессы).** Вполне пригодны традиционные гербарные сетки, используемые для сушки гербария высших растений, площадью 32×45 см, удобные для укладки двух листов писчей бумаги формата А 4 с образцами водорослей (рис. 57).

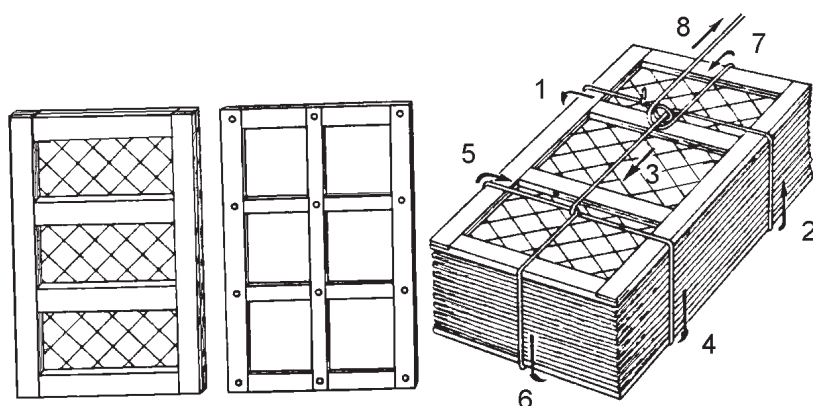


Рис. 57. Гербарные сетки и способ их завязывания. 1–8 — последовательность этапов затягивания веревки

3. **Прокладочные листы (гигроскопичная бумага)**, хорошо впитывающие влагу, сложенные в несколько раз по размерам гербарной сетки. Запас таких прокладок, предназначенных для впитывания влаги из свежесобранных водорослей, должен в 3-4 раза превышать количество закладываемых гербарных листов, поскольку между листами гербария должно находиться не менее 2-х прокладок. Кроме того, необходимо дополнительно иметь некоторый запас сухих прокладок.

4. **Марля**, разрезанная на куски, соответствующие размерам сетки-пресса, которая предназначена для обязательного покрытия мокрых листов, на которые уложены мягкие, нежные, слизистые слоевища водорослей (рис. 58). Благодаря, выделяемой слизи слоевища плотно



Рис. 58. Использование марлевых салфеток при изготовлении гербария водорослей

приклеиваются к листу бумаги. Так же плотно они могут приклеиваться и к прокладке, если нет подстраховки в виде куска ткани или марли, и в таком случае образцы, слипшиеся с прокладками при сушке, будут потеряны. При отсутствии марли можно использовать гидробиологический газ с любым размером ячеек или просто куски чистой ткани. Марля и ткань используется многократно.

5. **Кюветы** или другие широкие металлические или пластиковые емкости для разборки проб и закладки в воде гербария из мягких, нежных, сильно разветвленных водорослей.

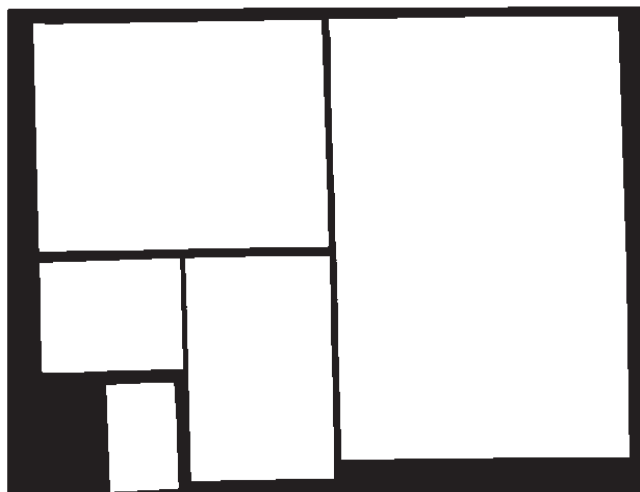


Рис. 59. Подготовка бумаги для изготовления гербария водорослей

высушенный гербарий в самых разнообразных готовых конвертах, в том числе и почтовых, а также прозрачных целлофановых пакетах, файлах. В полевых условиях при отсутствии пакетов, их можно изготовить из бумаги по схеме (рис. 60).

Если сбор водорослей проводится на стационаре, где есть возможность провести первичную обработку, микроскопирование и идентификацию, необходимо иметь "Определители водорослей", а также микроскоп любой марки, который можно с легкостью транспортировать, для проведения определения видов водорослей, наблюдений за их физиологическим состоянием, появлением и развитием органов размножения, контроля эпифитов. Микроскоп должен иметь конденсор и объективы 8-10^x и 40^x.

6. **Бумага писчая белая** хорошего качества для формирования коллекции водорослей. Листы бумаги предварительно подготавливаются по размерам водорослей, т.е. в запасе должны быть: 1, 1/2, 1/4, 1/8 писчего листа бумаги формата А4 (210 × 297 см) на которые укладываются слоевища соответствующего размера (рис. 59).

7. **Пакеты** для хранения сухих образцов водорослей. Можно хранить

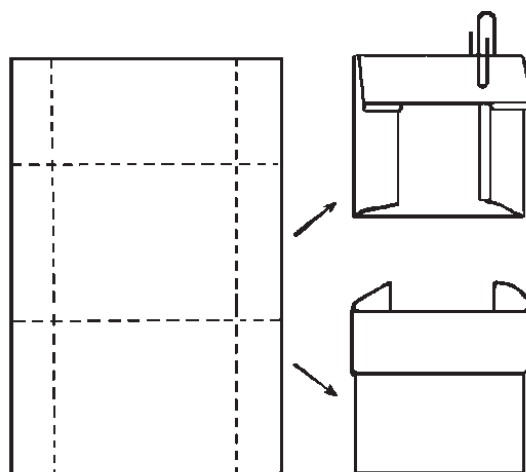
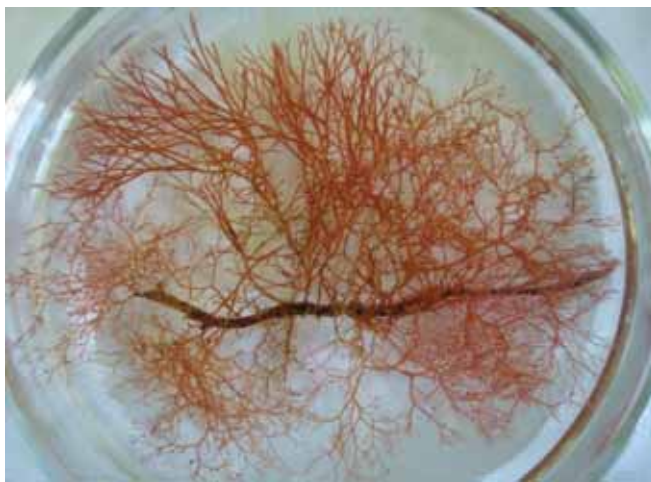


Рис. 60. Изготовление пакетов для хранения сухого гербария

8. **Препаровальные иглы, пинцеты, лезвия безопасной бритвы** для изготовления временных срезов водорослей.

9. **Стекля предметные и покровные** для работы с микроскопом. Предметные стекла должны быть 1.2-1.5мм толщины, покровные около 0,17 мм (подробнее об этом – в руководствах по микроскопированию).

10. **Стекло с оплавленными или отшлифованными краями** (3-5 мм толщины) в качестве направляющей для лезвия бритвы при изготовлении временных препаратов. Можно применять стекло с лункой, используемое при исследовании крови. Гладкий оплавленный край стекла позволяет дольше сохранять лезвие в рабочем состоянии, поскольку оно чрезвычайно быстро может затупиться, если в качестве направляющей использовать обычное предметное стекло с неоплавленными зазубренными краями.



11. Небольшие **кусочки плотной бумаги** (типа визитных или каталожных карточек) с гладкой глянцевой поверхностью, на которые укладываются кусочки исследуемых водорослей для приготовления срезов.

Рис. 61. В чашке Петри исследуется образец красной водоросли *церамиума японского*

12. **Чашки Петри** для предварительного изучения при малом увеличении микроскопа небольших фрагментов водоросли, если есть необходимость выбрать какой-то особый участок слоевища для изготовления срезов. В чашках Петри при малом увеличении удобно наблюдать состояние органов размножения, появление водорослей-эпифитов и других обрастаний (рис. 61).

13. **Глицерин** для изготовления **мягкого гербария** крупных слоевищ (*ламинариевых, фукусовых*), которые замачиваются в растворе глицерина в морской воде (1:1). После подсушки гербарий, сохраняющий внешние структуры слоевища (буллы, вмятины, спороносные пятна, жилки и т. д.), может транспортироваться на любые расстояния и храниться многие десятки лет (рис. 68).

14. **Фиксирующие растворы** различного состава для разных целей (Abbott, 1972; Tsuda, Abbott, 1985) на основе формалина, этилового спирта, уксусной кислоты и т.д. Прекрасным фиксатором в полевых условиях может быть даже обычная поваренная соль, в крепком растворе которой крупные слоевища водорослей могут сохраняться в течение нескольких лет. Необходимо заметить, однако, что при фиксировании этим

способом хорошо сохраняется форма клеток, но их содержимое разрушается. Растворы формалина или 70° спирт также можно использовать для многолетнего хранения материалов.

15. **Полевой дневник** необходим для ведения записей в маршрутах и внесения туда же информации о водорослях, получаемой в процессе разборки проб в полевых условиях, в лабораториях, а также на стационарах. Ведение дневника при сборе материала настолько важная процедура, что о ней будет рассказано дополнительно.

Сбор водорослей. Водоросли собираются как из выбросов, так и растущие на литорали и на всех уровнях их обитания, доступных исследователю (рис. 62). В идеальном случае водоросли отбираются с грунта аквалангистами или коллекторами, вооруженными маской, трубкой и ластами, которые одновременно могут наблюдать и представить информацию фитоценотического и экологического характера. Сбирать водоросли следует крайне осторожно, следя за тем, чтобы не повредить подошву или ризоиды, что может позже отразиться



Рис. 62. В поход за водорослями. Учебная экскурсия студентов-экологов на литорали б. Киевка

на правильности идентификации. Некоторые водоросли необходимо собирать с остатками грунта, откалывая небольшие кусочки от камней вместе с водорослями (*глойопелтис*, *литотамнион*), если нет возможности взять образец с маленьким камешком. Другие — соскабливают с камня скальпелем, ножом или бритвой, стараясь не повредить тонкие стелющиеся ризоиды (*саргассум Миабе*) или стремясь сохранить структуру распростертого по камню слоевища (*хильденбрандтия*, *ральфсия*).

Собранные водоросли укладывают в полиэтиленовые мешки, канны, ведра или любые другие емкости, в которых сохраняются короткое время мокрыми. Водоросли здесь же можно фиксировать, но в каждом случае несколько образцов необходимо оставлять для гербария, поскольку в дальнейшем может потребоваться переопределение вида. Каждая проба укладывается в отдельный пакет и снабжается временной этикеткой, характеризующей пробу. В этикетку записывается дата, номер пробы или краткая характеристика станции – глубина, грунт, место произрастания,

время сбора, уровень прилива или отлива (по таблице приливов) и любая другая необходимая информация.

Отдельно от других водорослей необходимо переносить и сохранять виды *десмарестии*, особенно *десмарестии зеленой*, которая при извлечении из воды под влиянием солнечного света и кислорода воздуха начинает быстро разлагаться, выделяя серную кислоту. Это может привести в негодность все собранные материалы, соприкасающиеся с ней.

Разборка и первичная обработка сборов. Каждая проба разбирается отдельно на берегу или в лаборатории (рис. 63). Водоросли раскладываются на кучки по отдельным видам или более крупным таксонам, если виды не известны. Если коллекционер собирает водоросли впервые или совершенно незнаком с видами, то и в этом случае проба должны быть разобрана.



Рис. 63. Фикологическая лаборатория на МБС «Заповедное» ДВФУ в б. Киевка

Критериями для самого первого разделения пробы может послужить цвет водорослей: красный со всеми оттенками, бурый от светло-оливкового до почти черного, или зеленый, что будет соответствовать разделению материалов на красные водоросли, или багрянки (Rhodophyta), зеленые (Chlorophyta) и бурые (Phaeophyta).

Последующее разделение сборов в каждой группе осуществляется по морфологическим признакам слоевищ: нитчатое, трубчатое или пластинчатое, разветвленное или без разветвлений, по форме пластины, ее консистенции и т.д. (рис. 64). Вслед за этим приступают или к определению водорослей до вида, или к процедурам сохранения сборов, то есть их фиксации или изготовлению гербария, о чем подробнее будет сказано ниже.



Рис. 64. Определение водорослей в лаборатории. Серьезный момент – сдача зачета по макрофитобентосу. МБС ДВФУ «Заповедное»

Определение (идентификацию) водорослей выполняют в том случае, если в экспедиции или на полевом стационаре есть для этого условия, то есть имеется микроскоп, "Определители" водорослей и простейшее оборудование для приготовления временных препаратов. В противном случае эти работы выполняют значительно позже — в стационарных условиях исследовательских институтов, спустя более или менее длительный период времени, скорее всего, зимой. Тот же, кто сталкивается с водорослями не впервые, более или менее знаком с ними и собирается извлечь из сборов как можно больше информации, устанавливает с помощью лупы визуально наличие органов размножения, поселения эпифитов и фазу их развития, отмечает все особенности в строении и развитии водоросли и выбирает участки слоевищ, которые требуют более детального исследования (рис. 65). Вся информация заносится в дневник полевых наблюдений, а с выбранных участков слоевища изготавливаются срезы, которые исследуются с помощью микроскопа, зарисовываются, фотографируются, измеряется длина и ширина клеток и т. д. С особенностями и возможностями разных типов микроскопов и различных объективов можно познакомиться в специальных руководствах, посвященных технике микроскопирования.

Приготовление срезов и временных препаратов. Прежде чем сделать срезы для микроскопирования, необходимо подготовить предметное стекло с каплей воды на нем, в которую будут впоследствии помещены срезы, а также покровные стекла, лезвия безопасной бритвы, препаровальные иглы, карточки из плотной бумаги с глянцевой поверхностью и толстое оплавленное стекло в качестве направляющей для бритвы. Небольшой



Рис. 65. Исследование водорослей в лабораторных условиях. Зеленая водоросль - *бриопсис перистый*

отрезок слоевища исследуемой водоросли (примерно $5 \times 2-5$ мм) слегка подсушивают фильтровальной бумагой, кладут на кусочек плотной бумаги, прижимают к бумаге оплавленным стеклом так, чтобы край слоевища едва выступал за край стекла. Лезвием бритвы подравнивают выступающий край слоевища, с которого будут выполняться срезы. Лезвие должно скользить по оплавленному краю толстого стекла, поскольку не оплавленный, а зазубренный край, как уже говорилось, может мгновенно привести острие лезвия в негодность.

Техника резки очень проста — делается несколько быстрых и точных

параллельных скользящих движений бритвой только в одну сторону – слева-направо (не пилить!). Срезы начинают делать, слегка наклонив бритву к себе, по мере резки образца наклон бритвы уменьшают и изменяют в противоположную сторону (от себя). Едва заметные на лезвии тонкие срезы снимают с бритвы препаровальной иглой или специальной кисточкой и опускают в заранее приготовленную каплю воды на предметном стекле. Срезы, накопившиеся на кусочке плотной бумаги, собирают иглой, кисточкой или кончиком бритвы и также переносят в ту же каплю воды. Когда выступающий край слоевища полностью изрезан, толстое стекло приподнимают и передвигают его на другой участок слоевища. Срезы повторяют, вновь прижав левой рукой объект к кусочку плотной бумаги, а правой повторяя серию режущих движений. Бритва с рукой исследователя как бы описывает полукруг – слева направо по слоевищу, а обратно – по воздуху, но не высоко, не выше толщины стекла. Самые толстые срезы, хорошо видимые невооруженным глазом, для исследования под микроскопом не пригодны, их осторожно убирают из капли воды препаровальной иглой, после чего на оставшиеся срезы укладывается покрывное стекло. Временный препарат готов для исследования.

При работе с водорослями очень важно исследовать как поперечные, так и продольные срезы. Срезы только одной ориентации, а во многих руководствах рекомендуется делать именно поперечные срезы, не могут дать истинного представления о внутренней структуре водоросли – о соотношении длины и ширины клеток, о развитии ризоидальных нитей внутри слоевища, о размерах и формах сорусов с органами размножения и о многих других особенностях структуры, важных для таксономических исследований. И хотя порой бывает чрезвычайно трудно выполнить ручную продольный срез водоросли, имеющей диаметр 0,2-0,3 мм, как, например, в случае исследования багрянки *анфельции тобучинской*, тем не менее, фиколист не может и не должен пренебрегать работой, от которой в значительной степени может зависеть успех исследования. Изучение именно продольных, а не поперечных срезов *анфельции* позволило обнаружить в структуре ее слоевища особые образования — *мелкоклеточные конусы*, которые, как оказалось, являются наиболее ярким отличительным признаком рода *Ahnfeltia*.

Изготовление гербария водорослей. Приготовленные для гербаризации водоросли укладываются на подготовленные по размеру слоевищ листы белой писчей бумаги, на которые предварительно записывается вся необходимая информация (см. ниже). Недопустимо на один лист бумаги укладывать образцы разных видов, а то и более крупных таксонов, что случается иногда с неопытными коллекционерами. Работа с такой коллекцией впоследствии может быть значительно осложнена, мешая быстро и точно

собрать информацию по какому-то одному, интересующему исследователя в данный момент виду.

Неветвящиеся, с жесткими ветвями или пластинами слоевища укладывают на лист бумаги, а затем сразу же на прокладку. Иное дело – мягкие нежные обильно ветвящиеся слоевища, которые можно расправить только в воде. Для этого служат плоские емкости с широким дном (кюветы, тазы) (рис. 66). Их заполняют водой и сюда же опускают предназначенный для гербария образец. Под образец подводят предварительно этикетированный лист писчей бумаги, тщательно расправляют на нем слоевище, затем мокрый гербарий осторожно вынимают из воды так, чтобы расправленный и красиво уложенный образец не смялся. Тэйлор (Taylor, 1957, 1960) и вслед за ним некоторые другие фикоологи (Tsuda, Abbott, 1985) рекомендуют использовать для



Рис. 66. Использование кюветы для изготовления гербария. Бурая водоросль *халотрикс червеобразный* на листе морской травы *филлоспадикс*

удобства расправления мягких нежных водорослей пластинку из стекла, легкого металла или пластика, которая подводится в воде под гербарный лист и вместе с ним вынимается из воды, сохраняя форму расправленной водоросли. В полевых условиях роль такой пластинки успешно выполняет ладонь сборщика. Воде дают стечь, и гербарный лист укладывается на бумажную прокладку. Когда прокладка заполнена гербарными листами, сверху кладут марлю и пару сухих прокладок.

После окончания разборки проб и укладки всего гербария мокрые прокладки меняют на сухие, сетку–пресс затягивают специальной веревкой (капроновой или хлопчатобумажной, 3-3,5 м длины, 0,4-0,6 мм в диаметре) с небольшой петлей на конце. В нее необходимо протянуть свободный конец веревки, создавая первую стягивающую подвижную петлю. Завязывают сетку–пресс способом, описанным и показанным А. К. Скворцовым (1977), что позволяет быстро затянуть сетку, преобразовав ее в пресс, а впоследствии так же быстро развязать. Последовательность и направление движения конца веревки от первой петли следует строго соблюдать, чтобы избежать завязывания ненужных узлов на веревке, с которыми потом бывает много проблем при их развязывании.

Этикетирование и сушка гербария. Следует отдельно остановиться на этикетировании при закладке гербария. Раньше этикетки писали на специальных кусочках пергамента тушью, фиксируя их спиртом. Некоторые коллекционеры использовали для подписывания мягкий графитовый карандаш. В настоящее время, с появлением пастовых карандашей эта часть работы значительно упростилась. Паста не размывается водой, как тушь, не истирается постепенно, как графитовый карандаш. К сожалению, и пастовые ручки не гарантируют сохранение всего, что исследователь или сборщик записал на листе, поскольку через десяток-полтора лет паста заметно бледнеет и надпись может полностью исчезнуть. На этикетке должны быть записаны такие сведения, как название водоросли (если оно известно), дата и место сбора (или номер станции, разреза, пробы), имя сборщика (рис. 67). Остальные сведения вносятся по усмотрению того, кто гербарий изготавливает.

Как правило, сбору сопутствует подробная запись информации в дневнике, так

ВОДОРΟΣЛИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ Владивосток Вид: Район сбора: Местообитание: Дата: Собрал: Определил:
--

Рис. 67. Гербарная этикетка

что основные сведения могут содержаться в дневнике, но дата и место сбора должны быть обязательно записаны на каждом гербарном листе, вне зависимости от его размера – 1/8, 1/4, 1/2 или полный лист писчей бумаги. Впрочем, гербарий водорослей может быть снабжен и специальной постоянной этикеткой, выполненной по всем правилам этикетирования.

Гербарий водорослей не рекомендуется сушить у источника тепла. С повышением температуры усиливается работа ферментов, богатые полисахаридами слоевища размягчаются и выделяют слизь. Высушенные с помощью подогрева слизистые слоевища в дальнейшем, при необходимости размочить их для приготовления срезов, не принимают первоначальную форму, клетки остаются

слипшимися и срез такого слоевища не отражает его истинной структуры. Такой материал может оказаться непригодным для дальнейших исследований.

Предпочтительнее высушивать влажные водоросли частыми сменами прокладок. Первую смену мокрых прокладок необходимо выполнить через 1-2 часа после окончания работы по закладке гербария, особенно, если гербарий изготавливается мокрым способом. Затем прокладки меняются не реже 2-х раз в сутки. Прокладки высушиваются любым способом: в сушильном шкафу, под солнцем, на сухих теплых камнях и т.д., наконец, у любого источника тепла (следует, однако, избегать, пересушивания и возгорания). Затем сухой и даже слегка теплой бумагой перекладывается гербарий, и мокрые гербарные листы с водорослями досушиваются.

Каждый раз после смены прокладок гербарная сетка плотно затягивается, поскольку эффекта сушки добиваются путем впитывания влаги из водорослей сухими бумажными прокладками. Вместе с тем гербарную сетку с водорослями нельзя стягивать слишком сильно, чтобы не исчезали естественные формы слоевища – буллы, продольные складки, извивы, используемые в качестве диагностических признаков. Марля при смене прокладок с влажных листов гербария не снимается, но приподнимается над сохнувшими водорослями, чтобы избежать ее слишком плотного приклеивания к слоевищам. По мере высыхания образцов марля снимается, аккуратно складывается и хранится до следующей партии коллекционных образцов, из которых необходимо изготовить гербарий.

Слоевища толстых мясистых водорослей, содержащих особенно много слизи, можно перед закладкой в пресс предварительно окунуть в кипяток. Структура обваренного слоевища сохраняется полностью, а образец быстрее высушивается. Бурые пигменты при этом могут вымываться и слоевища становятся зеленоватыми. Если есть необходимость собрать крупные слоевища водорослей, которые не могут вместить никакие гербарные сетки, например, многометровые талломы ламинариевых или фукусовых, то слоевища можно подсушить на ветру, разложив или развесив в тени, а затем закрутить их в рулон, начиная с вершины слоевища, чтобы толстая его часть – основание пластины и стволик – оказались снаружи, дабы избежать загнивания слоевищ в случае неполного их высыхания. Можно складывать слоевища *ламинариевых* в виде гармошки. Это делают постепенно, не доводя слоевище до полного высыхания, так как по мере сушки оно становится хрупким. Внутри рулончика вкладывается бумажная этикетка со всеми необходимыми сведениями о водоросли. Такие образцы легко транспортируются и не ломаются. В дальнейшем их можно размочить и выполнить все исследования, или же сделать мягкий гербарий.

Мягкий гербарий. Мягкий гербарий изготавливают обычно из крупных слоевищ водорослей – ламинариевых, фукусовых. Мягкий гербарий очень удобен при перевозке, для демонстрации при проведении занятий, чтении докладов, лекций. Изготавливается он обычно из свежих слоевищ замачиванием их на 10-12 ч (иногда больше) в смеси вода-глицерин (1:1). После нескольких часов замачивания в таком растворе глицерин постепенно заменяет воду в тканях слоевища и в дальнейшем, даже после высыхания, слоевище сохраняет гибкость, не ломается, не крошится, легко транспортируется на любые расстояния и сохраняется в неизменном виде в течение многих лет. В качестве примера может служить гербарный образец *костарии ребристой*, выполненный методом мягкого гербария в 70-е годы двадцатого столетия (рис. 68). Особенно ценно то, что полностью сохраняется габитус (внешний вид) слоевища: форма поверхности, все природные неровности, буллы, складки, вмятины и т.д., которые часто являются немаловажными диагностическими признаками.



Рис. 68. Гербарный образец *костарии ребристой*

Полевой дневник. Правильному ведению записей в полевом дневнике должно быть уделено очень большое внимание, не меньшее, чем правильному изготовлению и хранению гербария. При дальнейшей работе с собранным материалом, для общего ли анализа флоры или для решения более узких вопросов биологии, размножения, экологии отдельных видов, становится предельно ясно, насколько велико значение подробных, четких, ясных, а порой и эмоциональных записей.

Дневник называется **полевым**, так как работа с ним начинается именно "в поле" (в море, на берегу, на лугу, в лесу и т.д.), то есть в месте проведения сборов. Записи ведутся тут же, на месте, невзирая на комаров, москитов, дефицит времени, холод, жару и прочие отрицательные факторы. Записывается дата и район сбора, подробно характеризуется место (станция), где произведен сбор: указывается глубина и грунт, расстояние от берега, уклон дна, степень подверженности волновому воздействию,

описывается фитоценоз, распределение поясов растительности, указываются растения-эпифиты и сопутствующие животные, особенно фитофаги. Если работа проводится в районе высоких приливов, то указывается и время суток, и уровень воды.

Можно перечислить еще ряд характеристик, которые желательно иметь в хорошем дневнике: это и температура воды и воздуха, и соленость, и репродуктивное состояние растений. Перечень может быть шире или уже в зависимости от квалификации и опыта исследователя, а также от наличия условий, и в первую очередь, времени для ведения подробного дневника. Начинающие исследователи, как правило, пренебрегают всеми советами и рекомендациями по ведению дневника, предпочитая приобретать свой собственный отрицательный опыт. К сожалению, настоящее понимание и правильная оценка хорошего дневника приходят значительно позже, обычно тогда, когда исправить уже ничего невозможно.

Дневниковые записи уточняются, расширяются при проведении первичной обработки материала в лаборатории, при его идентификации и закладке гербария. Вносятся такие подробности, как размеры слоевищ, состояние органов размножения, соотношение генераций и т.д. Но ничто уже не сможет заменить первых, возможно, эмоционально окрашенных общих оценок или всей флоры района, или характеристики отдельных экотопов, или отдельных поясов, видов, экземпляров.

Дневники сохраняются на долгие годы и зачастую переживают автора, особенно, если это хорошие дневники (рис. 69). К ним возвращаются неоднократно, описывая район, или какой-то вид, или сообщество. И каждый раз из хорошего подробного дневника удастся извлечь какую-то новую информацию.

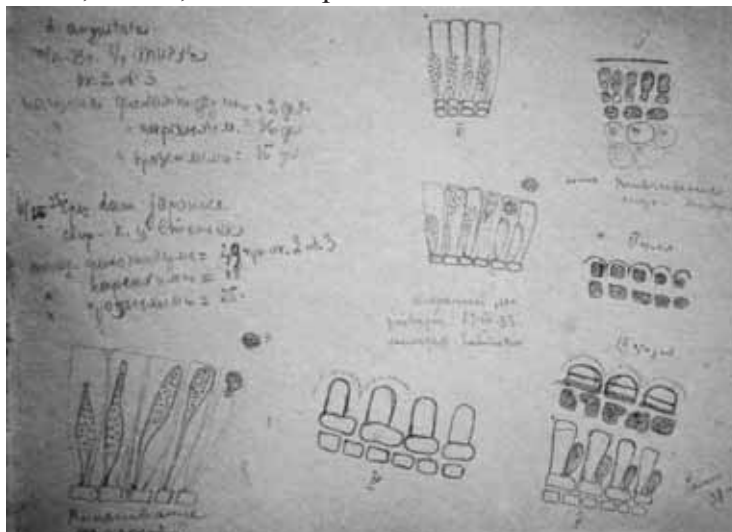


Рис. 69. Рабочий дневник Кардаковой Е. А. с записями 1933 г.

ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Сохранение информации на столетия и века во все времена оставалось великой проблемой. В памяти человечества имеется много методов и способов хранения информации об изучаемом объекте или предмете: рисунки в пещерах, на скалах, на стенах храмов, на поверхности Земли в пустыне Наска и т.д. Многообразны и носители информации – папирус, пергамент, бумага, наконец, электронные носители, появившиеся в

последние десятилетия. С появлением нового носителя тут же возникли и новые проблемы, о чем ярко и доходчиво повествует Т. Тархов (Тархов, 2013 а, б) в своем обзоре архивного дела в России. Главным выводом автора обзора является его заключительный тезис: "и всё-таки бумага".

Одним из интереснейших морских объектов, рассматриваемых в книге, являются водоросли-макрофиты трех отделов (зеленые, бурые и красные). Записи о водорослях хранятся в полевых дневниках, журналах экспериментов или на специальных карточках. Форма записи зависит от поставленной задачи. Как правило, при сборе водорослей указывается дата, район сбора, условия произрастания водорослей: глубина, характер грунта и другие необходимые сведения. В дальнейшем собранная информация систематизируется и анализируется.

Обширная информация о водорослях-макрофитах дальневосточных морей – это уникальная картотека, которая представляет собой алфавитный каталог бумажных носителей, содержащий около 8000 перфокарт, закодированных цветными мини-рейтерами 12-ти цветов. На картах размещена информация по исследованию водорослей-макрофитов трех Отделов. В картотеке преобладают карты с именами зарубежных исследователей – их более 5,5 тысяч, тогда как русскоязычных – около 2,5 тысяч. Некоторые монографически обработанные таксоны представлены более полными списками имен исследователей, не ограниченными перечнем только региональных авторов.

В соответствии с предпочтениями автора картотеки (личная собственность В.Ф. Пржеменецкой) некоторые таксоны, такие как порядки гигартиновые, диктиотовые, ламинариевые, роды анфельция, грацилярия, костария, ундария, одонталия или виды – *грацилярия бородавчатая*, *грацилярия южноприморская*, некоторые районы побережья: Татарский пролив, Камчатка, Командорские острова, побережье Охотского моря, Шантарские острова и др.; отдельные темы и проблемы, такие как гербарий, агар, карагинин, альгинаты, таксономия, физиология, гены, хромосомы, продуктивность, использование в хозяйстве, применение в медицине и т.д., тоже представлены в картотеке богатым набором перфокарт, несущих информацию как регионального, так, и мирового уровня. Как можно предположить из широты перечня упомянутых проблем, при необходимости, далеко не каждая из них разрешена с достаточной полнотой и скрупулезностью.

Картотека представляет собой деревянную коробку (рис. 70) с шестью выдвижными ящиками, заполненными закодированными перфокартами. Карты заполнены



Рис.70 Общий вид картотеки водорослей-макрофитов ДВФУ



Рис. 71 Перфокарты с мини-рейтерами



Рис. 72 Ключ-карта с ключевыми словами

по единому образцу: имя автора, название работы, источник размещения информации (статья, сборник, вырезка из реферативного журнала) (рис. 71).

Разработаны два вида ключевых карт: 1). – по систематике, биологии, экологии и распространению водорослей, 2) – по культивированию. Картотека содержит более 50000 информационных позиций (цвет и местоположение мини-рейтера на верхнем крае перфокарты).

Хранение информации на отдельных карточках позволяет информацию анализировать, исходя из поставленных задач, что облегчает последующую обработку материалов и экономит время исследователя. Перфокарты формата Р-5 (145 х 207 мм), рейтеры и мини-

рейтеры в Советском Союзе выпускались Таллиннским экспериментальным комбинатом «БИТ» (Клименюк, 1969). Они имеют двойной ряд перфораций по всему периметру, в верхний ряд легко вставляются рейтеры разных цветов. Тридцать три пары отверстий, имеющиеся на верхнем крае каждой карты, позволяют кодировать до 33 главных поисковых признаков (см. рис. 71). Кодирование осуществлялось расположением мини-рейтера и его цветом (12 цветов), каждая пара перфораций, таким образом, может быть закодирована на 12 ключевых слов. Таким образом, у мини-рейтера определенного цвета, находящегося в определенном месте, есть свое значение, свой код. С помощью мини-рейтеров производится поиск и выборка нужной информации в каталоге. Все ключевые

слова заносятся в ключ-карту (рис. 72). Выбор ключевых слов и схема кодирования зависят от научных предпочтений исследователя и поставленных задач.

Промысловое поле

РПУ: 38°54'

Название: Каплунова-2

Дата: 6 июля 2001

Расположение: С левой стороны при входе в б. Каплунова берег делится небольшим мыском на две части. Сразу после этого мыска начинается поле. Оно тянется вплоть до кутовой части бухты. На глубинах 2 -

Глубина: 3

Грунт: галька

Ценоз: Lam2+Costaria+L

Ближайший биол. разрез: 29

Примечания: Ламинария этого поля с глубин 2-4м будет хорошо сохнуть. Есть смысл использовать её именно так. Диапазон глубин 4 - 6м занят одногодичкой. В кутовой части бухты ламинария растёт поверх мидии Грея (биккультура). Заилается

Одногодичка: МНОГО

Длина, м: 400

Ширина, м: 15

Площадь, м кв.: 6000

Плотность, экз/м: 20

Ср. вес, кг: 0,85

Биол. запас (расчётный), т: 102,00

Биол. запас (съемка), т: 100

Пром. запас (расчётный), т: 71,400

Пром. запас (съемка), т: 70

Изъято, т: 77

Карта: Map showing the location of the field in the Kaptunova Bay area.

Фотография/Схема:

Рис. 73 Форма для отдельного промыслового поля (Ермолаев, 2006)

Объем накопленной информации по различным отраслям знаний так велик, что в настоящее время его очень сложно хранить и обрабатывать без использования компьютерных технологий. Информация может быть собрана и сохранена на электронных носителях. Существует большое количество программ, предназначенных для хранения и обработки информации. Эти программы подробно описаны в литературе, поэтому перечислять их не имеет смысла. В настоящее время это наиболее интенсивно развивающаяся область информационных технологий.

Многие исследователи используют стандартные программы, не требующие специальных знаний программирования. Наиболее распространенным программным продуктом является система управления реляционными базами данных – программа Microsoft Office Access. На ее базе построено много баз данных в различных областях, в том числе и для изучения водорослей. Например, информационная система «ALG» для хранения и обработки альгологической информации (Штрик, 2001) позволяет работать с полевой информацией, обрабатывать коллекции, содержит каталог микро- и макрофотографий, в ней можно хранить справочные материалы. База данных, предложенная Ю.Г. Ермолаевым (2006), позволяет собирать информацию о состоянии зарослей и промысле ламинарии японской. База данных содержит информацию о

количестве и состоянии полей ламинарии, о точном расположении зарослей (рис. 73) и других характеристиках.

На основании данных, собранных в базе можно составить прогноз урожая для каждого поля и дать определенные рекомендации промышленным предприятиям. Подобные базы данных можно создать не только для ламинарии, но и для других объектов промысла, формирующих устойчивые во времени и пространстве скопления (Ермолаев, 2006).

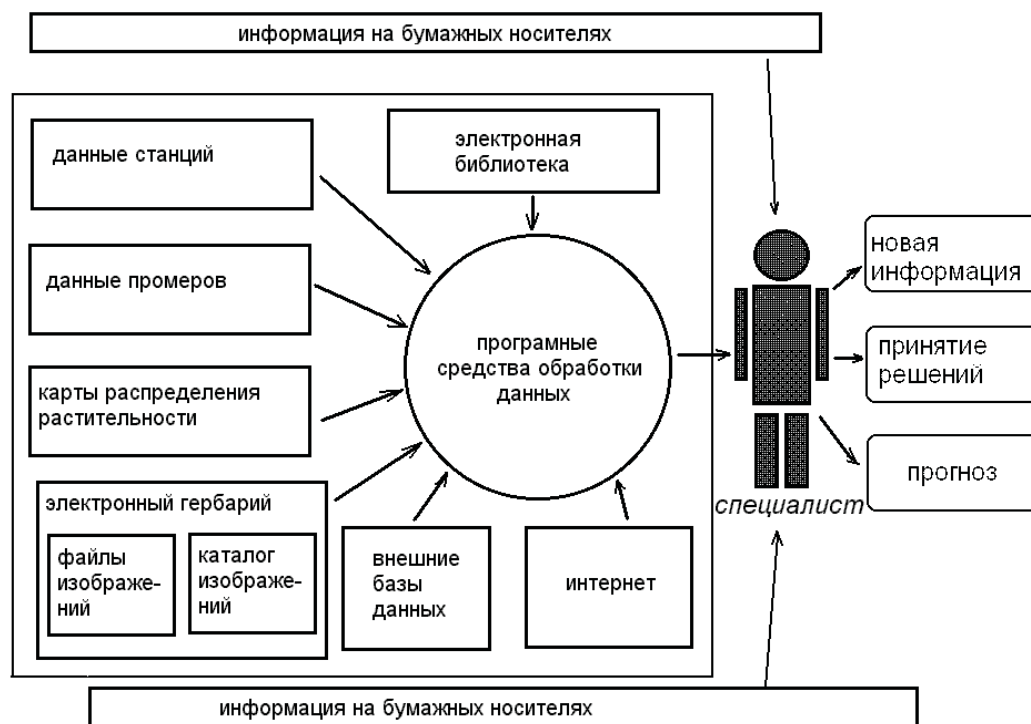


Рис. 74 Блок-схема сбора и обработки информации о макрофитобентосе с помощью компьютерных технологий (Кулепанов, 2004)

В настоящее время все виды информации, собираемой при биологических исследованиях, могут храниться на электронных носителях. Полевые дневники и записи промеров заносятся в текстовой или табличной форме, а гербарный материал – в виде электронных изображений. Обработка данных может полностью проводиться на компьютере с использованием ГИС-программ, экспертных систем и других программных продуктов. Однако, данные, сохраняемые на бумажных носителях, в этом случае могут становиться труднодоступными для исследователя, и уходят на периферию информационного процесса (рис. 74). Разрыв между бумажными и электронными носителями в конечном итоге будет вести к потере информации. Хранение данных на разных носителях в определенной степени позволяет обойти эту проблему.

В настоящее время огромным хранилищем информации о водорослях является Интернет. Её можно найти на многих электронных ресурсах. Существует большое количество сайтов Гербариев, Ботанических садов и Музеев. Многие гербарные коллекции выложены в Интернете в виде электронных фотографий. Тем не менее, не следует недооценивать важность хранения бумажных носителей информации, так как оцифровка документов сама по себе не решает проблему сохранения архивных материалов (Тархов, 2013а, б). Молодому исследователю необходимо уметь пользоваться и бумажными способами хранения информации и электронными технологиями. Только в этом случае собранные данные можно эффективно обработать и проанализировать.

ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 5

- Ермолаев Ю.Г.** Рациональная эксплуатация естественных полей ламинарии японской и повышение точности прогноза ее запасов // Изв. ТИНРО.– 2006.– Т. 145.– С. 215-219.
- Клименюк В.Н.** О применении перфокарт в научных исследованиях. Киев, «Наукова думка», 1969. 250 с.
- Кулепанов В.Н.** Сбор, хранение и обработка информации при фикологических исследованиях // Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана: Сборник материалов отраслевого семинара. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2004. – С. 246-252.
- Макиенко (Пржеменецкая) В. Ф.** Гербарий морских водорослей. Учебное пособие. Владивосток. Дальнаука. 2000. 101 с.
- Скворцов А.К.** Гербарий. Пособие по методике и технике. М.: Наука, 1977. 199 с.
- Суховеева М. В., Шапошникова Т. В., Бадыкина И. А.** Гербарий водорослей Тихоокеанского научно-исследовательского центра (Владивосток) // Бот. ж. 2006. Т. 91. № 8. С. 1275-1279.
- Тархов Т.** Провалы в памяти, или терпеливая бумага. Ч. 1. Хранить нельзя выбрасывать // Наука и жизнь. 2013а, № 3. С. 2-9.
- Тархов Т.** Провалы в памяти, или терпеливая бумага. Ч. 2. Война против памяти: безвозвратные потери // Наука и жизнь. 2013б, № 4. – С. 18-23.
- Шапошникова Т. В.** О коллекции водорослей Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО-Центр) // Бот. ж. 2007. Т. 92. № 4. С. 565-569.
- Штрик В.А.** «ALG» & MS Access 97– информационная система для хранения и обработки альгологической информации по растительности, запасам, флористике и систематике и каталогизации коллекций и микрофотографий // Исследования биологии промысловых

ракообразных и водорослей морей России: Сб. науч. трудов ВНИРО.– М., 2001.– С. 245-248.

Abbott I.A. On the species of *Iridaea* (Rhodophyta) from the Pacific coast of the North America // Syesis. 1972. Vol. 4. P. 51-72.

Taylor W.R. Marine algae of the northeastern coast of North America // Ann. Arbor. Univ. of Michigan Press. 1957. P. 10-20.

Taylor W.R. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas // Ann. Arbor. Univ. of Michigan Press. 1960. P.32-43.

Tsuda R.T., Abbott I.A. Collection, handling, preservation and logistics // Handbook of Phycological Methods. Ecological field methods: Macroalgae / Eds M.M. Littler and D.S. Littler. Cambridge – London ets.: Camb. Univ. Press, 1985. P. 67-86.

<http://www.bio.spbu.ru>

<http://www.binran.ru>

<http://www.biologyuniver.ru>

<http://www.sakhniro.ru>

<http://www.kamchatgtu.ru>

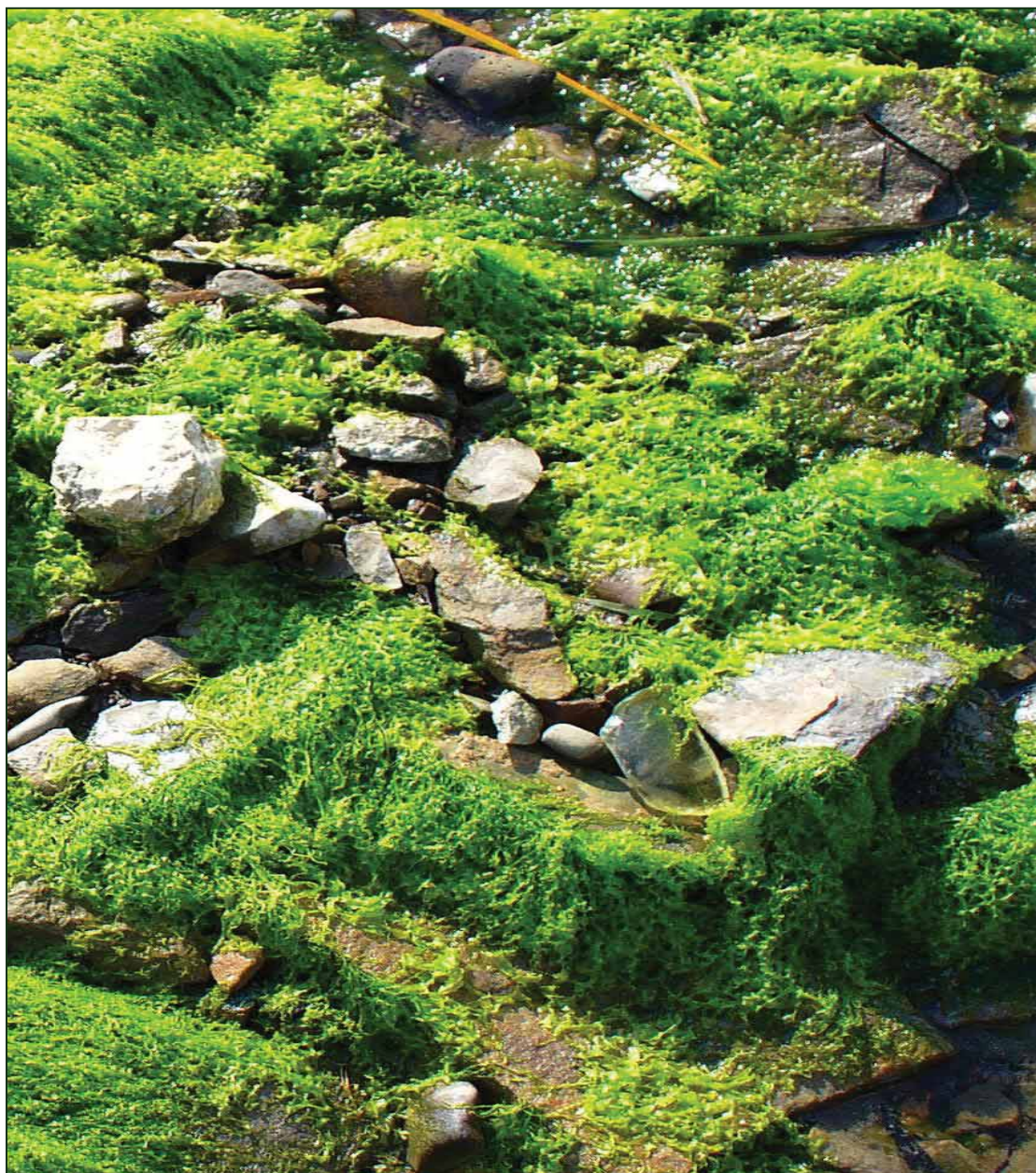
<http://www.sevin.ru>

<http://en.wikipedia.org> List of Herbaria in North America

<http://en.wikipedia.org> List of Herbaria in Europe

<http://en.wikipedia.org> List of Herbaria in Asia

Отдел
ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ
(CHLOROPHYTA)



ГЛАВА 6. ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYTA)

Зеленые водоросли - это самый обширный и многочисленный отдел водорослей. По приблизительным подсчётам сюда входит около 500 родов и от 13 000 до 20 000 видов, но только небольшое число их, не более 1/10 от общего количества, распространено в морях, остальные - пресноводные или наземные: обитатели сырых мест в лесах и селениях, симбионты в лишайниках, почвенные. Все они отличаются зеленым цветом слоевищ, хотя и различных оттенков, сходным с окраской высших растений и вызванным преобладанием хлорофиллов а и b над каротиноидами, имеющими различные оттенки от желтого до красного. Из каротиноидов обнаружены α - и β -каротины и около 10 различных ксантофиллов – лютеин, зеаксантин, виолаксантин и другие. Продуктом фотосинтеза является глюкоза, в результате биохимической трансформации которой образуются простые и сложные углеводы (полисахариды), аналогичные крахмалу наземных растений. В водорослях, как и у высших растений, запасные вещества относятся к глюканам (углеводам). Содержание липидов незначительно и в основном они входят в состав клеточных стенок (мембран). В клеточных стенках присутствуют целлюлоза и совершенно уникальные полисахариды, содержащие кроме глюкозы, галактозу, рибозу, маннозу и другие сахара.

Зеленые водоросли исключительно многообразны морфологически. Среди них представлены все последовательные этапы эволюции морфологических типов растений: одноклеточные, колониальные, многоклеточные и все известные структуры таллома: от монадной и коккоидной у одноклеточных форм до нитчатой, трубчатой и пластинчатой у многоклеточных (рис. 75). Изредка среди зеленых водорослей встречается и неклеточная (сифональная) структура слоевищ.

Большинство зеленых водорослей – это одноклеточные микроскопические организмы разнообразных размеров, очертаний и форм. Среди зеленых макрофитов встречаются слоевища от нескольких сантиметров высоты до 50-70 см, изредка до 1м или чуть больше. Как исключение, известны гигантские для этого отдела представители рода кодиум - *Codium magnum*, обитающий у берегов Мексики, слоевища

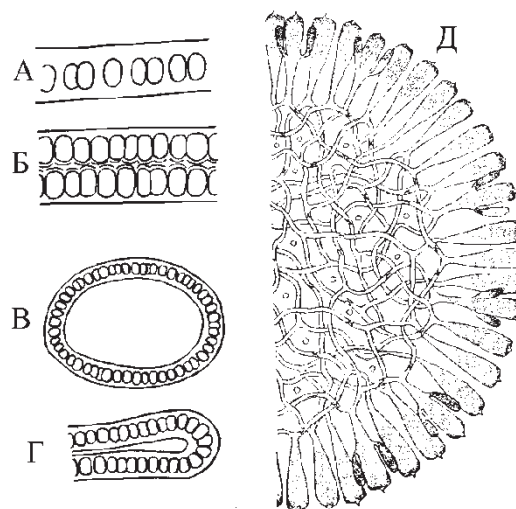


Рис. 75. Структура талломов зеленых водорослей. А — монострома, Б — ульва, В, Г — энтероморфа (по: Segawa, 1962), Д — кодиум (по: Smith, 1938).

которого достигают длины 8 м (Dawson, 1966) и *Codium cylindricum*, произрастающий у берегов Японии, имеющий слоевища до 9-10 м длины (Растения Мира, 1979, № 113).

У зеленых водорослей встречаются все известные способы размножения – вегетативное, бесполое и половое. Вегетативное размножение происходит посредством обычного поперечного или продольного деления клетки у одноклеточных или распадением нитей у более сложно организованных нитчатых зеленых. Формы бесполого размножения довольно разнообразны. Чаще всего бесполое размножение осуществляется подвижными 2-4-жгутиковыми зооспорами. Иногда жгутиков бывает больше, обычно они имеют равную длину. Бесполое размножение может происходить и с помощью неподвижных спор (апланоспор).

Половое размножение у зеленых представлено всеми известными у растений типами полового процесса: изогамией, гетерогамией, оогамией и конъюгацией. Оно осуществляется, как правило, двужгутиковыми гаметами. Гаметы и зооспоры внешне различаются по числу жгутиков: зооспоры чаще имеют 4 жгутика, гаметы – 2. У пластинчатых форм споро- и гаметогенез происходит по краю пластин, которые приобретают желтоватый оттенок, а затем, по мере выхода спор и гамет полностью обесцвечиваются (рис. 76).

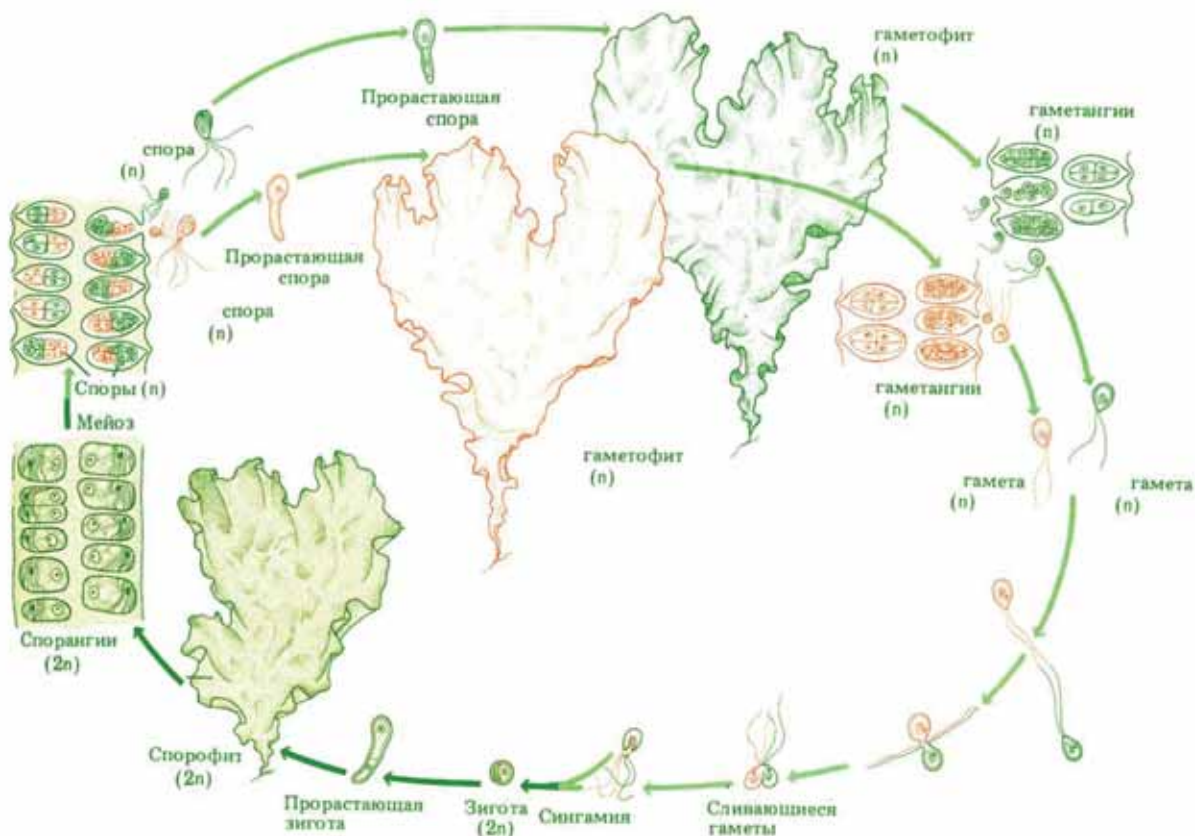


Рис. 76. Цикл развития зеленых водорослей (*ulva*) (по: Современная ботаника, 1990, Т. 1).

Распространены зеленые водоросли чрезвычайно широко, благодаря их исключительной **эврибионтности**. Это обитатели не только морских и пресных вод, но и наземных и почвенных группировок, эпифиты, симбионты и паразиты различных растений и животных. Для многих из них характерен широкий диапазон отношения к температуре, свету, составу воды – главным экологическим факторам, определяющим распространение и расселение растений по глубинам в водной среде. Они обнаруживаются и в горячих источниках, и во льдах, и в снегах, в чистых прозрачных и в сильно загрязненных водах.

Большинство зеленых это пресноводные водоросли. Широту диапазона их распространения и расселения отражают представители огромной группы микроскопических зеленых водорослей (немало среди них и обитателей морских соленых вод). Небольшая часть макрофитов этого отдела – морские организмы. Поселяются они на разных глубинах, но преимущественно заселяют мелководье – от литорали до 10-15 м. глубины (рис. 77). Сифоновые водоросли преобладают в теплых водах тропиков и субтропиков (*каулерповые*) и лишь немногие встречаются в более холодных районах (*кодиум*, *бриопсис*). Представители порядка ульвовых (*ульва*, *энтероморфа*, *монострома*), напротив, широко расселяются в более холодных северных морях и в зонах умеренного климата.



Рис. 77. Прибрежные камни, покрытые ковром зеленых водорослей.

Особенно много зелёных водорослей развивается весной, когда все камни на литорали покрыты сплошным изумрудным налетом из зелёных водорослей, резко

контрастирующим с белым снегом, лежащим на прибрежных камнях. Ворсистый зелёный ковер на камнях образуют развивающиеся нитчатки — *улотрикс* и *уропора*. Летом часто развивается много *кладофоры*, нередко она представлена в виде зелёной слизистой массы. На открытом скалистом побережье ярко-зелёные разветвленные кустики образует *акросифония*.

Среди зеленых водорослей особенно часто встречаются эпифиты, такие, как: *Acrosiphonia saxatilis*, *Acrosiphonia heterocladia*, *Bryopsis plumose*, *Cladophora stimpsonii*, *Enteromorpha clathrata*, *Enteromorpha linza*, *Kornmannia zostericola*, *Monostroma grevillei*,

Ulva fenestrata. Они не только в изобилии поселяются на бурых, красных, но и на ближайших родственниках - зеленых водорослях, а также на морских травах.

До сих пор отсутствует единая устоявшаяся система зелёных водорослей, особенно в отношении объединения порядков в классы. Очень долго при выделении порядков зеленых придавали значение типу дифференциации таллома. Однако в последнее время в связи с накоплением данных об ультраструктурных особенностях жгутиковых клеток, типе митоза, цитокинеза и др. стала очевидной гетерогенность многих таких порядков.

Зеленые водоросли вначале делили на три класса: *Эухлорофиты*, *Конъюгаты*, *Харофиты*. Позже их стали подразделять на 5 классов: *Вольвоксовые*, *Протококковые*, *Улотриксковые*, *Сифоновые*, *Конъюгаты* (Жизнь раст., 1977). В настоящее время в зарубежной литературе существует разделение их на различное количество классов – от 5 до 11. В связи с применением новых методов исследований, появилась общепринятая сводка Algaebase, которой придерживается большинство исследователей. Этой же системы в значительной степени придерживаемся и мы.

Класс **Ulvophyceae**

Порядок **Ulotrichales**

Семейство **Ulotrichaceae**

Urospora penicilliformis (Roth) Aresch. - *Уроспора кисточковидная*

Spongomorpha duriuscula (Rupr.) Collins - *Спонгоморфа жестковатая*

Capsosiphon groenlandicus (J. Ag.) Vinogr. - *Капсосифон гренландский*

Семейство **Gomontiaceae**

Monostroma grevillei (Thur.) Wittr. - *Монострома Гревилля*

Порядок **Ulvales**

Семейство **Kornmanniaceae**

Kornmannia leptoderma (Kiellm.) Blid. - *Корнманния тонкокожистая*

Blidingia minima (Näg. ex Kütz.) Kylin - *Блидингия маленькая*

Семейство **Ulvaceae**

Ulva fenestrata P. et R. - *Ульва продырявленная*

Ulvaria splendens Rupr. - *Ульвария блестящая*

Enteromorpha linza (L.) J. Ag. - *Энтероморфа линзовидная*

Enteromorpha clathrata Grev. - *Энтероморфа решетчатая*

Enteromorpha prolifera (O. F. Müll.) J. Ag. - *Энтероморфа прорастающая*

Класс **Bryopsidophyceae**

Порядок **Bryopsidales**

Семейство **Bryopsidaceae**

Bryopsis plumosa (Huds.) Ag. - *Бриопсис перистый*

Семейство **Codiaceae**

Codium yezoense (Tokida) Vinogr.comb. nov. - *Кодиум йезоенский*

Класс **Siphonocladophyceae**

Порядок **Cladophorales**

Семейство **Cladophoraceae**

Cladophora speciosa Sakai - *Кладофора красивая*

Cladophora stimpsonii Harv. - *Кладофора Стимсона*

Rhizoclonium riparium (Roth) Harv. - *Ризоклониум прибрежный*

Chaetomorpha moniligera Kjellm. - *Хетоморфа четковидная*



Порядок Ulotrichales

Семейство Ulotrichaceae

Urospora penicilliformis (Roth) Aresch.

Уроспора кисточковидная

Слоевище в виде нежных слизистых на ощупь неразветвленных нитей, не скручивающихся в пряди, 0,3-5 см длины. Толщина нитей увеличивается от основания к вершине. Цвет растений в зависимости от места обитания и состояния зрелости меняется от темно-зеленого до оливково-зеленого. Прикрепляется к грунту ризоидальными отростками базальных клеток.

Вегетирует в течение года. Размножение вегетативное, бесполое жгутиковыми зооспорами, редко половое. Цикл развития гетероморфный.

Обитает в супралиторали, на литорали и в верхней сублиторали, поселяясь на скалистом или валунно-глыбовом грунтах у открытых или полузащищенных побережий. Образует самостоятельные и смешанные с другими видами зеленых водорослей заросли. Обильно развивается в условиях опреснения и загрязнения, а также в обрастании различных антропогенных субстратов. Редко эпифитирует на других макрофитах, и сама не является местом поселения для эпифитов.

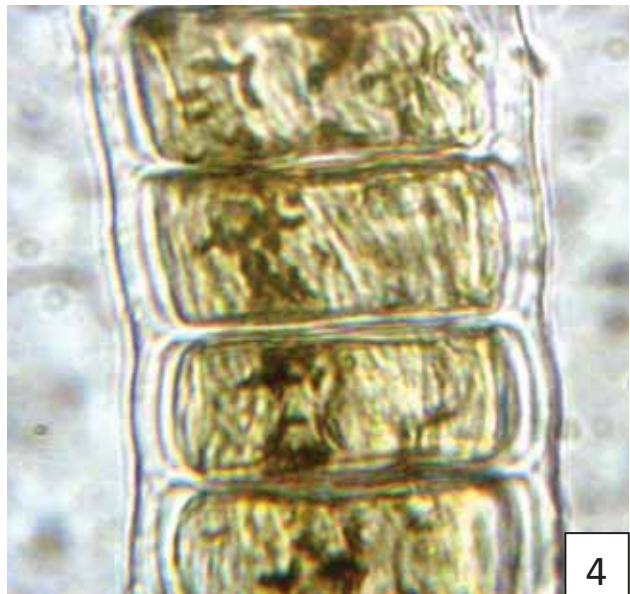
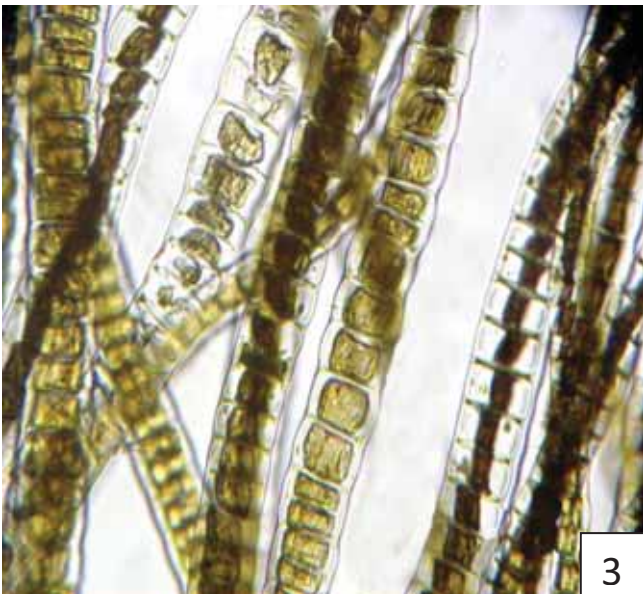
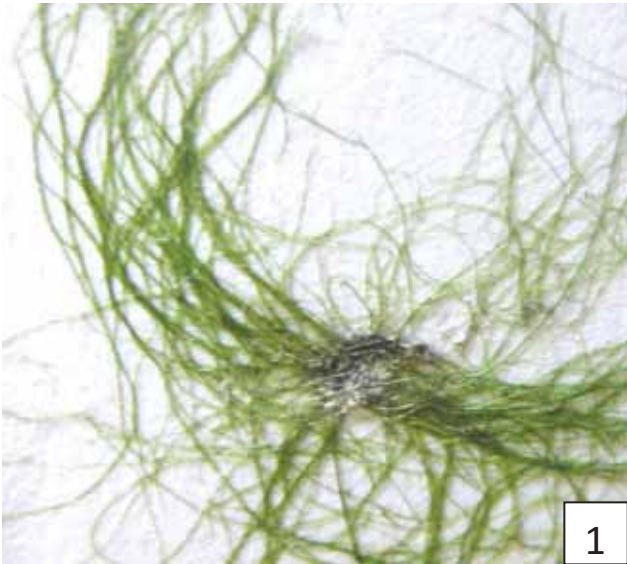
Арктическо-бореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах прибрежных вод.

Используется в пищу и в народной медицине, как иммуномодулирующее средство.

Подписи к рисункам

1. Нити *Urospora penicilliformis*
2. Заросли *Уроспоры кисточковидной* на каменисто-валунной литорали
3. Нити с фертильными и стерильными клетками (ув. 10^x)
4. Фрагмент нити с фертильными клетками (ув. 40^x)
5. *U. penicilliformis* на камнях супралиторали в начале марта
6. Поселение *U. penicilliformis* на литорали б. Устинова (Уссурийский залив)





Порядок Ulotrichales

Семейство Ulotrichaceae

Spongomorpha duriuscula (Rupr.) Collins.

Спонгоморфа жестковатая

Слоевище в виде жестких торчащих кустиков 1,5-7 см, изредка до 10 см высоты, темно-зеленого цвета. В верхней половине кустики распадаются на отчетливые отдельные пряди, в нижней – густо сплетены отростками и крючковидно загнутыми боковыми ветвями. Основные ветви прямые разветвленные односторонне или поочередно. Одностороннее ветвление характерно для ветвей всех порядков. Боковые ветви образуются в результате выпячивания боковой стенки у клеток осевого побега. Веточки одинаковой ширины по всей длине. Прикрепляется к грунту ризоидальными нитями.

Вегетирует с октября по июль. Размножение вегетативное, половое, редко бесполое. Цикл развития гетероморфный.

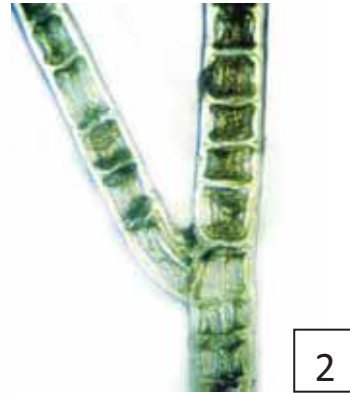
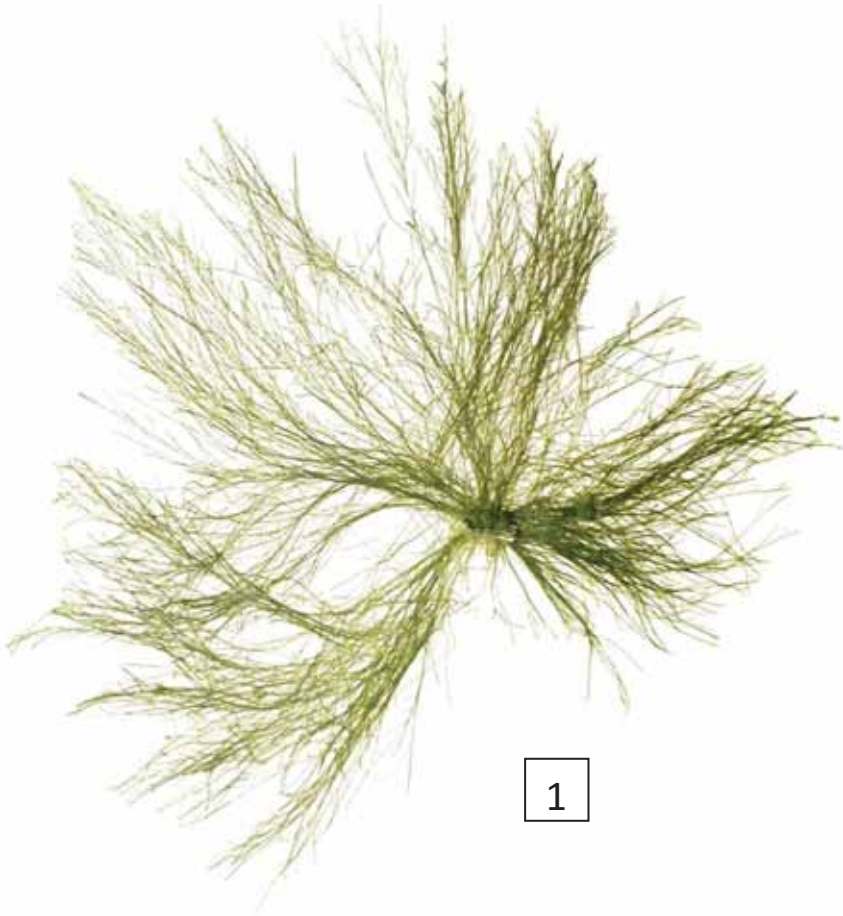
Обитает на скалах и каменисто-валунных россыпях, на литорали в виде обширных щетковидных дернин, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 5 м. Предпочитает открытые и полужащенные участки побережья. Может доминировать в биоценозе среди других видов водорослей. Часто встречается в обрастании антропогенных субстратов, и как эпифит на других видах водорослей. Хорошо приспосабливается к загрязнениям.

Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Spongomorpha duriuscula* (натур.вел.)
2. Типичное ветвление *Спонгоморфы жестковатой* (ув. 10^x)
3. Заросли *С. жестковатой* на литоральных камнях
4. Дернины *С. жестковатой* на мелководье
5. *С. жестковатая* в сублиторальной ванне
6. *С. жестковатая* в сообществе других литоральных видов





Порядок **Ulotrichales**
Семейство **Ulotrichaceae**

Capsosiphon groenlandicus (J. Ag.) Vinogr.

Капсосифон гренландский

Слоевище трубчатое неразветвленное, в основании и у вершины обычно суживается. Достигает 10 см высоты, 1-3 мм ширины, имеет буровато-зеленый или оливковый цвет. Полость слоевища обычно заполнена слизью, в нижних частях и в молодых нитях слизь заполняет всю полость, к вершине слизь постепенно исчезает. Прикрепляется к грунту небольшим базальным диском.

Вегетирует с февраля по сентябрь. Массовое развитие вида приходится на конец лета. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный.

Обитает на прибойных хорошо аэрируемых участках каменистой литорали и в сублиторали до глубины 3 м. Образует небольшие самостоятельные заросли, но чаще поселяется вместе с другими видами зеленых водорослей с *Acrosiphonia* и *Urospora*. Хорошо переносит осушение и опреснение во время отливов и дождей. Встречается в загрязненных водах.

Амфибореальный тихоокеанско-атлантический вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах прибрежной зоны.

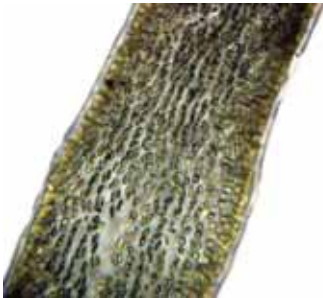
Водоросли этого рода используются в пищу в Корее.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Capsosiphon groenlandicus*
2. Клетки с поверхности слоевища (ув. 10^x)
3. Нижняя часть слоевища капсосифона с базальным диском (ув. 10^x)
4. *Капсосифон гренландский* на камнях литорали
5. Смешанное поселение водорослей с участием *К. гренландского* на прибойной литорали



1



2



4



3



5



Порядок Ulotrichales

Семейство Gomontiaceae

Monostroma grevillei (Thur.) Wittr.

Монострома Гревилля

Слоевище однослойное пластинчатое до 20 см в поперечнике бледно-зеленого цвета очень тонкое и нежное на ощупь. На ранней стадии развития слоевище мешковидное, разрываясь становится воронкообразным или неправильно лопастным с волнистым краем. Прикрепляется небольшими ризоидами.

Вегетирует с декабря по июль. Размножается в феврале-апреле. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Гаметы образуются в клетках пластинчатого слоевища. Спорофит одноклеточный.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 6 м на скалах и камнях у защищенных участков побережья. Встречается как эпифит на *Corallina pilulifera*, *Neorhodomela larix*, *Chondrus pinnulatus*, бурых водорослях и морской траве *Zostera marina*. Хорошо приспособлена к загрязнению и опреснению воды.

Широкобореальный вид.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Используется в пищу в Корее. Считается, что применение этой водоросли способствует долголетию. Объект культивирования в странах юго-восточной Азии.

Подписи к рисункам

- 1,2,3,4. Внешний вид *Monostroma grevillei*
5. *Monostroma grevillei* на бурой водоросли *Coccophora langsdoeffii*
6. Поселение *Моностромы Гревилля* в литоральной ванне ранней весной (б. Щитовая, Уссурийский залив)
7. Поперечный срез пластины *моностромы* (схем. рис.)
8. Заросли *М. Гревилля* на камнях литорали
9. *М. Гревилля* на валунах во время отлива



1



2



3



4



5



6



7



8



9



Порядок **Ulvales**

Семейство **Kornmanniaceae**

Kornmannia leptoderma (Kjellm.) Blid.

Корнмания тонкокожистая

Слоевище пластинчатое однослойное нежное светло-зеленое 1-7 см, иногда до 10 см высоты, воронкообразное или разорванное на лопасти почти до основания. Лопасты волнистые, складчатые или курчавые по краю. Основание слоевища трубчатое. Прикрепляется небольшим базальным диском.

Вегетирует с марта по июль. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Гаметофит представлен многослойным базальным диском.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 7 м у слабозащищенных участков побережья. Часто отмечается как эпифит морских трав. В апреле-мае развивается в массовом количестве.

Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена по всему побережью.

Используется в пищу и как сырье для получения пищевых и кормовых добавок.

Подписи к рисункам

1. Эпифит *Kornmannia leptoderma* на листе *Zostera marina*
2. То же, при увеличении в 5 раз
3. Поперечный срез слоевища *корнмании* (ув. 20^x)
4. Слоевище *Корнмании тонкокожистой*, вид с поверхности (ув. 10^x)
5. Заросли морской травы с эпифитом *К. тонкокожистая*





Порядок **Ulvales**

Семейство **Kornmanniaceae**

Blidingia minima (Näg. ex Kütz.) Kylin

Блидингия маленькая

Слоевища в виде неправильно закрученных однослойных трубок светло-зеленого цвета 10-15 см высоты, 1-3 мм ширины. Трубки часто разорванные у вершины и сужены у основания, простые или иногда разветвленные с немногочисленными ветвями. Прикрепляется небольшим базальным диском.

Вегетирует и размножается в холодную половину года. В течение года сменяется несколько поколений. Цикл развития не изучен. Известно бесполое размножение 4-х жгутиковыми зооспорами. Половое размножение не известно.

Обитает в супралиторали и на литорали на каменистом и скальном грунтах в условиях сильной прибойности, нередко при сильном опреснении. В весенний период формирует самостоятельные или смешанные с другими видами зеленых водорослей пояса в супралиторали. Встречается в обрастании антропогенных субстратов. Хорошо переносит загрязнения.

Арктическо-бореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

- 1, 2, 3. Внешний вид *Blidingia minima*
4. Поперечный срез слоевища (ув. 20^x)
5. *Blidingia minima* на прибойной каменисто-валунной литорали
6. Заросли *Блидингии маленькой* на каменистой супралиторали



1



2



3



4



5



6



Порядок **Ulvales**

Семейство **Ulvaceae**

Ulva fenestrata P. et R.

Ульва продырявленная

(морской салат)

Слоевище пластинчатое двухслойное сидячее или на короткой ножке, темно- или светло-зеленого цвета. Размеры слоевищ – 20-50 см, но может достигать 1 м длины. Пластина простая или рассеченная, округлая или овально-удлиненная, неправильной формы, с перфорациями, с ровными или волнистыми краями. Основание клиновидное, к твердому грунту прикрепляется небольшой подошвой.

Вегетирует в течение всего года, образуя несколько поколений. В конце лета – начале осени достигает массового развития. Размножение бесполое и половое. Цикл развития изоморфный, иногда представлено только бесполое размножение. После выхода зооспор и гамет краевая часть пластины белеет и разрушается.

Обитает в массе на литорали и в сублиторали до глубины 2-5 м, но может встречаться и на глубинах до 20 и более м. Наиболее обильно развивается на мелководье и в литоральных ваннах. Поселяется на камнях, раковинах моллюсков и как эпифит на других видах водорослей. Характеризуется широкой экологической пластичностью.

Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена повсеместно.

Используются в пищу во многих странах мира, в косметике, как удобрение. Применяется при производстве высококачественной бумаги. Известно использование в народной медицине как средство от зоба и кашля. Объект культивирования.

Подписи к рисункам

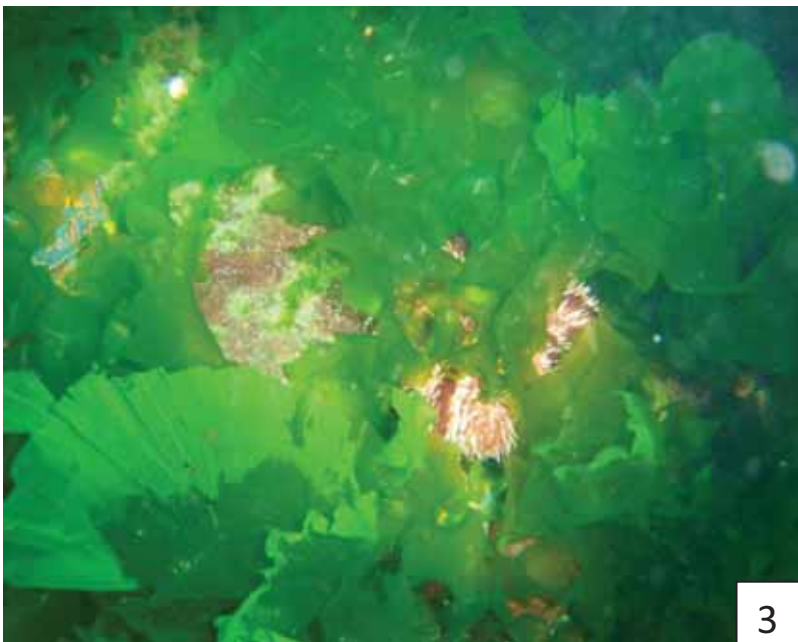
- 1,2. Внешний вид *Ulva fenestrata* (уменьш.)
3. Заросли *Ulva fenestrata* в сублиторальной зоне на глубине 1, 5 м
4. Цикл развития ульвы (по: Морские водоросли, 2001). n-половое размножение с помощью гамет; 2n-бесполое размножение зооспорами
5. Сообщества водорослей с участием Ульвы продырявленной
6. Поперечный срез пластины *У. продырявленной* (ув. 20^х)
7. Клетки с поверхности пластины (ув. 20^х)



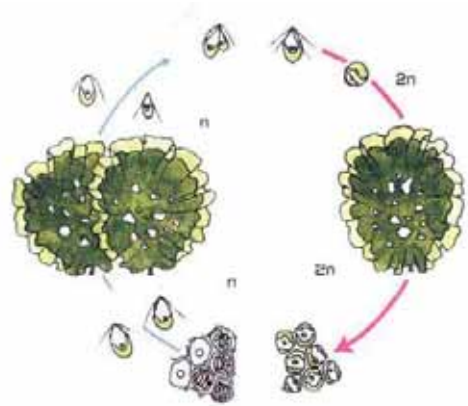
1



2



3



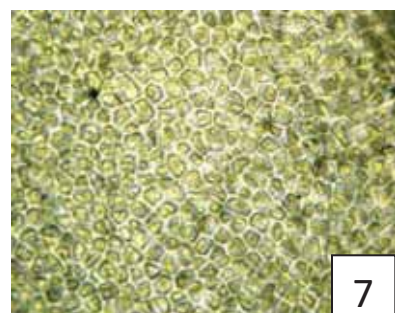
4



5



6



7



Порядок Ulvales

Семейство Ulvaceae

Ulvaria splendens Rupr.

Ульвария блестящая

Слоевище однослойное пластинчатое, неправильных очертаний с ровным краем до 10-30 см длины и 8-20 см ширины, цвет от светло- до темно-зеленого. При высушивании слоевище буреет. По этому признаку ульварию можно отличить от *Ulva fenestrata*, имеющей сходные морфологические признаки пластины. Прикрепляется маленькой трубчатой ножкой 1-3 мм длины с небольшим базальным диском.

Вегетирует с марта по ноябрь. В конце лета – начале осени достигает массового развития. Цикл развития изоморфный. Размножение бесполое и половое. Размножается с мая по октябрь.

Обитает на литорали и в сублиторали на глубинах от 1 до 15-20 м, на скалистом, каменистом и илисто-песчаных грунтах с вкраплением камней и створок моллюсков. Встречается в сообществах бурых, красных водорослей и морских трав. Часто прикрепляется к ризоидам ламинариевых. Предпочитает чистые воды.

Широкобореальный приазиатский вид.

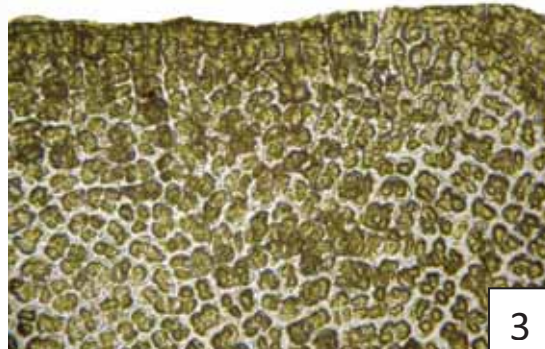
На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Используется в пищу и в народной медицине.

Примечание. По форме, величине и текстуре слоевища ульвария сходна с двухслойной ульвой, отличаясь отсутствием перфораций и извилистого края.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Ulvaria splendens*
2. Поперечный срез пластины Ульварии блестящей (ув. 20^x)
3. Вид слоевища с поверхности (ув. 20^x)
4. Выбросы У. блестящей





Порядок **Ulvales**

Семейство **Ulvaceae**

Enteromorpha clathrata Grev.

Энтероморфа решетчатая

Слоевище трубчатое тонкое многократно разветвленное образует кустики светло-зеленого цвета, от 10 до 20, иногда до 30 см высоты. Ветвление первого – третьего порядков, главный побег и ветви первого порядка достигают 1,5 см ширины, ветви третьего порядка более тонкие, иногда до волосовидных. Слоевище прикрепляется к грунту небольшим базальным диском. Встречается также неприкрепленной.

Вегетирует с февраля по ноябрь. В течение вегетационного сезона сменяется несколько поколений. Размножение бесполое и половое, иногда половое отсутствует. Цикл развития изоморфный.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 4 м, на каменистом и галечно-песчаном грунтах, в местах, защищенных от прибоя. Встречается в литоральных ваннах. В кутовых участках бухт и заливов иногда образует самостоятельные заросли. Выдерживает опреснение. Встречается в обрастании антропогенных субстратов. Растет вместе с саргассовыми водорослями, нередко как их эпифит. Эпифитирует на морских травах.

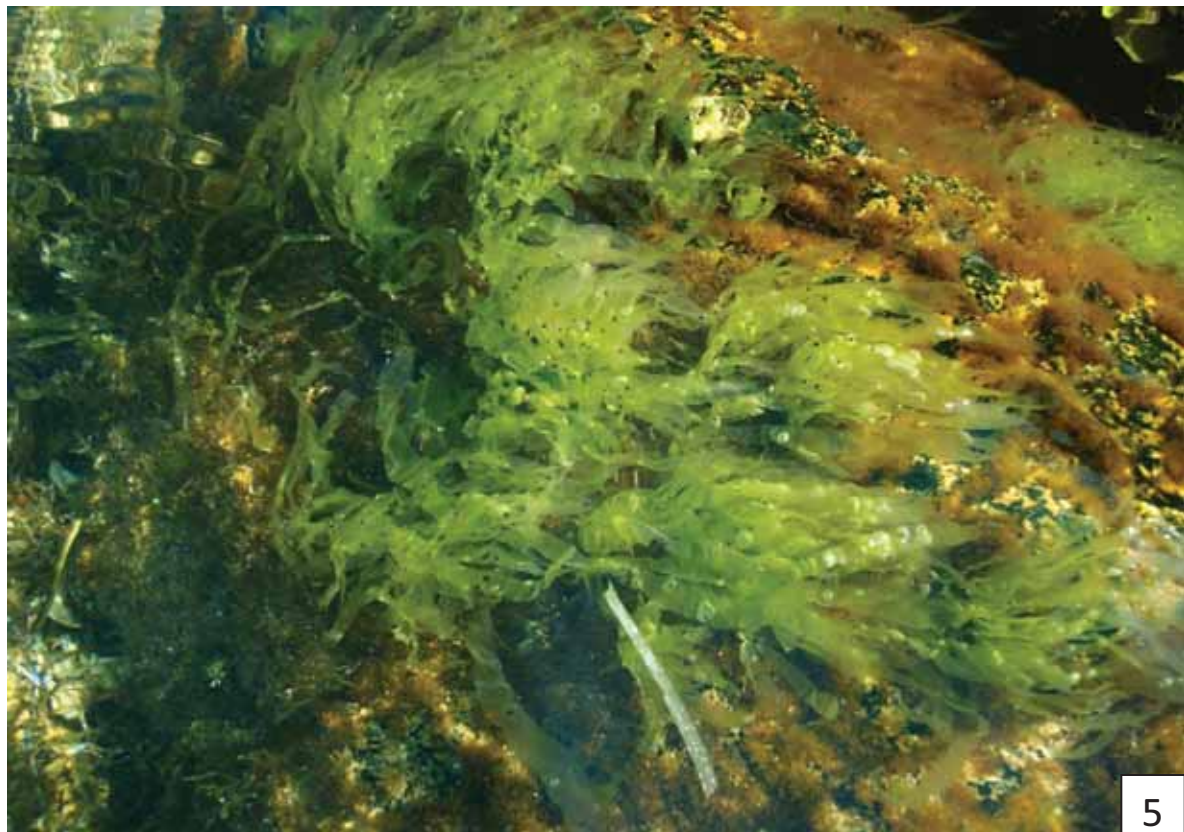
Мультизональный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах прибрежных вод.

Используется в пищу. Объект культивирования в некоторых странах юго-восточной Азии.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Enteromorpha clathrata*
2. Рисунок поперечного среза слоевища энтероморфы (по: Segawa, 1962)
3. Куртина *Enteromorpha clathrata* на галечно-валунной литорали
4. Литоральные заросли Энтероморфы решетчатой во время отлива
5. Э. решетчатая на камнях верхней сублиторали





Порядок **Ulvales**

Семейство **Ulvaceae**

Enteromorpha linza (L.) J. Ag.

Энтероморфа линзовидная

Слоевище пластинчатое двухслойное до 25-30 см высоты и от 1-2 до 6-10 см ширины, зеленого цвета. Пластина простая с клиновидным основанием в виде тонкой ножки линейно-ланцетовидной или овальной формы с гладкими или волнистыми краями, иногда слабо ветвится. Слоевище имеет полость, которая сохраняется в ножке и по краям пластины. Нижняя часть ножки заканчивается подошвой.

Вегетирует в течение круглого года. В течение лета появляется два поколения. Цикл развития изоморфный. Размножение бесполое и половое, происходит в августе – сентябре.

Обитает на литорали и верхней сублиторали до глубины 2-3 м на каменистом, галечно-песчаном, галечно-валунном грунтах, в защищенных от прибоя участках побережья и на прибойных берегах, не выходя за пределы заливов. Выдерживает незначительное опреснение, хорошо развивается в водах, богатых органикой. Встречается в обрастании антропогенных субстратов. Формирует небольшие самостоятельные заросли, встречается также как сопутствующий вид в различных сообществах и как эпифит некоторых видов красных водорослей. Характеризуется высокой морфологической изменчивостью.

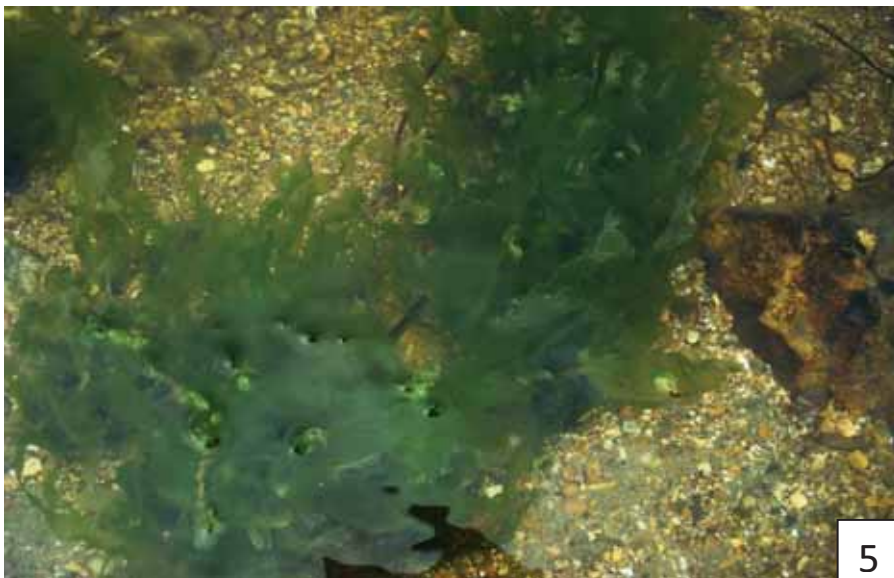
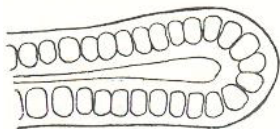
Бореально-тропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Используется в пищу и в народной медицине, а также как сырье для получения биологически-активных и кормовых добавок. Объект культивирования в странах юго-восточной Азии.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Enteromorpha linza* (1/2 натур. вел.)
2. Рисунок поперечного среза слоевища *энтероморфы* (по: Segawa, 1962)
3. Заросли *Enteromorpha linza* в гроте
4. Эпифиты: *Ulva fenestrata* (слева) и *Enteromorpha linza* (справа) на *Neorhodomela larix*
5. Фитоценоз с преобладанием *Энтероморфы линзовидной* на каменистой литорали





Порядок **Ulvales**

Семейство **Ulvaceae**

Enteromorpha prolifera (O.F. Müll.) J. Ag.

Энтероморфа прорастающая

Слоевище трубчатое однослойное до 20 см высоты, светло-зеленого цвета. Ветвление неправильное, очередное или супротивное. Ветви тонкие, от волосовидных до 1 см ширины, отходят по всему слоевищу. Поперечный срез слоевища цилиндрический. Прикрепляется небольшим базальным диском.

Вегетирует с мая по декабрь. Размножается в августе-сентябре. Размножение бесполое и половое. Цикл развития изоморфный.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и сублиторали до глубины 2-3 м, на каменистом и каменисто-песчаном грунтах. Наиболее характерна для слабо прибойных участков побережья, где встречается совместно с другими видами зеленых водорослей. Иногда образует самостоятельные заросли. Может поселяться на разнообразных субстратах, в том числе антропогенных. В местах, обогащенных органическими веществами, достигает наибольшего развития. Выдерживает широкий диапазон солености и температуры. Часто эпифитирует на других водорослях.

Мультизональный вид.

На российском Дальнем Востоке она распространена во всех районах побережья.

Как и другие представители рода используется в пищу и в народной медицине.

Подписи к рисункам

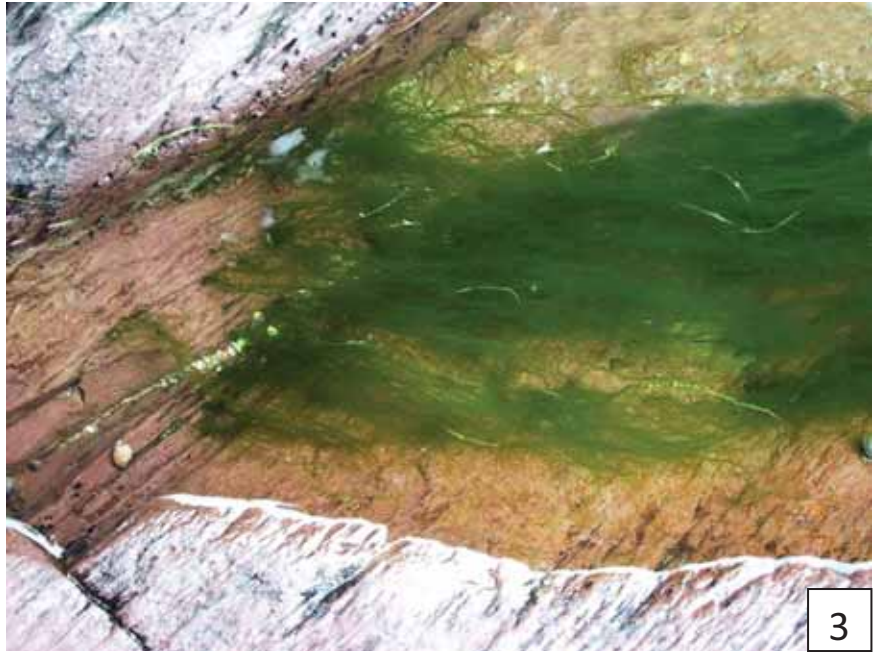
1. Внешний вид *Enteromorpha prolifera*
2. Поперечный срез слоевища *энтероморфы* (по: Segawa, 1962)
3. Заросли *Энтероморфы прорастающей* в литоральной ванне
4. Куртина *Э. прорастающей*
5. *Э. прорастающая* в устье ручья



1



2



3



4



5



Порядок **Bryopsidales**

Семейство **Bryopsidaceae**

Bryopsis plumosa (Huds.) Ag.

Брионсис перистый

Слоевище в виде кустиков 8-15 см высоты, состоящее из стелющейся и вертикальной частей, от ярко-зеленого до оливкового цвета. Стелющаяся часть слабо развита, от нее берут начало несколько вертикальных побегов с толстой главной осью и перисто разветвленными нитевидными боковыми ветвями, суживающимися к вершине и основанию. Все растение имеет пирамидальное очертание. Прикрепляется к субстрату разветвленными ризоидами.

Вегетирует весной, летом и осенью. Размножается в июле-сентябре. Размножение вегетативное – веточками, которые отделяются от слоевища и укореняются посредством ризоидов. Половое размножение – двужгутиковыми гаметами, которые образуются в гаметангиях, развивающихся на конечных веточках. Слоевище одно или двудомное.

Обитает на литорали и верхней сублиторали до глубины 3 м, в защищенных или полузащищенных участках побережья, прикрепляясь к камням или раковинам моллюсков. Встречается как в чистых, хорошо аэрируемых, так и в загрязненных водах. Больших скоплений не образует. Эпифитирует на бурых водорослях *Chordaria flagelliformis*, *Analipus japonicus*.

Низкобореально-тропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском море (зал. Петра Великого, материковое побережье, западное побережье о. Сахалин).

Известно применение водорослей этого рода в диетическом питании в Израиле.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Bryopsis plumosa*
2. Конечная веточка *брионсиса* с гаметангиями (по: Smith, 1937)
3. Фитоценоз верхней сублиторали с преобладанием *Брионсиса перистого*
4. Участок слоевища с поверхности (ув. 20^х)
5. *Б. перистый* в верхней зоне галечно-каменистой сублиторали



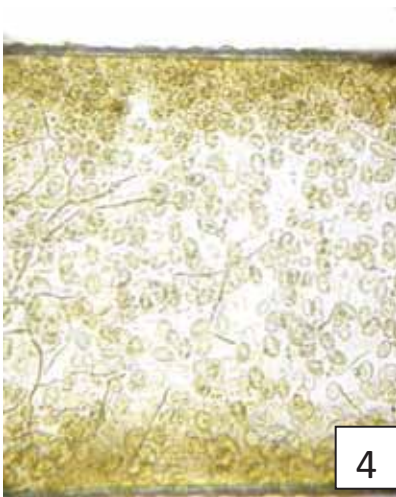
1



2



3



4



5



Порядок **Bryopsidales**

Семейство **Codiaceae**

Codium yezoense (Tokida) Vinogr.

Кодиум йезоенский

Слоевище кустистое губчатое дихотомически разветвленное, до 20-25 см высоты, темно-зеленого цвета. Ветви вальковатые 4-5 мм толщины. Вершинки вильчатые, закругленные на концах. Внутренняя часть слоевища образована бесцветными переплетенными нитями, которые отделяются слизистой пробкой. Верхние части нитей - пузыри или утрикулы - характерны только для кодиума. Утрикулы увенчаны “шапочкой” округлой или шлемовидной формы. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Летом и осенью развивается в массе. Размножается фрагментами или половым путем – слиянием разнополюх гамет. Гаметангии появляются осенью на боковой поверхности утрикул. Женские гаметы в несколько раз крупнее мужских. Бесполое – неизвестно.

Обитает на глубине до 10-15 м, на илистом, илисто-песчаном или каменистом грунтах. Зарослей не образует, встречается одиночными растениями или небольшими группами на камнях или створках моллюсков.

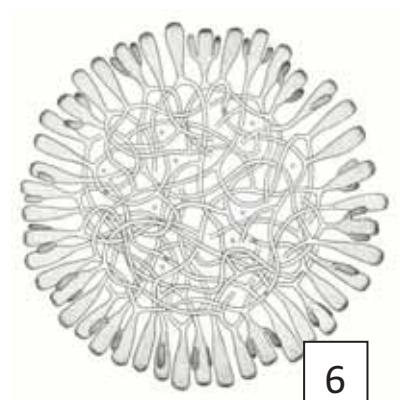
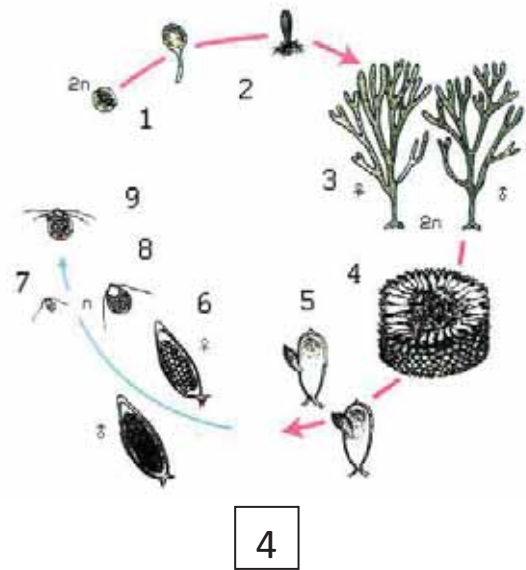
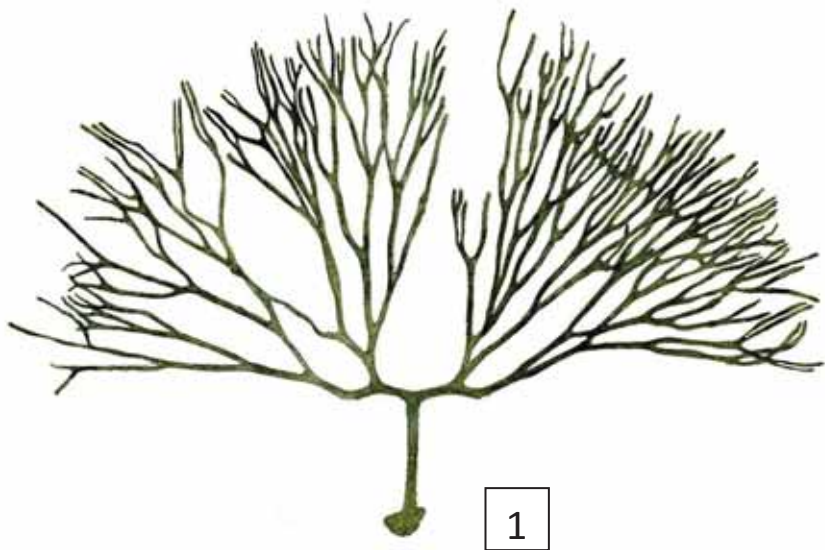
Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском море (материковое побережье, западное побережье о. Сахалин), Курильские острова.

Род кодиум широко используются в пищу во многих странах мира и в медицине как антибактериальное, антигельминтное, противовирусное и противораковое средство.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид фертильного слоевища *Codium yezoense*
2. Проростки *Кодиума йезоенского*
3. Природное сообщество водорослей макрофитов с участием *Codium yezoense*
4. Цикл развития *кодиума* (по: Морские водоросли, 2001). 1,2,3 – зигота и ее прорастание, 4 – утрикулы на срезе слоевища, 5 – гаметангии на утрикулах, 6,7,8 – женский и мужской гаметангии и гаметы, 9 – слияние гамет
5. *Codium yezoense* на глубине 3 м на створке гребешка
6. Поперечный срез слоевища *К. йезоенского* (по: Dawson, 1966)





Порядок **Cladophorales**

Семейство **Cladophoraceae**

Cladophora speciosa Sakai

Кладофора красивая

Слоевище тонкое мягкое желто-зеленое, достигает 20-25 см высоты, пучки и пряди слабо перекрученные. Ветвление преимущественно дихотомическое, реже трихотомическое или очередное. Конечные веточки чаще односторонние, прижатые. Клетки цилиндрические. Прикрепляется короткими ризоидами, сливающимися в дисковидную подошву.

Вегетирует круглогодично. Размножается в июле-сентябре. Размножение вегетативное, бесполое и половое. Цикл развития изоморфный.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 1 м, на камнях и раковинах моллюсков. Встречается в кутовых участках бухт в виде массы спутанных нитей. В литоральных ваннах с сильным опреснением и прогревом растут тонкие растения с многочисленными конечными веточками. Может обитать как в морских, так и солоноватоводных водах.

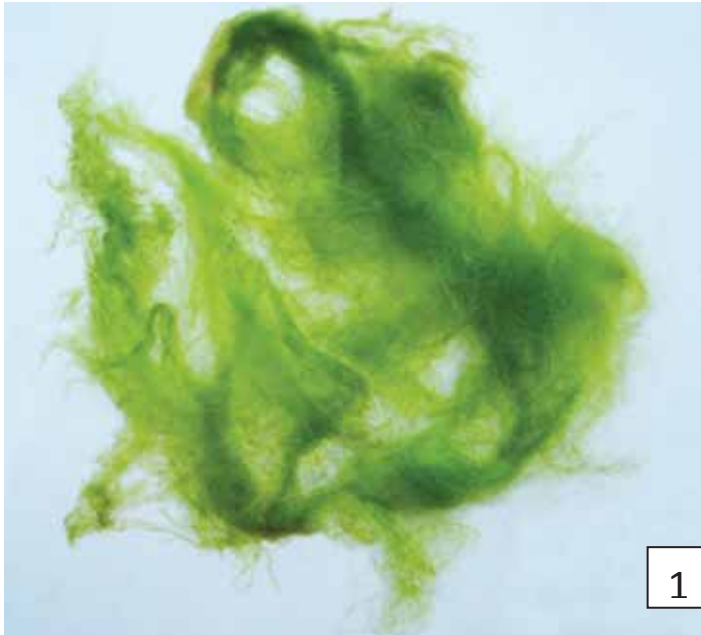
Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском море (материковое побережье, западное побережье о. Сахалин), Курильские острова, Берингово море (восточное побережье Камчатки, Командорские о-ва), юго-восточное побережье Камчатки.

Известно применение как антибактериального средства на Филиппинах.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Cladophora speciosa*
2. *Cladophora speciosa* на гальке
3. Куртина *Кладофоры красивой* в сублиторальной ванне
4. *К. красивая* в закрытой литоральной ванне
5. *К. красивая* на прибрежных камнях во время отлива





Порядок **Cladophorales**

Семейство **Cladophoraceae**

Cladophora stimpsonii Harv.

Кладофора Стимпсона

Слоевище блестящее шелковистое мягкое состоит из однорядных ветвящихся нитей, образующих дерновины до 25 см высоты, желто-зеленого цвета. Нити перекрученные в нижней части и распадающиеся на пряди – в верхней. Ветвление дихотомическое и трихотомическое, одностороннее, очередное или супротивное. Конечные веточки слегка загнутые. Прикрепляется короткими ризоидами. Иногда встречается свободноплавающие слоевища в виде тины.

Вегетирует круглогодично. Размножается в июле-сентябре. Размножение вегетативное, бесполое и половое. Цикл развития изоморфный.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 3-12 м на илистом, илисто-песчаном и каменистом грунтах и створках моллюсков. Часто растет как эпифит водорослей и морских трав.

Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японское море (зал. Петра Великого, материковое побережье, западное побережье о. Сахалин), Курильские острова.

В странах юго-восточной Азии используется как упаковочный материал.

Примечание. Представители рода отличаются от близкого рода *Spongomorpha* ветвлением: боковая веточка отходит от верхней стенки клетки, но не от боковой.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Cladophora stimpsonii* (уменьш.)
2. *Cladophora stimpsonii* эпифитирующая на *Coccophora langsfordii*
3. Ответвление боковой веточки от верхней стенки клетки главного побега (увел.)
4. *Cladophora stimpsonii* среди зарослей бурых водорослей верхней сублиторали
5. Литоральное сообщество *Кладофоры Стимпсона* и красных водорослей
6. Поселение *К. Стимпсона* на верхушках крупных камней литорали



1



2



3



4



5



6



Порядок **Cladophorales**

Семейство **Cladophoraceae**

Rhizoclonium riparium (Roth) Harv.

Ризоклониум прибрежный

Слоевище нитчатое мягкое в виде простых или слабо разветвленных нитей темно-зеленого цвета, от которых отходят многочисленные боковые бесцветные ризоидальные нити, служащие для сцепления слоевищ. Клеточные сегменты нитей цилиндрические, их длина превышает ширину в 2-4 раза.

Вегетирует с марта по сентябрь. Размножение вегетативное. Половое и бесполое неизвестно.

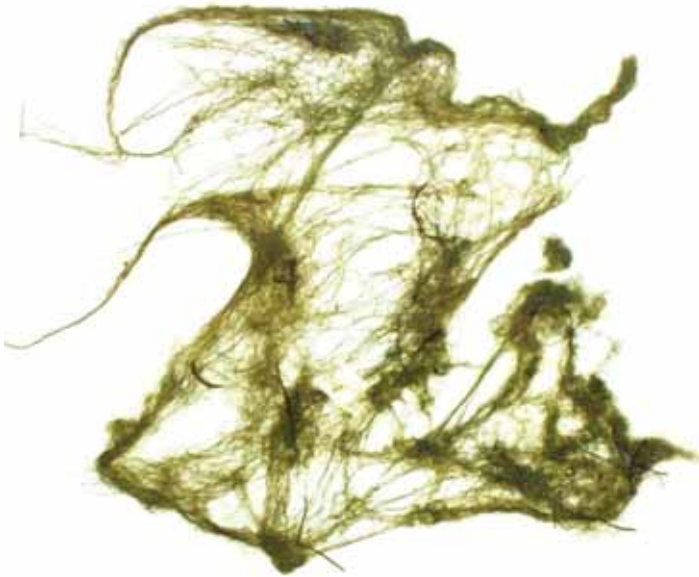
Обитает в супралиторали и в верхнем горизонте литорали на открытых и защищенных участках побережья в условиях пониженной солености. На открытых побережьях встречается в прикрепленном виде на скалах и валунах. В закрытых бухтах, возле устьев рек и ручьев образует неприкрепленные самостоятельные или спутанные с другими свободноплавающими водорослями массы. Предпочитает места богатые органикой.

Мультизональный вид.

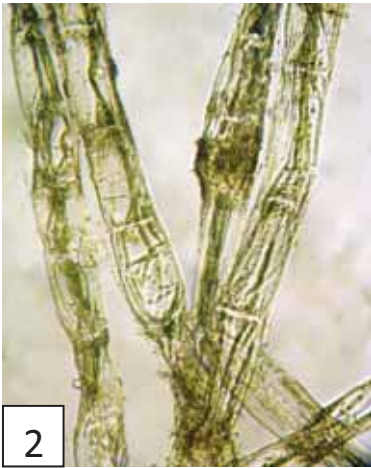
На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

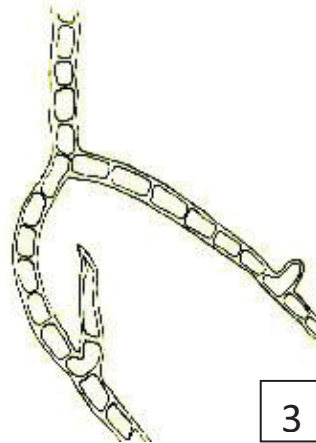
1. Внешний вид *Rhizoclonium riparium*
2. Нити слоевища *Ризоклониума прибрежного* (увел. 20^x)
3. Ризоидальные нити *ризоклониума* (по: Морские водоросли, 2001)
4. *Р. прибрежный* на боковых поверхностях камней глыбово-валунной супралиторали



1



2



3



4



Порядок **Cladophorales**

Семейство **Cladophoraceae**

Chaetomorpha moniligera Kjellm.

Хетоморфа четковидная

Слоевище в виде прямостоячих или лежащих неразветвленных нитей до 20 см длины, зеленого цвета. Клеточные сегменты у основания нитей цилиндрические, выше – бочонкообразные, в верхней части – почти округлые. Толщина их от основания к вершине нити увеличивается в 6-8 раз. Прикрепляется вытянутой базальной клеткой.

В течение года образует несколько поколений. Размножается в июле-августе. Размножение вегетативное, бесполое и половое. Цикл развития изоморфный.

Обитает на литорали, образуя разреженные дерновины, на каменистом и илисто-песчаном грунтах, в расщелинах скал, в кутовых и открытых частях бухт. Нередко в литоральных ваннах образует сплошной покров.

Низкобореальный приазиатский вид.

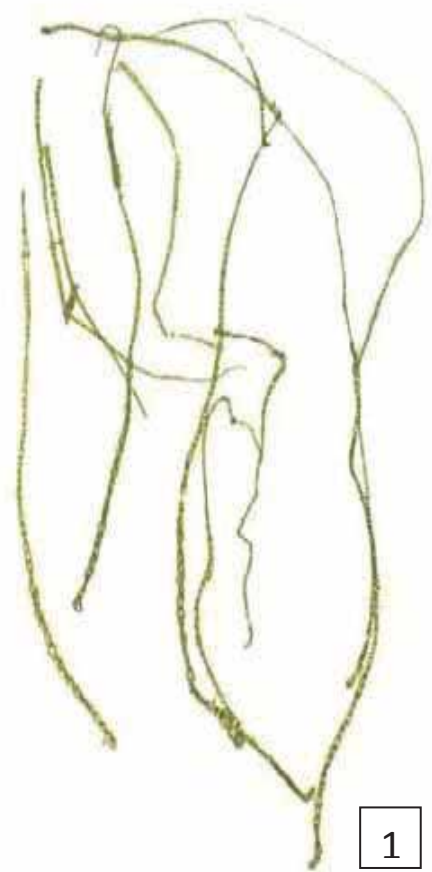
На российском Дальнем Востоке распространена в Японском море (зал. Петра Великого, материковое побережье, западное побережье о. Сахалин), Охотское море: южное и восточное побережья о. Сахалин, Шантарские и Курильские острова.

В различных странах мира представители рода используются в качестве удобрений, как упаковочный материал и в пищу.

Примечание. У побережья Приморья встречается *Chaetomorpha canabina* – тонкая нить до 2 м длины, вместе с другими неприкрепленными водорослями. Виды хетоморф распознаются по характерному хрусту при прикусывании слоевищ.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевищ *Chaetomorpha moniligera*
2. *Ch. moniligera* на вертикальной скале и на
3. *Ch. moniligera* на вершинах камней, осушаемых во время отлива
4. Нижняя часть нити и часть нити с фертильными сегментами (по: Морские водоросли, 2001)
5. Пояс Хетоморфы четковидной на литорали
6. Сообщество водорослей открытой литоральной ванны с преобладанием *Х. четковидной*



1



2



3



4



6



5

ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 6:

Жизнь растений. Т. 3 Водоросли, лишайники. М.: Просвещение. 1977. 487 с.

Морские водоросли. Муниципальный музей г. Ибараки. 2001 64 с.

Растения мира. Приложение к газете "Асахи". Еженедельник. Водоросли. 1979. № 113-115.

Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. Т. 1. М. Мир. 1990. 348 с.

Dawson E.Y. Marine Botany: An Introduction. N.Y. Chicago-London, 1966. 371 p.

Segawa S. Coloured illustrations of the seaweeds of Japan. Osaka, Japan, 1962. 175 p.

Smith G.M. Cryptogametic Botany. Vol. 1. Algae and Fungi. N.Y. London: McGraw-hill Book Company, 1938. P. 1-350.

**Отдел
БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ
(РНАЕОРНУТА)**



ГЛАВА 7. БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ (РНАЕОРНУТА)

Это сравнительно немногочисленная группа – всего около 1,5 тыс. видов морских водорослей (Растения мира, 1979, № 114), среди которых встречаются как очень мелкие нитевидные формы, так и гиганты, слоевища которых достигают 60 и более метров длины. Микроскопических форм у бурых водорослей нет. Хлоропласты клеток бурых водорослей содержат хлорофилл а, хлорофилл с, β- и ε-каротин и несколько ксантофиллов – фукоксантин, виолаксантин, антераксантин, зеаксантин. Основной каротиноид бурых водорослей - фукоксантин - в сочетании с различными танинами (дубильными веществами) придает этим растениям характерную бурую окраску. Водоросли этого отдела содержат три типа полисахаридов специфического строения – ламинаран, альгиновую кислоту, фукоидан. Ламинаран, по составу напоминающий крахмал (глюкан), но сильно отличающийся от него по строению, является запасным веществом. К полисахаридам бурых водорослей относят и маннит (сахароспирт)– один из основных продуктов фотосинтеза, большое содержание которого придает им сладковатый привкус. Кроме целлюлозы в клеточных стенках присутствует альгиновая кислота, обеспечивая прочность и жесткость слоевищ. Предполагают, что полисахарид – фукоидан - играет важную роль в процессах спорообразования.

Бурые водоросли имеют ряд существенных признаков, отличающих их от других водорослей:

1. У многих бурых на поверхности слоевища развиваются многоклеточные волоски с **интеркалярной** зоной роста, расположенной у основания. Такие волоски не встречаются ни у красных, ни у зеленых водорослей.

2. Наряду с **одногнездными** у бурых водорослей имеются **многогнездные** спорангии и **гаметангии**.

3. Подвижные клетки (зооспоры и гаметы) имеют грушевидную форму и снабжены двумя неравными жгутиками, прикрепленными сбоку.

4. В клеточной оболочке и в межклетниках всех бурых водорослей имеется альгиновая кислота или ее соли.

Среди бурых водорослей можно видеть слоевища самых различных форм и очертаний - шары и шнуры плотные и с полостью, пластины рассеченные и цельные, кусты и кустики различной конфигурации. Встречаются слоевища с различными выростами, пузырями, грубые, жесткие корки, распростерты на камнях, и нежные кустики из однорядных нитей (рис. 78). Слоевища многих ламинариевых пронизаны

жилками, ребрами, на пластинах имеются перфорации, **булли** разнообразной величины и формы (рис. 79). У многих бурых условно выделяют такие "органы", как ствол, или стебель, **филлоиды** – листовидные выросты, пластину и органы прикрепления – подошву или ризоиды. Функционально и по структуре эти "органы" значительно

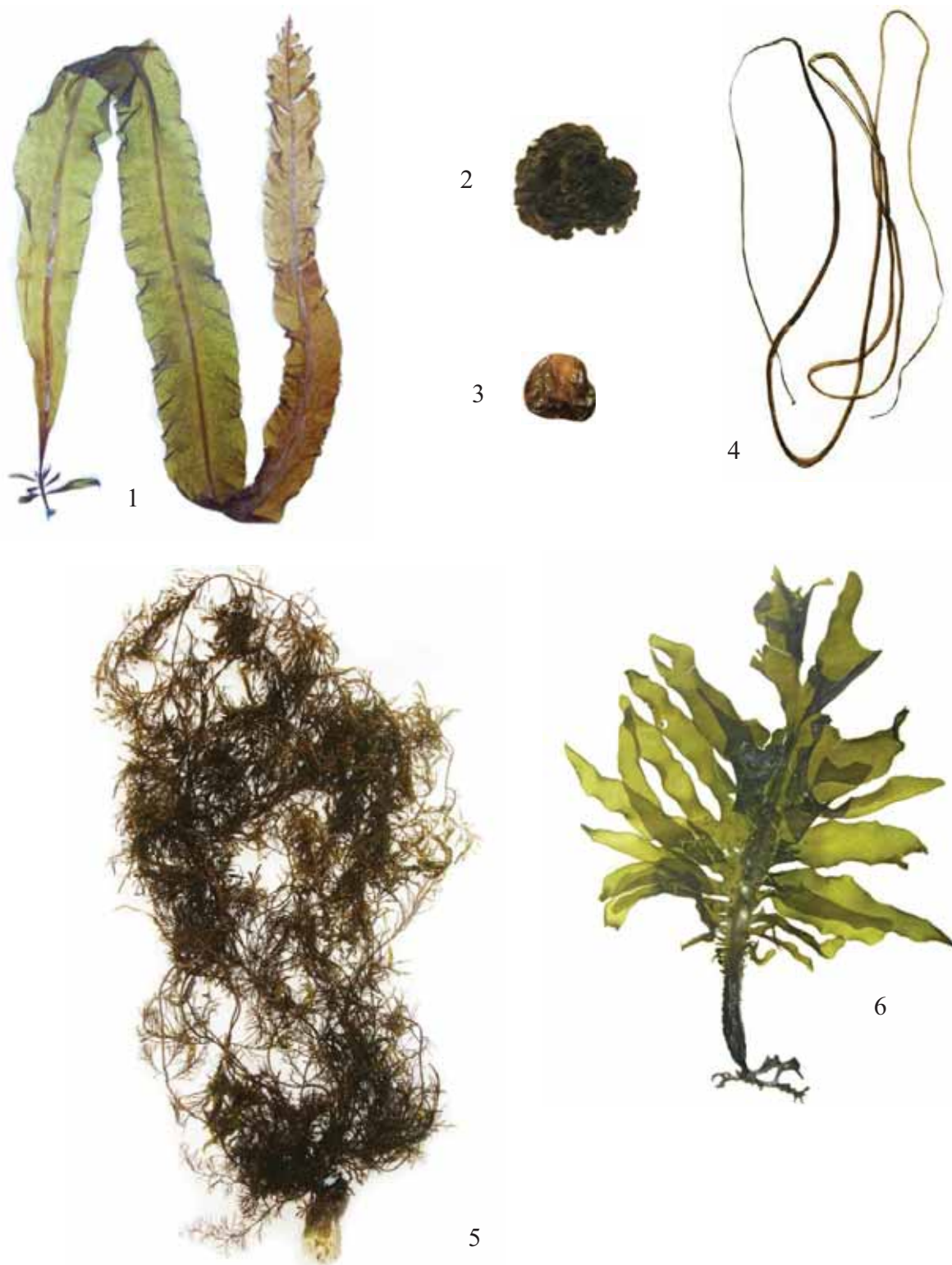


Рис. 78. Бурые водоросли: 1 – *алария*, 2 – *ральфсия*, 3 – *колтомения*, 4 – *хорда*, 5 – *саргассум*, 6 – *ундария*.

различаются, хотя и представляют собой единое тело водоросли – слоевище или таллом. Все бурые это прикрепленные водоросли. Оторванность от грунта (*саргассы* в Саргассовом море) – явление вторичное.

По сравнению со строением других водорослей-макрофитов, слоевища бурых имеют чаще всего значительно более сложную структуру. Как и у багрянок, у них различают **одноосевой** и **многоосевой** типы строения. У низкоорганизованных бурых



Рис. 79. Слоевища водорослей – макрофитов: 1 - *Agarum clathratum* с ребром и перфорациями, 2 - *Saccharina cichorioides* с буллями.

слоевище устроено очень просто и может представлять систему однорядных разветвленных клеточных нитей (эктокарповые), или очень просто устроенную пластину, состоящую из 1-4 слоев клеток (сирингодерматовые, диктиотовые, пунктариевые). Слоевища высокоорганизованных бурых имеют тканевое строение. Ткани – это группы клеток одинаковой структуры, выполняющих определенную функцию: 1) **меристодерма** – слой ткани, находящейся на поверхности слоевищ, за счет деления клеток которой происходит рост бурых водорослей в толщину; 2) **кора**, состоящая или из одного - двух горизонтальных слоев пигментированных клеток, или организованных в более или менее длинные (до 11-12 клеток) вертикальные нити, выполняющие фотосинтетическую функцию, и тогда они называются **ассимиляционными нитями**; 3) **основная ткань**,

состоящая из более крупных изодиаметричных клеток; 4) **сердцевина**, служащая для запасаания продуктов фотосинтеза и их транспортировки (рис. 80).

Клетки каждой ткани имеют свою форму, размеры, структуру, отличающую их от других тканей. Иногда верхняя клетка ассимиляционных нитей значительно крупнее остальных (*сферотрихия развесистая*). У наиболее

высокоорганизованных бурых водорослей (ламинариевые) в коре и подстилающем слое проходят слизистые каналы (рис. 81), выстланные изнутри тонким слоем секреторных клеток, выделяющих слизь,

которая играет защитную и механическую роль. В сердцевине некоторых ламинариевых (*макроцистис*, *нереоцистис*, *ламинария*) имеются трубчатые клетки, соединенные в нити,

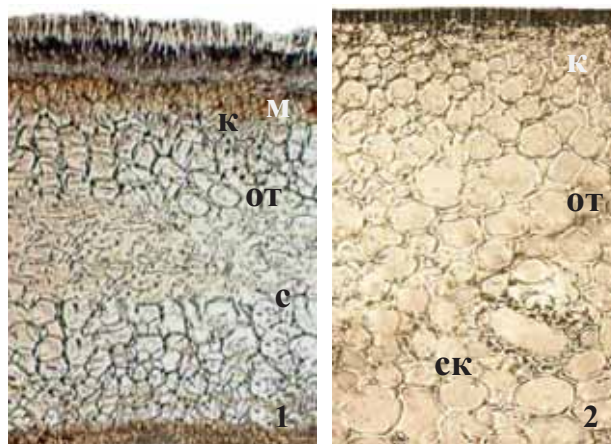


Рис. 80. Тканевая структура слоевищ *Costaria costata* (1), *Laminaria japonica* (2). М – меристема, К – кора, ОТ – основная ткань, С – сердцевина, СК – слизистые каналы.



Рис 82. Изменение формы основания пластины ламинариевых в процессе роста (*Costaria costata*). 1 – молодое растущее слоевище. 2 – зрелое слоевище.

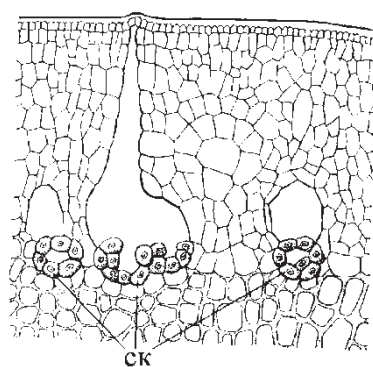


Рис. 81. Слизистые ходы ламинариевых. СК – секреторные клетки (по: Oltmanns, 1922).

расширяющиеся у поперечных перегородок, подобно ситовидным трубкам покрытосеменных, которые, видимо также служат для транспортировки продуктов фотосинтеза. На поверхности слоевищ некоторых

бурых водорослей развиваются многоклеточные волоски с интеркалярной зоной роста (ламинариевые, тилоптеридовые, фукусовые).

Рост слоевищ бурых водорослей в длину **апикальный**, т.е. происходит в результате деления одной или группы клеток, расположенных на верхушке слоевища (**апикальная или верхушечная меристема**), или **интеркалярный**, происходящий за счет деления группы клеток, расположенных на границе между пластиной и стволиком (**интеркалярная или вставочная меристема**). В результате интеркалярного роста более зрелые участки слоевища ламинариевых находятся всегда на вершине, а более молодые – у основания пластины (*ламинария, костария*). При замедлении роста многих ламинариевых основание пластины меняет свою форму от клиновидного, у активно растущего слоевища и до сердцевидного, при полной остановке роста (рис. 82), в связи с чем, форма основания пластины не может быть положена в основу классификации водорослей.

У бурых водорослей встречаются все типы размножения: вегетативное – фрагментами слоевищ (*эктокарповые*), специальными вегетативными почками (*сфацеляриевые*) (рис. 7), стелющимися нитями и столонами, отходящими от базального диска (*саргассум Миябе*); бесполое – посредством зооспор, возникающих результате мейоза и половое (гаметами).

Зооспоры подвижны, они имеют 2 неравных жгутика. Однако у некоторых бурых существует бесполое размножение посредством **тетраспор** (*диктиотовые*) (рис. 8) или **моноспор** (*тилоптеридовые*). Зооспоры имеют грушевидную форму, достигают размеров 5-10 мкм и снабжены двумя неравными жгутиками, прикрепляющимися сбоку. Более короткий перистый направлен вперед, более длинный гладкий – назад. Зооспоры развиваются в **одногоздных** или **многогздных** спорангиях (рис. 83, 84). У ламинариевых спорангии располагаются на поверхности спорофита крупными пятнами, позднее сливающимися в одно сплошное пятно с обеих сторон слоевища (*сахарина, костария*), или на специальных листовидных выростах, расположенных на стволике – **спорофиллах** (*алария, ундария*) или просто на поверхности ветвей в одногоздных или многогздных спорангиях

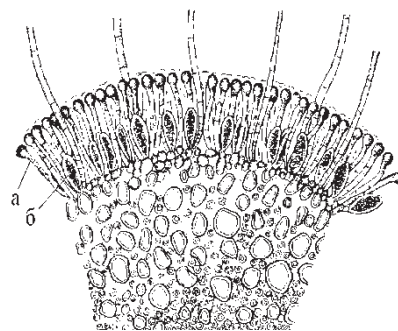


Рис. 83. Ассимиляционные нити (а) и спорангии (б) *хордании бичевидной* (по: Oltmanns, 1922).

В

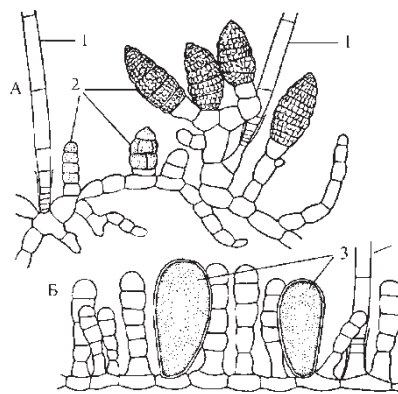


Рис. 84. Волоски и спорангии бурых водорослей. А — *стреблонема (Streblospora)*, Б — *мирионема (Myrionema)*, 1 — настоящие волоски с базальной зоной роста, 2 — многогздные спорангии, 3 — одногоздные спорангии (по: Жизнь растений, 1977)

(эктокарпус, стробилонема, мирионема, хордария, пунктария). У некоторых бурых спорангии развиваются среди специальных клеток – **парафиз** (ламинариевые) (рис. 85).

Половой процесс у более высокоорганизованных форм представлен **изогамией**, **гетерогамией** (**анизогамия**) и **оогамией**. Гаметы развиваются в специальныхместилищах – **гаметангиях**, они, как правило, подвижны (за исключением женских гамет у фукусовых) и, как и зооспоры, снабжены двумя жгутиками. Циклы развития у бурых водорослей **изоморфные** и **гетероморфные** с чередованием гаметофита и спорофита, сходных или различных по форме и величине. Иногда чередование гаметофита и спорофита отсутствует.

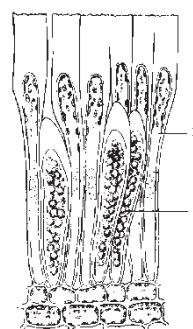


Рис. 85. Спорангии (1) и парафизы (2) ламинарии по: Oltmanns, 1922).

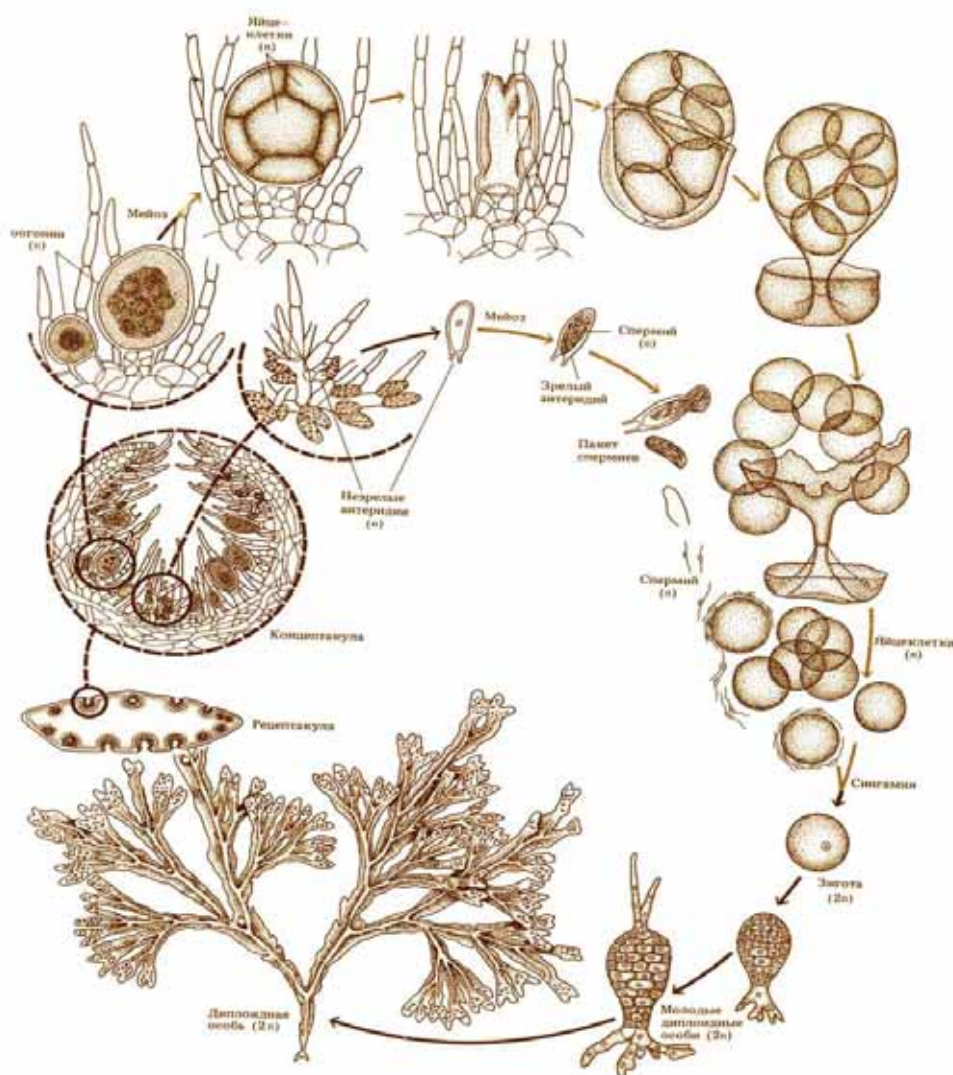


Рис. 86. Цикл развития циклоспоровых (фукус) (по: Современная ботаника, 1990, Т. 1)

Циклы развития у разных групп бурых водорослей обычно четко выражены и поэтому могли бы служить таксономическим признаком. По циклам развития бурые прежде делили на три класса: *изогенераты* (*Isogeneratae*), у которых фазы цикла – генерации (гаметофит и спорофит) морфологически не различаются (*эктокарповые*, *диктиотовые*); *гетерогенераты* (*Heterogeneratae*) с резко различающимися генерациями – микроскопическим гаметофитом и крупным, порой гигантским спорофитом (*ламинариевые*); *циклоспоровые* (*Cyclosporophyceae*), у которых отсутствует чередование фаз развития, так как гаметофит морфологически не выражен. Цикл развития циклоспоровых проходит в виде диплоидного спорофита (рис. 86), гаплоидна лишь ткань, выстилающая изнутри концептакулы в которых образуются половые клетки – оогонии и антерозоиды (рис. 87).

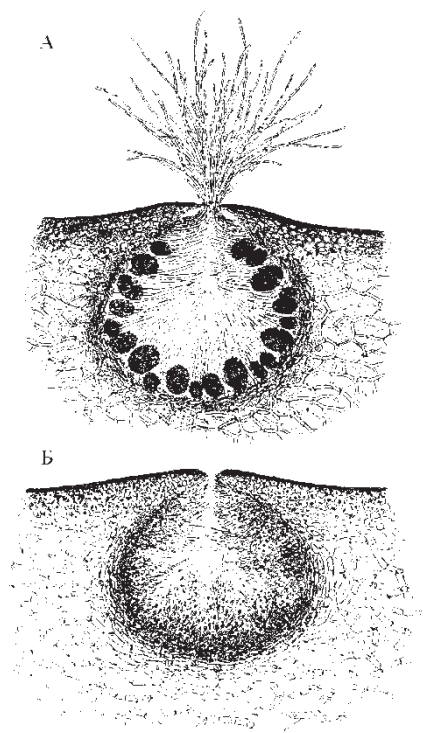


Рис. 87.

Концептакулы *фукусовых*.
А — женский концептакул,
Б — мужской концептакул
(по: Oltmanns, 1922).

Распространены бурые водоросли чрезвычайно широко – у побережья всех океанов и морей. Известны как однолетние, так и многолетние формы. Среди однолетних встречаются такие, которые существуют в виде более или менее крупных слоевищ короткий промежуток времени, как эфемеры в лесу – 1-1,5 мес. (*саундерселла*, *колтомения*). Среди многолетних (*ламинариевые*) одна из форм развития — микроскопический гаметофит – развивается в течение 1,5-2 мес., другая – крупный гигантский спорофит – существует 2-5 лет. Иногда указывают и более длительный срок вегетации – до 9-12 лет, что весьма сомнительно, поскольку экспериментального подтверждения такой продолжительности жизни слоевищ нет.

Расселяются бурые водоросли от литорали до нижних границ **фитали**, т. е. таких глубин, куда еще проникает свет, достаточный для фотосинтеза (до 40-50 м), а в прозрачных водах и глубже. Основная масса бурых водорослей поселяется на глубинах 5-25 м. Крупные водоросли, особенно *ламинариевые* и *фукусовые*, растут на прочных скалистых и каменистых грунтах. Некоторые другие, имеющие нежные сильно рассеченные слоевища, могут заселять затишные участки с илесто - песчаным грунтом (*эктокарповые*).

Для развития многих бурых предпочтительнее низкие температуры (2-14°C для спорофита ламинарии, сахарины, костарии), при которых они начинают бурно расти, образуя настоящие многоярусные подводные леса самой невероятной структуры, с "подлеском" из более мелких форм бурых, зеленых и красных водорослей и многочисленными эпифитами на каждом ярусе такого леса (рис. 88).



Рис. 88. Подводные леса водорослей – макрофитов.

Среди бурых водорослей эпифитизм представлен столь же широко, как и среди зеленых. Здесь представлены не только мелкие формы, типа эктокарповых, но и даже ламинариевые могут быть эпифитами и поселяются они, как правило, на нижней части слоевищ-хозяев - на ризоидах, подошве, черешках и крайне редко на пластинах, но их слоевища в этих условиях развиваются не в полной мере. Бурые водоросли-эпифиты: *Acrothrix pacifica*, *Chordaria flagelliformis*, *Colpomenia peregrine*, *Coilodesme japonica*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Dictyopteris divaricata*, *Dictyota dichotoma*, *Leathesia difformis*, *Petalonia fascia*, *Pilayella littoralis*, *Punctaria plantaginea*, *Saccharina japonica*, *Sargassum miyabei*, *Saundersella simplex*, *Scytosiphon lomentaria*, *Sphacelaria furcigera*, *Sphaerotrichia divaricata*.

Экологическое значение бурых водорослей чрезвычайно велико. Зачастую заросли крупных бурых водорослей – это главный компонент биоценозов морских экосистем шельфа, образующие вместе с многочисленными водорослями-эпифитами "стол и дом" для всех уровней потребителей - различных беспозвоночных (гидроидов и мшанок, ракообразных, моллюсков, иглокожих) и рыб, которые здесь не только живут и питаются, но и нерестятся. Здесь развиваются их личинки, кормится и прячется от хищников молодь, а многие виды проводят в зарослях водорослей всю жизнь.

Отдел бурые водоросли содержит около 265 родов и более 1500 видов. Для разделения отдела на порядки используют ряд общих для водорослей признаков, таких как тип организации таллома, наличие или отсутствие пиреноида, особенности роста, жизненный цикл, тип полового процесса (изогамия, гетерогамия, оогамия).

В середине 19 века бурые водоросли подразделяли на 2 класса - *Фэозооспоровые* и *Циклоспоровые*. К *Циклоспоровым* отнесли виды, у которых органы размножения образуются в концептакулах и имеют крупные размеры, видимые даже невооруженным глазом. К *Фэозооспоровым* - все остальные виды, размножающиеся зооспорами, кроме диктиотовых (Жизнь раст., 1977). В 20 веке шведский ботаник Х. Кюлин предложил разделить бурые водоросли на 3 класса на основе особенностей циклов развития – *Изогенераты*, *Гетерогенераты* и *Циклоспоровые*. В последние годы в связи с использованием данных по сравнению нуклеотидных последовательностей ряда генов активно пересматривается система всех отделов, в том числе и бурых водорослей. В разных системах выделяют от 7 и более порядков, по-разному представляя их объём и структуру, особенно, таких как Ectocarpales и Fucales. В конце 90-х годов в Ectocarpales были включены порядки Chordariales, Dictyosiphonales, Punctariales, Scytosiphonales и в то же время исключен Ralfsiales, а Durvillaeales и Fucales были объединены.

По современному представлению все бурые водоросли относятся к одному классу - *Фэофитовые*. Пересмотрены объёмы порядков, семейств и отдельных родов. Например, в порядке ламинариевых выделены семейства хордариевых, ламинариевых, костариевых и алариевых, а род ламинария разделен на два самостоятельных рода - ламинария и сахарина (Lane et. al., 2006). Мы придерживаемся общепринятой классификации бурых водорослей согласно Algaebase.

Класс **Phaeophyceae**

Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Ectocarpaceae**

Ectocarpus confervoides (Roth) Le Jol. - *Эктокарпус конфервообразный*

Семейство **Chordariaceae**

Leathesia difformis (L.) Aresch. - *Леатезия неоднородная*

Chordaria flagelliformis (Müll.) Ag. - *Хордария бичевидная*

Saundersella simplex (Saund.) Kylin - *Саундерселла простая*

Sphaerotrichia divaricata (Ag.) Kylin - *Сферотрихия растопыренная*

Acrothrix pacifica Okam. et Yamada - *Акротрикс тихоокеанский*

Punctaria plantaginea (Roth) Grev. - *Пунктария подорожниковидная*

Melanosiphon intestinalis (Saund.) Wynne - *Меланосифон кишечниковидный*

Coilodesme japonica Yamada - *Коилодесме японский*

Dictyosiphon foeniculaceus (Huds.) Grev. - *Диктиосифон укроповидный*

Семейство **Scytosiphonaceae**

Petalonia fascia (Müll.) Kuntze - *Петалония лентовидная*

Scytosiphon lomentaria (Lyngb.) Link - *Сцитосифон коленчатый*

Colpomenia peregrina (Sauv.) Hamel - *Колпомения иноземная*

Порядок **Ralfsiales**

Семейство **Ralfsiaceae**

Ralfsia fungiformis (Gunn.) S. et G. - *Ральфсия грибовидная*

Семейство **Heterochordariaceae**

Analipus japonicus (Harv.) Wynne - *Аналипус японский*

Порядок **Desmarestiales**

Семейство **Desmarestiaceae**

Desmarestia viridis (Müll.) Lamour. - *Десмарестия зеленая*

Desmarestia ligulata (Lightf.) Lam. - *Десмарестия язычковая*

Порядок **Laminariales**

Семейство **Chordaceae**

Chorda filum (L.) Lamour. - *Хорда нитевидная*

Семейство **Laminariaceae**

Saccharina (Laminaria) japonica (Aresch.) Lane, Mayes, Druehl, Saund. -

Сахарина (ламинария) японская

Saccharina (Laminaria) japonica f. longipes (Miyabe) Seliv., Zhig., Hans. -

Сахарина (ламинария) японская длинноствольная

Saccharina (Laminaria) cichorioides (Miyabe) Lane, Mayes, Druehl, Saund. -

Сахарина (ламинария) цикориевидная

Saccharina (Laminaria) angustata subsp. siberica (Petr., Sukhov.) Seliv.,

Zhig., Hans. -

Сахарина (ламинария) узкая

Семейство **Costariaceae**

Agarum clathratum Dumort. - *Агарум решетчатый*

Costaria costata (Turn.) Saund. - *Костария ребристая*

Семейство **Alariaceae**

Alaria angusta Kjellm. - *Алария узкая*

Undaria pinnatifida (Harv.) Sur. - *Ундария перистонадрезная*

Порядок **Dictyotales**

Семейство **Dictyotaceae**

Dictyota dichotoma (Huds.) Lamour. - **Диктиота дихотомная**

Dictyopteris divaricata (Okam.) Okam. - **Диктиоптерис растопыренный**

Порядок **Fucales**

Семейство **Sargassaceae**

Sargassum pallidum (Turn.) Ag. - **Саргассум бледный**

Sargassum miyabei Yendo - **Саргассум Миябе**

Coccophora langsdorfii (Turn.) Grev. - **Коккофора Лангсдорфа**

Cystoseira crassipes (Turn.) Ag. - **Цистозира толстоногая**

Семейство **Fucaceae**

Fucus evanescens Ag. - **Фукус исчезающий**

Silvetia babingtonii (Harv.) Ser., Cho, Boo et Braw. - **Сильвеция Бабингтона**



Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Ectocarpaceae**

Ectocarpus confervoides (Roth) Le Jol.

Эктокарпус конфервообразный

Слоевище в виде мягких спутанных или скрученных у основания кустиков до 5 см высоты желтоватого или темно-бурого цвета. Ветвление боковое очередное или неправильно дихотомическое. Ветви длинные плетевидные, постепенно меняющие свою толщину в каждом следующем порядке ветвления, на вершине заканчиваются волоском. Прикрепляется короткими ризоидами, образующими подобие лопастной подошвы.

Вегетирует круглогодично. За период вегетации сменяется несколько поколений. Цикл развития изоморфный. Размножение вегетативное, бесполое и половое. Многогнездные спорангии развиваются с мая по август на боковых веточках, одногнездные, как правило, на вершинках ветвей.

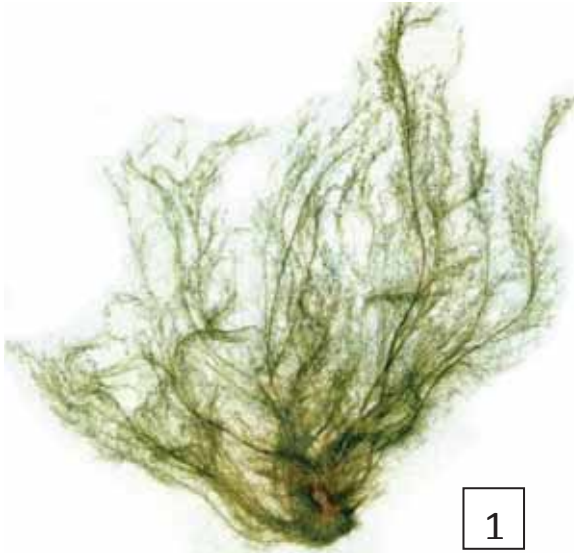
Обитает на литорали и в литоральных ваннах на каменистом и скалистом грунтах, а также встречается в сублиторали до глубины 8 м на илисто-песчаном грунте. В защищенных прогреваемых бухтах имеет максимальные размеры и развивается в массовом количестве, образуя бурые комки на дне. У открытых побережий растения мелкие 2-2,5 см длины с тонкими осевыми и боковыми побегами. Часто опутывает крупные водоросли или прикрепляется к раковинам моллюсков. Иногда встречается как эпифит красных водорослей (*Ptilota filicina*, *Chondrus pinnulatus* и др.) и на антропогенных субстратах. Хорошо переносит загрязнения.

Арктическо-бореально-нотальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Ectocarpus confervoides*
2. *Ectocarpus confervoides* - как эпифит *Chondrus pinnulatus*
3. Типичное местообитание *E. confervoides* на вершинах литоральных валунов
4. Фрагмент слоевища с многогнездными спорангиями (по: Oltmanns, 1922)
5. Одногнездный спорангий (по: Oltmanns, 1922)
6. *Эктокарпус конфервообразный* в литоральной ванне



1



2



3



4



5



6



Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Chordariaceae**

Leathesia difformis (L.) Aresch.

Леатезия неоднородная

Слоевище хрящеватое подушкообразной формы от 2-3 мм до 10 см в поперечнике оливково-бурого цвета. Молодые растения слизистые без полости, зрелые слоевища имеют внутри полость. Прикрепляется базальным диском.

Вегетирует с апреля по ноябрь. За время вегетации сменяется 2–3 поколения водоросли. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Многогнездные спорангии цилиндрические, одногнездные – овальные, расположены внутри слоевища. Гаметофит нитчатый микроскопический.

Обитает в супралиторали, на литорали, в литоральных ваннах и в верхней сублиторали до глубины 1 м, на каменистом грунте у открытых и полузащищенных участков побережья. Наибольшую плотность и биомассу образует в литоральных ваннах каменистых мысов. Часто встречается на красных водорослях – обитателях литорали, таких как *Corallina*, *Chondrus*, *Neorhodomela*, *Laurencia* и произрастающих ниже бурых – *Coccophora*, *Sargassum*, *Cystoseira*.

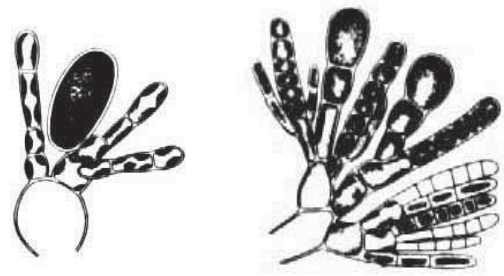
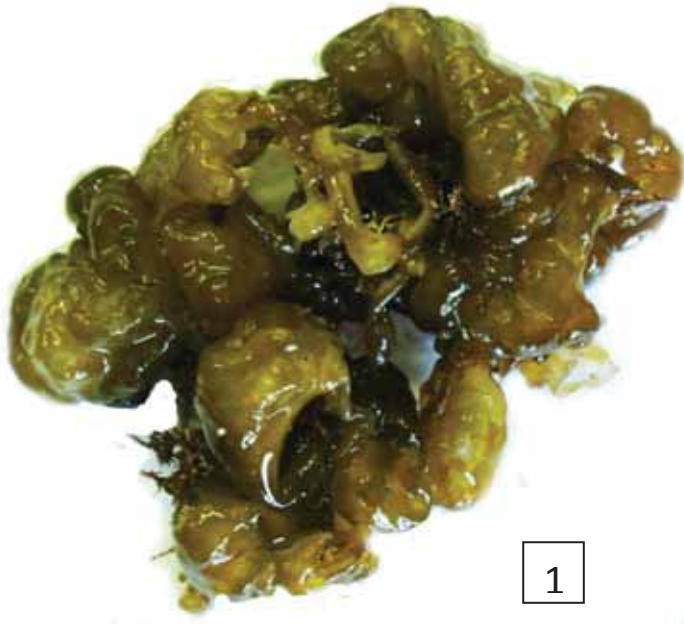
Широкобореально-нотальный атлантическо-тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Курильских островов; в Беринговом море: восточное побережье Камчатки, Командорские о-ва; и на берегах юго-восточной Камчатки.

Используется в пищу.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Leathesia difformis*
2. Одногнездный и многогнездный спорангии *леатезии* (по: Oltmanns, 1922)
3. Куртина *Leathesia difformis*
4. Поселение *L. difformis* на каменистой литорали
5. Участок супралиторали с зарослями *Леатезии неоднородной*
6. Слоевище *Л. неоднородной* на раковине брюхоногого моллюска





Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Chordariaceae**

Chordaria flagelliformis (Müll.) Ag.

Хордария бичевидная

Слоевище кустистое разветвленное цилиндрическое 10-25 см высоты, иногда слабо уплощенное, плотное и слизистое на ощупь. Цвет слоевищ изменяется от темно-коричневого у молодых до почти черного у взрослых растений. Боковые ветви длинные, отходят почти под прямым углом, ветвление очередное. Прикрепляется небольшой дисковидной подошвой.

Вегетирует в течение круглого года. Для южных районов побережья отмечается формирование двух поколений – весеннего и летнего. В северных районах фертильные слоевища встречаются в течение всего года. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Одногнездные спорангии овальные, развиваются в коровом слое спорофита у основания ассимиляционных нитей. После выхода спор большинство слоевищ разрушается. Гаметофит микроскопический.

Поселяется на камнях литорали в условиях сильного или умеренного прибоя и в сублиторали до глубины 10 м, на скалистых и каменистых грунтах и на раковинах моллюсков. Образует самостоятельные поселения или сопутствует зарослям других видов водорослей. Встречается в обрастании антропогенных субстратов и как эпифит. Часто на слоевищах хордарии поселяются эпифиты особенно *Saundersella*.

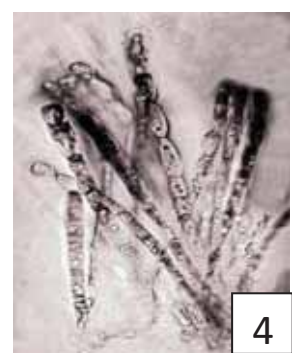
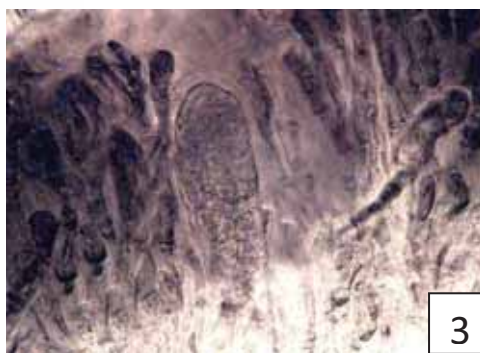
Арктическо-бореальный тихоокеанско-атлантический вид.

На российском Дальнем Востоке распространена по всему побережью.

В странах Востока используется в пищу, перспективный источник медицинских антикоагулянтов.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Chordaria flagelliformis* (1/5 натур. вел.)
2. Куртина *Хордарии бичевидной* на отдельном камне
- 3, 4. Одногнездные спорангии и ассимиляционные нити *хордарии* (ув. 40^x)
5. *Ch. flagelliformis* на верхней границе каменисто - галечной сублиторали





Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Chordariaceae**

Saundersella simplex (Saund.) Kylin

Саундерселла простая

Слоевище в виде цилиндрических неразветвленных мягких слизистых шнуров 10-35 см длины и 2-5 мм в диаметре с короткой ножкой. Текстура слоевища рыхлая, цвет изменяется от оливкового у молодых растений и до буровато-зеленого у зрелых. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует с февраля по август. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Одногнездные спорангии овальные, образуются внутри слоевища в июле – августе. Гаметофит микроскопический.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 6 м на открытых участках побережья. Обычно встречается как эпифит *Chordaria flagelliformis*.

Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена вдоль всего побережья.

Подписи к рисункам

- 1, 2. *Saundersella simplex* типичный эпифит *Chordaria flagelliformis*
3. Спорангии *Саундерселлы простой* в коровом слое (ув. 10^x)
4. Одногнездный спорангий *саундерселлы* (ув. 40^x)
5. Выбросы *Chordaria flagelliformis* с эпифитом *Saundersella simplex* (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)



1



2



3



4



5



Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Chordariaceae**

Sphaerothrichia divaricata (Ag.) Kylin

Сферотрихия растопыренная

Слоевище в виде разветвленных мягких слизистых шнуровидных кустиков до 30 см высоты, светло-бурого или оливково-зеленого цвета, отходящих от дисковидной подошвы. Зрелые слоевища имеют грубую консистенцию. Боковые ветви многочисленны. Ветви первого порядка длинные прутьевидные, второго – короткие оттопыренные. Сердцевина состоит из пучка нитей, образованных цилиндрическими клетками.

Вегетирует в течение года. Весной появляется на литорали защищенных бухт. Позднее - в сублиторали, где вегетирует в течение лета и осени. Размножается с июля по октябрь. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Одногнездные спорангии яйцевидные, образуются среди булавовидных ассимиляционных нитей спорофита. Гаметофит микроскопический.

Обитает на литорали и в верхней сублиторали до глубины 3 м на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах. На литорали образует смешанные заросли с *Palmaria*, *Ulva*, *Dictyosiphon*, *Polysiphonia*. Иногда встречается неприкрепленные слоевища в зарослях *зостеры морской*. Эпифитирует на *Chorda filum*.

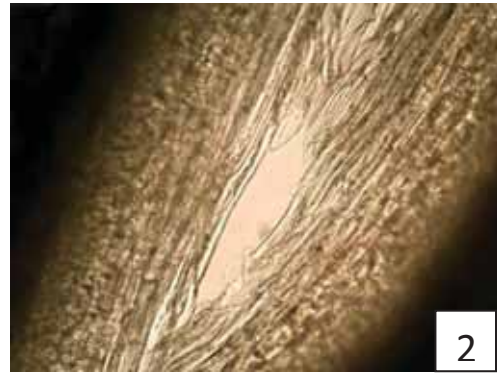
На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Амфибореальный тихоокеанско-атлантический вид.

В странах юго-восточной Азии используется в пищу.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Sphaerothrichia divaricata*
- 2, 3. Продольный и поперечный срезы слоевища (ув. 20^x)
4. Куртина *сферотрихии растопыренной* на камне верхней сублиторали
5. Срез через кору с одногнездными спорангиями и булавовидными ассимиляционными нитями (ув. 40^x)
6. Микроскопический гаметофит (ув. 40^x)
7. Фитоценоз илисто - песчаной сублиторали с преобладанием *С. растопыренной*





Порядок **Chordariales**

Семейство **Chordariaceae**

Acrothrix pacifica Okam. et Yamada

Акротрикс тихоокеанский

Слоевище в виде мягких разветвленных обильно покрытых слизью кустиков 8-20 см высоты оливкового или бурого цвета. Ветвление неправильно-очередное, осевой побег не выражен. Боковые ветви длинные, слегка уплощенные и полые внутри. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в теплое время года. Органы размножения появляются в июне-августе. Цикл развития гетероморфный. Одногнездные спорангии образуются у основания ассимиляционных нитей спорофита. Гаметофит микроскопический.

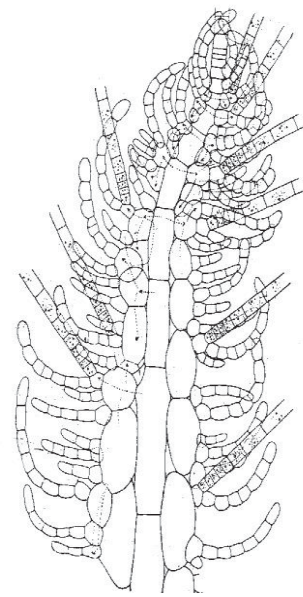
Обитает на литорали и верхней зоне сублиторали до глубины 6 м, на каменистом грунте, предпочитая полузащищенные участки побережья. Обычно встречается как эпифит *Chorda filum*, густо покрывая вершины слоевищ хорды на протяжении 10-20 см.

Приазиатский низкобореально-субтропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском море, на тихоокеанском побережье о. Кунашир и в южной части о. Сахалин в заливах Терпения и Анива.

Подписи к рисункам

1. *Acrothrix pacifica* – эпифит *Chorda filum*
2. Структура слоевища *акротрикса* (по: Oltmanns, 1922)
3. Типичное местообитания *Chorda filum* – «хозяина» *Acrothrix pacifica*





Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Chordariaceae**

Punctaria plantaginea (Roth) Grev.

Пунктария подорожниковидная

Слоевище пластинчатое кожистое обычно ланцетовидное суженное к основанию 3-40 см длины и 1-12 см ширины. Цвет растений меняется от светло- или темно-бурого до красновато-бурого. На поверхности пластины группами расположены волоски. Прикрепляется к субстрату подошвой на маленькой ножке.

Вегетирует с сентября по июль. Массовое развитие наблюдается в марте-июне. В августе водоросль исчезает до конца сентября. Органы размножения образуются в марте-апреле. Цикл развития гетероморфный. Размножение бесполое и половое. Одногнездные спорангии расположены в коровом слое и развиваются на обеих сторонах слоевища. Многогнездные спорангии имеют форму вегетативной клетки. Гаметофит микроскопический.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 5-6 м и ниже, на скалистом, каменистом, илисто-песчаном с камнями грунтах. Предпочитает защищенные и полузащищенные участки побережья. Встречается на створках моллюсков и водорослях. Самостоятельных зарослей не образует. Эпифитирует на *Chordaria flagelliformis*.

Арктическо-бореальный тихоокеанско-атлантический вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

В странах юго-восточной Азии используется в пищу.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид разновозрастных слоевищ *Punctaria plantaginea*
2. Одногнездные спорангии в коровом слое *пунктарии* (ув. 20^х)
3. Литоральные ванны с зарослями *Пунктарии подорожниковидной*
4. Куртина *П. подорожниковидной* на литорали



1



2



3



4



Порядок Ectocarpales

Семейство Chordariaceae

Melanosiphon intestinalis (Saund.) Wynne

Меланосифон кишковидный

Слоевище в виде полых неразветвленных, цилиндрических или слегка сдавленных трубок, 3-7 см длины и 1-3 мм ширины. Трубки у вершины и основания сильно сужены. Внутри слоевища полость, вокруг которой расположены толстостенные клетки. Кора состоит из крупных кеглевидных клеток, между которыми встречаются округлые одногнездные спорангии. Цвет растения меняется от оливкового в молодом возрасте до рыжевато-бурого в старом. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Вегетирует с мая по август. Одногнездные спорангии развиваются по всему слоевищу июле-августе. Размножение бесполое и половое. Гаметофит микроскопический. Цикл развития гетероморфный.

Обитает на каменистой и скалистой литорали у полузащищенных и открытых побережий. Обычно образует пучки по несколько десятков слоевищ. Встречается в сообществах различных водорослей, часто на антропогенных субстратах. Может образовывать самостоятельные заросли. Хорошо переносит загрязнение.

Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Слоевище *Melanosiphon intestinalis* (натур.вел.)
2. Куртина слоевищ *M. intestinalis* (уменьш.)
3. Литоральное сообщество водорослей макрофитов с преобладанием *Меланосифона кишковидного* и *Ульвы продырявленной* (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)
4. Пояс *М. кишковидного* в сообществе с *Сильвезией Бабингтона* в верхней сублиторали
5. Поселение *М. кишковидного* на каменистой литорали
6. Куртины *М. кишковидного* в сообществе *кораллины* и *леатезии* в литоральной ванне



1



2



3



4



5



6



Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Chordariaceae**

Coilodesme japonica Yamada

Коилодесме японский

Слоевище в виде нежных тонкостенных сдавленных мешочков 10-20 (до 70) см длины и 1-4 см ширины светло-бурого или оливкового цвета с округлыми вершиной и основанием. Стенки слоевища с неровной поверхностью, часто слипающиеся. Прикрепляется небольшой подошвой с едва заметным стебельком.

Вегетирует с мая по сентябрь. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Одногнездные спорангии развиваются в июне – августе. Гаметофит микроскопический.

Обитает в сублиторали до глубины 10 м у побережий с сильным волнением воды. Встречается в массовых количествах как эпифит *Cystoseira crassipes*, иногда эпифитирует на других видах саргассовых водорослей.

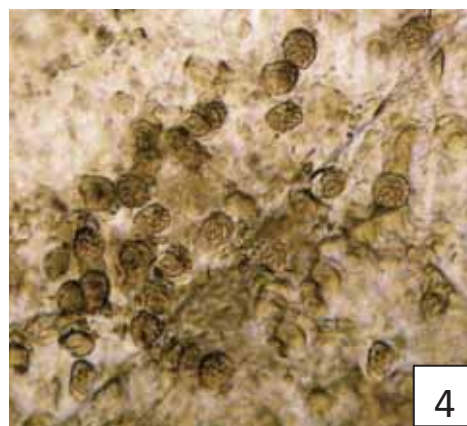
Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Курильских островов.

В странах юго-восточной Азии используется в пищу.

Подписи к рисункам

- 1, 2. *Coilodesme japonica* на *Cystoseira crassipes* (уменьш. в 5 раз)
3. *Coilodesme japonica* - эпифит *Cystoseira crassipes*
4. Одногнездные спорангии в коровом слое (ув. 20^x)
5. Места расселения *Cystoseira crassipes* с эпифитом *Coilodesme japonica* на о. Путянина (зал. Петра Великого)





Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Chordariaceae**

Dictyosiphon foeniculaceus (Huds.) Grev.

Диктиосифон укроповидный

Слоевище кустистое мягкое густо разветвленное, до 20-30 см длины, оливкового или желто-бурого цвета. Ветвление частое, до образования ветвей пятого порядка. Ветви в нижней части более длинные, чем в верхней. Ветви первого порядка покрыты укороченными ветвями двух последующих порядков, отходящими почти под прямым углом. Веточки последних порядков тонкие, заостряются к вершине. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Вегетирует с апреля по сентябрь. В апреле – мае растет только в защищенных бухтах. С наступлением лета распространяется по всему побережью, включая участки, открытые сильному волнению. Цикл развития гетероморфный. В течение года сменяется два поколения. Размножение бесполое и половое. Одногнздные спорангии развиваются по всему слоевищу с мая по август-сентябрь. Гаметофит микроскопический.

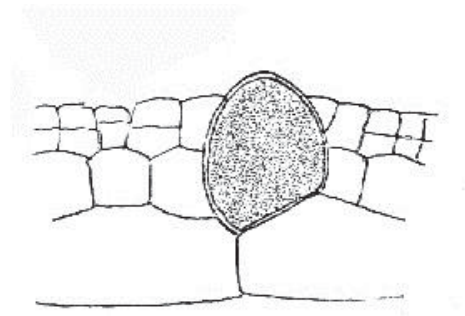
Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 2 м, на скалистом и каменистом с заилением грунтах, у защищенных, полузащищенных и открытых участков побережья. Образует самостоятельные заросли, а также может эпифитировать на *Chordaria flagelliformis*. Встречается на гидротехнических сооружениях.

Арктическо-бореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространён во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевища *Dictyosiphon foeniculaceus*
2. Одногнздный спорангий диктиосифона (по:Oltmanns, 1922)
- 3, 4. Куртины *Диктиосифона укроповидного* на каменисто-илистой литорали (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)
5. Поселение *Диктиосифона укроповидного* в литоральной ванне у берегов южного Приморья



2





Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Scytosiphonaceae**

Petalonia fascia (Müll.) Kuntze

Петалония лентовидная

Слоевище пластинчатое ланцетовидное до 15-20 см высоты и 1-1,5 см ширины оливкового или бурого цвета. В супралиторальных и литоральных ваннах встречаются экземпляры до 30 см высоты и 2-5 см ширины. Пластина тонкая пленчатая слизистая на ощупь, слегка волнистая по краям, клиновидно суженная в нижней части. Кора однорядная, клетки сердцевины крупные. На пластине имеются волоски, собранные в пучки. Прикрепляется к грунту маленькой дисковидной подошвой.

Однолетняя водоросль. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Гаметофит представлен крупным слоевищем, спорофит – представлен небольшой многослойной коркой типа *Cruoria*. Срок жизни одного поколения короткий, и гаметофит и спорофит, чередуясь, перекрывают друг друга. Многогнездные гаметангии удлинненно-цилиндрические, образуют на поверхности пластины обширные сорусы.

Обитает на литорали и верхней сублиторали до глубины 2 м на скалистом и каменистом грунтах. В супралиторальных и литоральных ваннах образует заросли с высокой плотностью и смешанные поселения с другими видами водорослей. Хорошо развивается на антропогенных субстратах и гидротехнических сооружениях в местах опреснения. Эпифитирует на красных и бурых водорослях.

Арктическо-бореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

В странах юго-восточной Азии используется в пищу.

Подписи к рисункам

1. Слоевища *Petalonia fascia* (1/2 вел.)
2. Куртина *P. fascia*
3. Куртина *P. fascia* в окружении *Scytosiphon lomentaria* в верхней сублиторали
4. Поперечный срез слоевища с сорусами гаметангиев (наблюдается массовый выход гамет (ув. 20^x))
5. Заросли *П. лентовидной* на вертикальной скале (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)



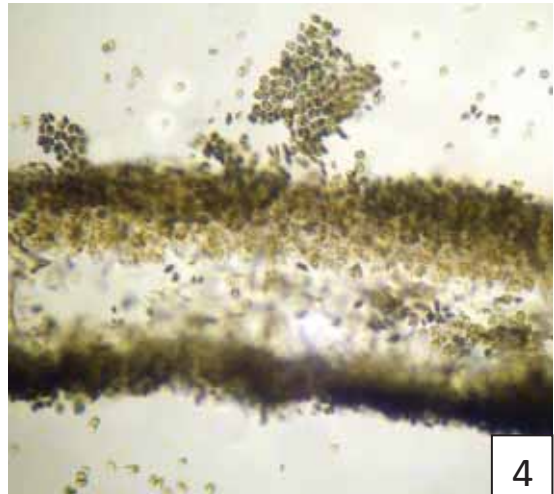
1



2



3



4



5



Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Scytosiphonaceae**

Scytosiphon lomentaria (Lyngb.) Link

Сцитосифон коленчатый

Слоевище трубчатое к вершине и основанию суживающееся, 20-50 (до 180) см высоты и 0,5-1 см ширины, оливкового или коричневатого-бурого цвета. По всей длине слоевища имеются перетяжки, придающие ему коленчатый вид. У молодых растений перетяжки отсутствуют. Прикрепляется маленькой подошвой на короткой ножке.

Вегетирует в течение года. Цикл развития гетероморфный. Период размножения растянут и совпадает с временем вегетации. Многогнездные однорядные гаметангии образуют на поверхности слоевища сорусы. Спорофит в виде корки, подобной *Cruoria*.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 2 м на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями и ракушечником грунтах. На вершинах погруженных камней встречается плотными куртинами, отходящими от одной общей подошвы. Эпифитирует на *Corallina pilulifera*, *Neorhodomela larix*, *N. munita*. Хорошо переносит распреснение и загрязнение вод, особенно органическое.

Мультизональный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Молодые растения в Японии, Корее используют в пищу как приправу и в качестве гарниров. Возможно применение в качестве противовирусных и противораковых средств.

Примечание. На илисто-песчаном грунте с примесью ракушечника в значительно эвтрофированных, спокойных местообитаниях залива Восток (южная часть Японского моря) встречаются слоевища до 1,8-2 м длины.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Scytosiphon lomentaria*
2. Ювенильные слоевища, не имеющие характерных перетяжек (коленец)
3. Куртина *Сцитосифона коленчатого* на каменистой литорали
4. *С. коленчатый* в составе прибрежных смешанных зарослей верхней сублиторали
5. Многогнездные гаметангии *сцитосифона* (по: Oltmanns, 1922)



5



Порядок **Ectocarpales**

Семейство **Scytosiphonaceae** (Thur.)

Colpomenia peregrina (Sauv.) Hamel

Колпомения иноземная

Слоевище пузыревидное полое оливкового цвета 0,5-10 см в поперечнике, иногда пузыри могут достигать 20 см в диаметре. Пузыри почти шаровидные неправильно раздутые, извилисто-складчатые с плоским основанием, с возрастом становятся бурыми складчатыми бугорчатыми, нередко слипаются. Слоевище покрыто пучками волосков, развивающихся от клеток, подстилающих кору. Кора представлена одним рядом клеток, внутренний слой из 2-3 рядов крупных клеток. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Вегетирует в течение года. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Органы размножения появляются с апреля по июнь, одновременно в конце мая в июне наблюдаются массовые выбросы. Новое поколение возникает в июне. Гаметофит макроскопический. Многогнездные гаметангии образуют сорусы, разбросанные пятнами по поверхности гаметофита. Спорофит микроскопический.

Обитает на литорали и в верхнем горизонте сублиторали до глубины 10-12 м. Преимущественно как эпифит некоторых бурых и красных водорослей. На мелководье растет на скалистом и каменистом грунтах одиночными слоевищами или группами, образуя иногда сплошные скопления пузырей.

Бореально-тропический биполярный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, у берегов о. Сахалин и Курильских островов.

Слоевища *колпомении* употребляют в пищу в виде салатов и гарниров. Известно их противовирусное действие.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевищ *Colpomenia peregrina*
- 2, 3. Массовые выбросы *Колпомении иноземной* в мае на берегах зал. Петра Великого
- 4, 5. *C. peregrina* – эпифит *Sargassum miyabei* и *Neorhodomela larix*
6. Слоевище *C. peregrina*, прикрепленное к камню





Порядок **Ralfsiales**

Семейство **Ralfsiaceae**

Ralfsia fungiformis (Gunn.) S. et G.

Ральфсия грибовидная

Слоевище в виде кожистых плотных корочек, темно-оливкового или коричневого цвета округлой или веерообразной формы 0,5-5 см в поперечнике. Старые корки налегают друг на друга и легко отделяются от грунта, молодые – плотно прилегают всей поверхностью. Слоевище с концентрическими кругами и трещинами, края волнистые, приподнимающиеся. Ризоиды развиваются в месте соприкосновения корки с субстратом. Внешне растения похожи на твердые плоские грибы, обитающие на стволах деревьев и пнях.

Многолетний вид. Одногнездные и многогнездные спорангии образуются на нитях коры в течение всего года.

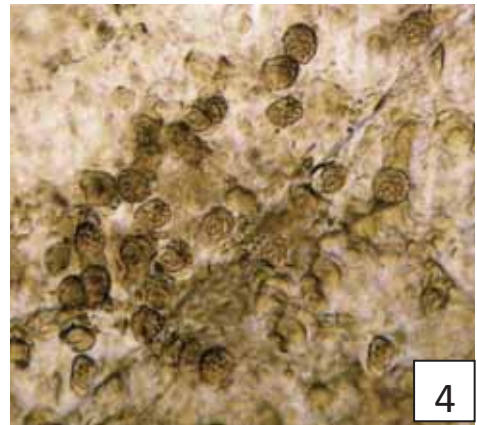
Обитает на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 5 м, на скалистом и каменистом грунтах. Предпочитает пологие участки дна у открытых и полузащищенных участков побережья. Часто встречается на скалистых мысах, может селиться на раковинах брюхоногих моллюсков.

Арктическо-бореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний облик корки *Ralfsia fungiformis*
2. *Ральфсия грибовидная* в сообществе водорослей и моллюсков в литоральной ванне
3. Одногнездные и многогнездные спорангии *ральфсии* (по: Oltmanns, 1922)
4. Поселение *P. грибовидной* на окатанных камнях литорали (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)





Порядок **Ralfsiales**

Семейство **Heterochordariaceae**

Analipus japonicus (Harv.) Wynne

Аналипус японский

Слоевище состоит из многолетней базальной корки и однолетних вертикальных побегов до 35 см высоты, зеленовато - бурого или темно - коричневого цвета. Внутри слоевища имеется полость. На побегах формируются многочисленные уплощенные, иногда раздвоенные боковые ветви 1-12 см длины. Ветвление только первого порядка, иногда боковые ветви имеют вид небольших выростов. Прикрепляется ризоидами.

Вегетирует в течение года. Летом развивается в массе. Осенью вертикальная часть слоевища разрушается, базальная — зимует. Цикл развития не изучен. Одногнездные и многогнездные спорангии появляются с июня по ноябрь на разных слоевищах. Одноклеточные спорангии формируются среди ассимиляционных нитей коры, многоклеточные — в их основании. Развитие гаметофита не исследовано. Зигота прорастает в компактный диск, от которого поднимается вертикальный таллом.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 2 м на скалистых и каменистых грунтах у открытых участков побережья. У защищенных участков побережья образует корки без вертикальных побегов.

Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

В странах Востока используется в пищу, содержит биологически-активные пептиды. Является сырьем для получения пищевых и кормовых добавок.

Подписи к рисункам

1. Однолетние вертикальные побеги *Analipus japonicus* (летние и зимние)
2. Корковидная форма слоевища *A. japonicus* (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)
3. Куртины *Аналипуса японского* с вертикальными ветвями и корковидной частью
4. Смешанные заросли *A. japonicus* и *F. evanescens* на камнях верхней литорали (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)
5. Поясность литоральной группировки водорослей-макрофитов с зарослями *A. японского* по верхнему уровню
6. Заросли водорослей - макрофитов нижней литорали с преобладанием *A. японского*



1



2



3



4



5



6



Порядок **Desmarestiales**

Семейство **Desmarestiaceae**

Desmarestia viridis (Müll.) Lamour.

Десмарестия зеленая

Слоевище кустистое мягкое до 1 м и более длины светло-оливкового или бурого цвета, покрытое густыми супротивными веточками. Центральный побег одноосевой цилиндрический хрящеватый ломкий. Ветви каждого последующего порядка становятся мягче, веточки последних порядков тонкие волосовидные. Прикрепляется хорошо развитой конусовидной подошвой.

Многолетний вид. Цикл развития гетероморфный. Размножение бесполое и половое. Органы размножения появляются в июне-августе. Одногнездные спорангии развиваются по всему слоевищу среди клеток коры. Гаметофит микроскопический, нитчатый.

Обитает в сублиторали на глубине от 1 до 7 м, встречается и до глубины 30-40 м, поселяется на каменистом, илесто-песчаном и илестом грунтах как у защищенных, так и у открытых участков побережья. В массовых количествах встречается на скалистых и каменистых мысах. Сопутствует зарослям других видов водорослей или иногда образует самостоятельные поселения. В весенние месяцы в больших количествах выбрасывается на берег. На воздухе слоевища зеленеют.

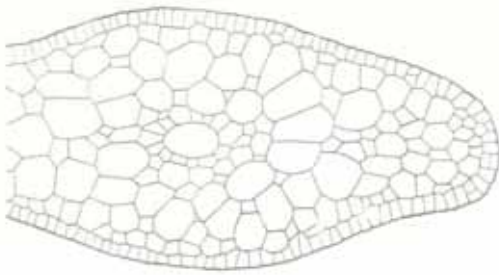
Арктическо - бореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Примечание. В тканях слоевища содержится серная кислота, которая может быть причиной гибели всех соприкасающихся с *десмарестией* водорослей.

Подписи к рисункам

1. Ювенильное слоевище *Desmarestia viridis* в апреле (б. Соболев, зал. Петра Великого)
2. Зрелое слоевище *Десмарестии зеленой*
3. Срез центрального побега с одноосевым типом строения (по: Smith, 1937)
4. Массовые выбросы *Д. зеленой* («ведьмины космы») в июле - августе в б. Киевка
5. Типичные места обитания массовых зарослей *Д. зеленой* на юге Приморья





Порядок **Desmarestiales**

Семейство **Desmarestiaceae**

Desmarestia ligulata (Lightf.) Lam.

Десмарестия язычковая

Слоевище кустистое 20-60 см высоты светло-оливкового или оливково-зеленого цвета, с уплощёнными ветвями. Центральный побег одноосевой. Нижняя часть слоевища до первых ветвей цилиндрическая. Ветвление супротивное. Ветви первых порядков линейные с тонкой жилкой, ветви последних порядков ланцетовидные и зубчатые или шиповидные по краю. Длинные ветви чередуются с короткими. Прикрепляется хорошо развитой конусовидной подошвой.

Многолетний вид. У растений периодически сбрасываются старые и отрастают новые боковые ветви. Цикл развития гетероморфный. Размножение бесполое и половое. Гаметофит микроскопический. Органы размножения появляются в июне- июле. Одногнездные спорангии развиваются по всему слоевищу среди клеток коры.

Обитает в сублиторали до глубины 5 м на скалистом и каменистом грунтах. Встречается в поясе ламинариевых водорослей единичными кустами, заметных скоплений не образует.

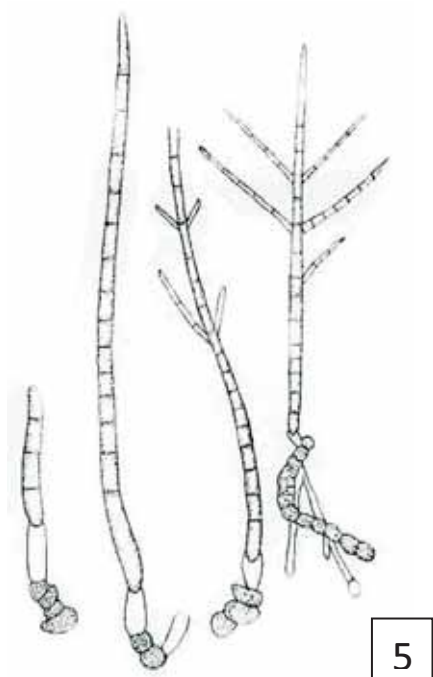
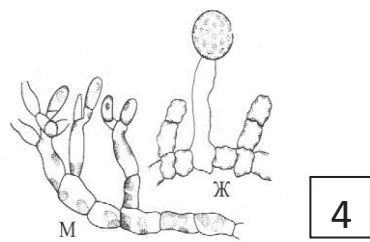
Бореально - субтропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Курильских островов.

В Северной Америке один из видов *десмарестии* с икрой сельди употребляют в пищу.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Desmarestia ligulata* (уменьш. в 5 раз)
2. Фрагмент верхней части слоевища *Десмарестии язычковой* (натур. вел.)
3. *Д. язычковая* в сообществе *Agarum clathratum* (по: Растения мира, 1979)
4. Мужской и женский гаметофиты *десмарестии* (по: Oltmanns, 1922)
5. Проращивание зиготы (по: Oltmanns, 1922)





Порядок **Laminariales**

Семейство **Chordaceae**

Chorda filum (L.) Lamour.

Хорда нитевидная

Слоевище цилиндрическое неразветвленное упругое скользкое на ощупь 1-3 м длины и 0,3- 0,7 см в диаметре, цвет слоевища темно-коричневый. Слоевища суживаются у основания и вершины. Зрелые растения имеют полость, разделенную поперечными перегородками на ряд цилиндрических камер. Прикрепляется маленькой подошвой.

Вегетирует с марта по октябрь. Интенсивный рост отмечается в мае- июне. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Одногнздные спорангии образуются на поверхности слоевища в июне-августе. Фертильные растения можно обнаружить до ноября. Гаметофит микроскопический.

Обитает в сублиторали до глубины 10 м на галечно-песчаном или илисто - песчаном, с вкраплениями камней и раковин моллюсков грунтах. Встречается в смешанных сообществах с другими бурыми и красными водорослями и морскими травами. Иногда образует чистые заросли на глубине 2-5 м. Как правило, на вершинах слоевищ хорды развивается эпифит *Acrothrix pacifica*.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

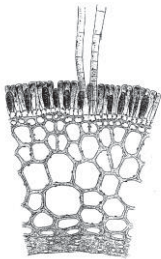
Во Франции из *Chorda filum* получают фукоиданы, в Шотландии эту водоросль применяют при лечении заболеваний нервной системы. В странах Востока *хорда* используется в пищу и в народной медицине.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Chorda filum* (уменьш.)
2. *Ch. filum* в зарослях морской травы *Zostera marina* на глубине 1,5-2 м
3. *Хорда нитевидная* в прибрежный фитоценоз бурых и красных водорослей
4. Поперечный срез слоевища *хорды* со спорангиями и волосками на поверхности (по: Oltmanns, 1922)
5. Фрагмент слоевища *Х. нитевидной* с эпифитами красных водорослей *Porphyra*, *Polysiphonia*
6. *Х. нитевидная* с эпифитом *Acrothrix pacifica*



1



4



2



3



5



6



Порядок **Laminariales**

Семейство **Laminariaceae**

Saccharina (Laminaria) japonica (Aresch.)

Lane, Mayes, Druehl, Saund.

Сахарина (ламинария) японская

Слоевище пластинчатое с широкой срединной полосой и извилистыми краями. Пластина цельная с клиновидным или округлым, в зависимости от срока вегетации, основанием 2-3 м длины и 10-30 см ширины, от оливкового до темно-коричневого цвета. Срединная полоса составляет 1/2-1/3 ширины пластины. Стволик цилиндрический 5-12 см длины, в верхней части сдавленный. В пластине и стволике имеются слизистые каналы. Прикрепляется хорошо развитыми многократно разветвленными ризоидами.

Продолжительность жизни – 2 года. Цикл развития гетероморфный. Размножение бесполое и половое. Период спороношения август – сентябрь. Спороносная ткань развивается на обеих сторонах пластины. Гаметофит микроскопический, развивается в течение 40-45 дней. Молодые спорофиты появляются в конце октября – начале ноября. Активный рост слоевища происходит при пониженных температурах.

Обитает в сублиторали до глубины 15-20 м на скалах и камнях у открытых участков побережья. Массовые заросли образуются на глубине 2-8 м.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена у материкового побережья Японского моря, о. Сахалин и Курильских островов.

Используется в пищу и для получения альгинатов, медицинских препаратов, БАД в различных странах АТР. Промысловый вид и объект марикультуры у дальневосточных берегов России.

Подписи к рисункам

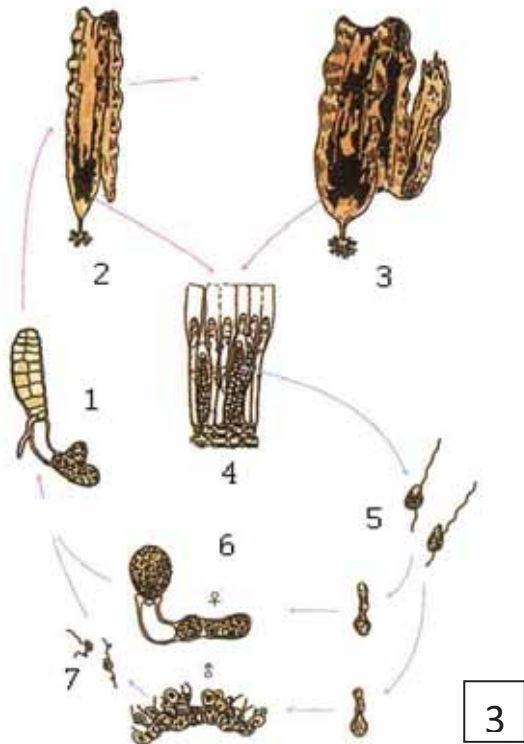
- 1, 2. Внешний вид двулетнего зрелого и ювенильного слоевищ *Saccharina japonica*
3. Цикл развития (по: Морские водоросли, 2001). 1 - 3 фазы развития спорофита; 4 - спороносная ткань; 5 - зооспоры; 6 - мужской и женский гаметофиты; 7 - выход гамет
4. Заросли морского льна *Phyllospadix iwatensis* с вкраплением куртин *S. japonica*
5. Поперечный срез слоевища *Сахарины японской* со слизистым каналом (ув. 20^x)
6. Поперечный срез через спороносную ткань (ув. 20^x)



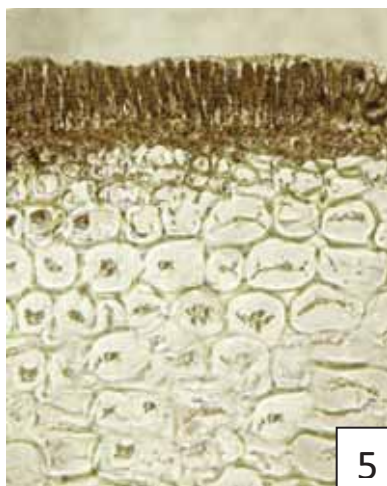
1



2



4



5



6



Порядок **Laminariales**

Семейство **Laminariaceae**

Saccharina (Laminaria) japonica f. longipes
(Miyabe) Seliv., Zhig., Hans.

**Сахарина (ламинария) японская форма
длинноствольная**

Пластина лентовидная цельная гладкая 3,5-12 м длины, 15-45 см ширины. Края пластины тонкие слегка волнистые основание клиновидное от светло-желтого до темно-коричневого цвета. Срединная полоса составляет 1/2-1/5 от ширины пластины. Стволик гладкий слегка сдавленный 7- 40 см длины. Часто спирально закрученный. Слизистые каналы имеются в пластине и стволике. Прикрепляется к камням тонкими, многократно разветвленными ризоидами.

Активный линейный рост слоевища происходит в течении весны – начале лета. Цикл развития гетероморфный. Спорофит появляются в конце февраля – начале марта. Период спороношения начинается в конце августа и растягивается до конца ноября. Размножение бесполое и половое. Спороносная ткань развивается в виде сорусов вдоль срединной полосы не одновременно на обеих сторонах пластины, очертания сорусов спорангиев не совпадают. Гаметофит микроскопический.

Обитает в сублиторали на глубинах от 8-10 до 25-30 м преимущественно на галечном грунте у открытого побережья. Образует самостоятельные чистые заросли, занимающие значительные площади дна.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японское море у побережья северного Приморья и у материкового побережья Татарского пролива и западного побережья о. Сахалин.

Является ценным сырьем для пищевой промышленности. Имеет высокие вкусовые качества.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Saccharina japonica f. longipes*
2. Срединная полоса слоевища *Сахарины японской длинноствольной*
3. Ризоиды и уплощенный перекрученный черешок *С. японской длинноствольной*





Порядок **Laminariales**

Семейство **Laminariaceae**

Saccharina (Laminaria) cichorioides (Miyabe)

Lane, Mayes, Druehl, Saund.

Сахарина (ламинария) цикориевидная

Слоевище пластинчатое цельное кожистое 50 -170 см длины и 10-30 см ширины, темно-коричневого цвета. Срединная полоса составляет 1/5 от общей ширины пластины, вдоль каждого ее края проходит по ряду буллей. Края пластины сильно волнистые, порой складчатые. Молодые слоевища тонкие, буллы хорошо выражены. С возрастом пластина утолщается, буллы сглаживаются. Основание пластины округлое или сердцевидное в зависимости от возраста. Стволик сдавлено-цилиндрический 2-10 см длины. Слизистые каналы имеются в пластине и стволике. Ризоиды тонкие, многократно разветвленные.

Возраст слоевищ не изучен. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Период спороношения июль-октябрь. Спороносная ткань развивается с обеих сторон слоевища и имеет вид пятен и полос. Гаметофит микроскопический.

Обитает в сублиторали на глубине 1,5-25 м на каменистом, галечном или крупнопесчаном с обломками ракушек грунтах. Образует самостоятельные заросли или сопутствует поселениям других водорослей и морских трав. В зал. Петра Великого встречается в сообществе неприкрепленной красной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis*.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена у материкового побережья Японского моря и у западного побережья о. Сахалин; в Охотском море у южного и восточного побережья о. Сахалин и у Курильских островов (о-ва Кунашир, Итуруп).

Перспективный вид для получения БАВ, косметических средств, кормов и удобрений.

Подписи к рисункам

1, 2. Внешний вид *Saccharina cichorioides*

3. Нижняя часть слоевища *Сахарины цикориевидной* с коротким черешком и ризоидами



1



2



3



Порядок **Laminariales**

Семейство **Laminariaceae**

Saccharina (Laminaria) angustata subsp. siberica
(Petr., Sukhov.) Seliv., Zhig., Hans.

Сахарина (ламинария) узкая

Слоевище пластинчатое кожистое лентообразное с булями и ровными краями 25-60 см длины, 2-5 см ширины, от светло- до темно-оливкового цвета. Срединная полоса узкая 0,5-2 см ширины, в верхней части переходящая в слабо выраженный желоб. Основание клиновидное или округлое в зависимости от возраста. Стволик тонкий, 2-8 см длины, в верхней части уплощенный, внизу цилиндрический. Слизистые каналы имеются в пластине и ризоидах. Прикрепляется толстыми ветвистыми ризоидами.

Вегетирует в течение двух лет. Период спороношения в сентябре-октябре. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Зимой встречаются фертильные слоевища. Спороносная ткань развивается на одной или обеих сторонах пластины.

Обитает на камнях и скалах на границе литорали и сублиторали в прибойных местах. Образует узкие пояса на глубине 0,5-1 м у уреза воды.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском море: побережье Приморья, материковое побережье Татарского пролива, Курильские о-ва.

Обладает теми же качествами, что и другие представители рода, поэтому является сырьем для получения БАД, косметических средств, кормов и удобрений.

Подписи к рисункам

1. Слоевища *Saccharina angustata subsp. siberica*
2. Куртина *Сахарины узкой*
3. Нижняя часть слоевищ *С. узкой*
4. Заросли *С. узкой* на прибрежных скалах б. Киевка (южная часть материкового побережья Японского моря)
5. Типичные места обитания прибрежных зарослей *С. узкой*
6. Пояс *С. узкой* на вертикальных скалах южного Приморья



1



2



3



4



5



6



Порядок **Laminariales**

Семейство **Costariaceae**

Agarum clathratum Dumort.

Агарум решетчатый

Слоевище пластинчатое со срединным ребром и перфорациями. Пластина грубая кожистая эллиптической или сердцевидной формы у основания, волнистая по краям, 30–80 см, иногда до 200 см длины, 30–50 см ширины, от темно-оливкового до черного цвета. Ребро до 0,5–1,3 см ширины, выпуклое. Стволик от 2–5 до 15 см длины, в верхней части уплощенный, в нижней цилиндрический. Прикрепляется длинными, тонкими ветвистыми ризоидами.

Многолетний вид. Активный рост слоевищ происходит с поздней осени до мая. Период спороношения июнь-июль. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Спороносная ткань образуется в нижней части пластины, постепенно покрывая всю ее поверхность с обеих сторон. Гаметофит микроскопический.

Обитает на глубине от 5–7 до 20–25 м на каменистом грунте у открытых участков побережья. Встречается одиночными растениями или в смешанных поселениях ламинариевых водорослей.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Является сырьем для получения альгинатов, БАД, кормов и удобрений. На Аляске слоевища этой водоросли с отложенной на ней икрой сельди употребляют в пищу.

Подписи к рисункам

- 1,2,3. Внешний вид *Agarum clathratum*
4. Ранневесенний образец *Агарума решетчатого* из выбросов в окрестностях г. Владивостока
5. Массовые выбросы *A. clathratum* в начале августа в б. Киевка
6. Заросли *A. clathratum* на глубине 3 - 4 м (по: Растения мира, 1979)



1



2



3



4



5



6



Порядок **Laminariales**

Семейство **Costariaceae**

Costaria costata (Turn.) Saund.

Костария ребристая

Слоевище пластинчатое перфорированное с буллями и пятью выпуклыми продольными ребрами (2 на одну сторону, 3 - на другую), 0,5-1 м, иногда до 2,4 м длины, от 0,2-0,6 до 1-1,4 м ширины, темно - оливкового цвета. Основание пластины клиновидное или сердцевидное в зависимости от возраста. Рёбра переходят в цилиндрический или сдавленный ствол 10-30 см длины. Прикрепляется разветвленными ризоидами.

Вегетирует в течение года. Активный рост слоевищ происходит при пониженных температурах. Проростки появляются в ноябре. Размножение бесполое и половое. Цикл развития гетероморфный. Период спороношения с мая по октябрь. Спороносная ткань образуется по всей поверхности слоевища.

Обитает в сублиторали до глубины 25-40 м на каменистом и скалистом грунте. На глубине 3—10 м образует плотные заросли, но чаще является сопутствующим видом зарослей крупных водорослей и на плантациях по выращиванию *сахарины японской*.

Бореально - нотальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, Татарский пролив, берега о-вов Сахалин, о. Монерон и Курилы.

Используется в пищу. Перспективный источник минеральных элементов, особенно калия, ламинарана, стеролов. Перспективный объект промысла и марикультуры.

Подписи к рисунку

1. Различные стадии развития *Costaria costata*
2. *C. costata* в конце вегетационного периода
3. Максимальные размеры слоевищ *К.ребристой* у побережья северного Приморья
4. Поясность литоральной группировки водорослей-макрофитов с *Costaria costata*
5. Поперечный срез слоевища *костарии* через спороносную ткань. РТ – репродуктивная ткань, СП – спорангии, К – кора (ув. 20^х)



1



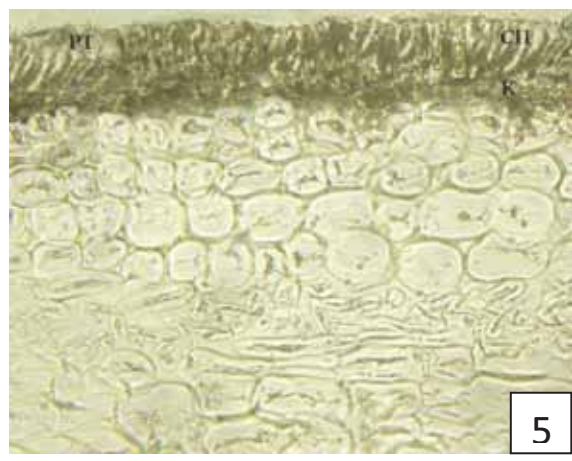
2



3



4



5



Порядок **Laminariales**

Семейство **Alariaceae**

Alaria angusta Kjellm.

Алария узкая

Слоевище пластинчатое линейное тонкое с продольным ребром до 70 см длины и 15 см ширины, светло-оливкового цвета. Пластина в нижней части цельная, в верхней – рассеченная до центрального ребра. Основание узко-клиновидное. Ребро выпуклое, плавно переходящее в сдавленный ствол. Спорофиллы линейные с округлой вершиной и клиновидным основанием. Гландулярные клетки округлой или овальной формы. Прикрепляется многократно разветвленными ризоидами, образующими конусообразный пучок.

Вегетирует в течение года. Цикл развития гетероморфный. Размножение бесполое и половое. Активный рост слоевищ начинается в конце февраля – начале марта, максимальных размеров и массы слоевища достигают в июле. Спорофиллы появляются в мае, формирование спороносных пятен начинается в августе. Спороносная ткань покрывает всю поверхность спорофиллов с обеих сторон. Зимой пластина разрушается.

Обитает на глубинах 5-10 м, иногда встречается до глубины 40 м. Поселяется на каменистом грунте. Часто образует смешанные заросли с другими видами ламинариевых водорослей.

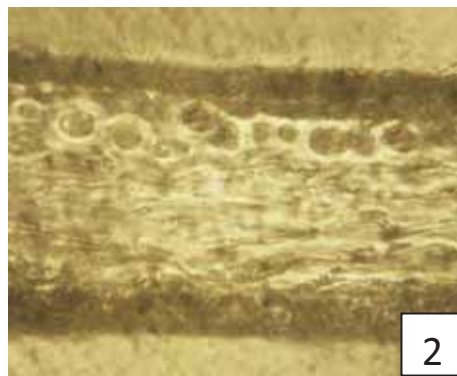
Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском море: северное побережье Приморья и берега Татарского пролива; Охотское море: южное и восточное побережья о. Сахалин, западное побережье Камчатки; Курильские о-ва; Берингово море: восточное побережье Камчатки, Командорские о-ва.

Слоевища используются в пищу. Перспективное сырье для производства альгинатов и удобрений.

Подписи к рисункам

- 1, 2, 3. Внешний вид разновозрастных слоевищ *Alaria angusta*
4. Гландулярные клетки *Аларии узкой* на поперечном срезе слоевища (ув. 20^x)
5. Выбросы *А. узкой* на севере Приморья





Порядок **Laminariales**

Семейство **Alariaceae**

Undaria pinnatifida (Harv.) Sur.

Ундария перистонадрезная

Слоевище пластинчатое тонкое глубоко рассеченное с широким грубым ребром, 40-80 см длины и 25-45 см ширины, темно – оливкового или буро – зеленого цвета. Стволик 8-12 см, внизу округлый,верху уплощенный, переходящий в широкое ребро пластины. Спорофиллы в виде жабо развиваются на стволике. Прикрепляется ризоидами, образующими редкий пучок.

Вегетирует в течение года. Проростки появляются в конце ноября. Активный рост происходит с марта по июнь. Цикл развития гетероморфный. Размножение бесполое и половое. Период спороношения с июня по август. Спороносная ткань покрывает спорофиллы с обеих сторон. В сентябре слоевища разрушаются.

Обитает в сублиторали на глубине от 1 до 6 м на скалистом и каменистом грунте у открытых прибойных участков побережья. Образует небольшие заросли между крупными камнями и валунами. Встречается в сообществах с бурыми водорослями и морскими травами. Вид чувствительный к опреснению и загрязнению.

Низкобореально - субтропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке в зал. Петра Великого проходит северная граница ее ареала.

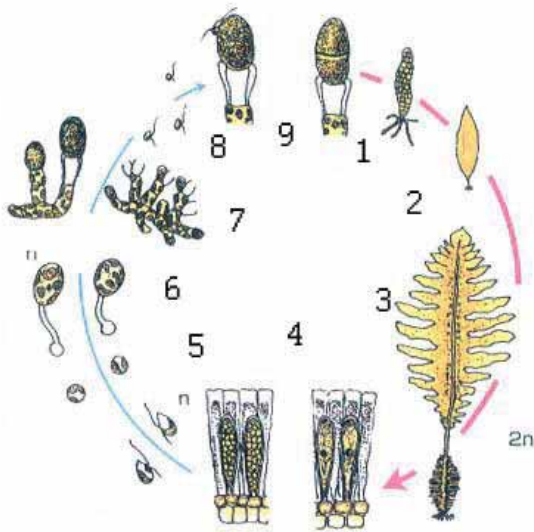
Обладает прекрасными вкусовыми качествами и лечебными свойствами, поэтому повсеместно используется в пищу. Выращивается в больших количествах в странах юго-восточной Азии, в т.ч. в Японии под названием “вакаме”.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид разновозрастных слоевищ *Undaria pinnatifida*
2. Цикл развития (по: Морские водоросли, 2001). 1-3 - фазы развития спорофита; 4 - зооспорангии; 5 - выход зооспор; 6 - оседание зооспор и начало развития гаметофита; 7 - мужской и женский гаметофиты; 8 - выход гамет; 9 - зигота.
3. Заросли *Ундарии перистонадрезной* (по: Растения мира, 1979)
4. Выбросы бурых водорослей с преобладанием *У. перистонадрезной* в б. Устинова



1



2



3



4



Порядок **Dictyotales**

Семейство **Dictyotaceae**

Dictyota dichotoma (Huds.) Lamour.

Диктиота дихотомная

Слоевище в виде дихотомически разветвленных кустиков 5-20 см высоты бледно- или желтовато-бурого цвета. Ветви без жилки с округлыми пазухами. Вершинки ветвей раздвоенные. Сердцевина представлена одним рядом крупных клеток, сверху покрытых мелкими коровыми. Прикрепляется разветвленными столонами.

Массовое развитие приходится на летние месяцы. Цикл развития изоморфный. Гаметофит появляется в июне. Женских слоевищ в популяциях обычно больше, их соотношение 15:1. Антеридии и оогонии образуют овальные или линейные сорусы на обеих сторонах слоевища в виде тонких прерывистых линий. С сентября по декабрь появляются спорофиты. Спорангии тетраэдрически поделённые.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и верхней сублиторали до глубины 2-4 м на скалах и камнях у открытых побережий. В изобилии встречается на плоских камнях и платформах. Может прикрепляться к створкам моллюсков и ризоидам крупных ламинариевых и фукусовых водорослей. Эпифитирует на бурых и красных водорослях.

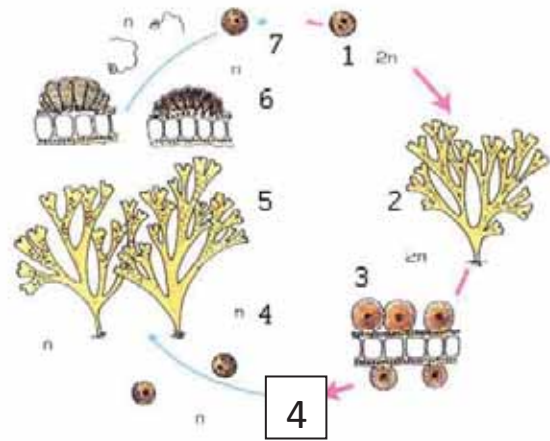
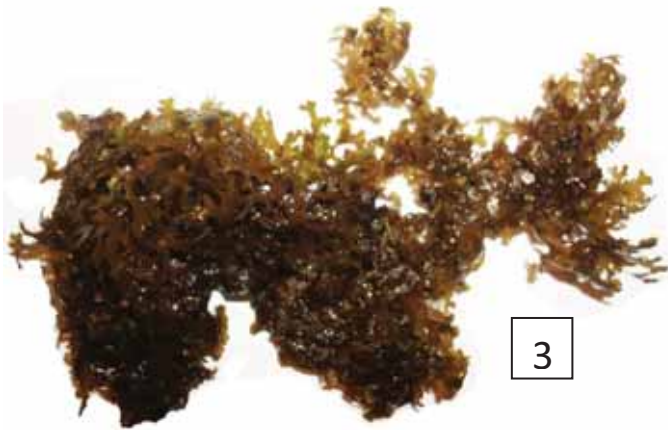
Мультизональный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Известно применение как противопаразитарного средства в Мексике и также, как и другие водоросли, источник витаминов.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Dictyota dichotoma*
2. Сорусы оогониев на верхних веточках слоевища *Диктиоты дихотомной*
3. Типичный биоценоз южноприморского побережья с преобладанием *Д. дихотомной*
4. Цикл развития (по: Морские водоросли, 2001). 1 - зигота, 2 – спорофит, 3 – поперечный срез спорофита с тетраспорами, 4 – споры бесполого размножения, 5 – мужской и женский гаметофиты, 6 – сорусы мужских и женских гамет, 7 – оплодотворенная яйцеклетка (зигота)
5. Массовое развитие *Д. дихотомной* на каменистой литорали о. Путятин
6. Выбросы *Д. дихотомной* в конце августа на о. Путятин





Порядок **Dictyotales**

Семейство **Dictyotaceae**

Dictyopteris divaricata (Okam.) Okam.

Диктиоптерис растопыренный

Слоевище в виде дихотомически разветвленных кустика до 20-25 см высоты светло-бурого цвета. Ветви плоские с широкой жилкой, переходящей в выпуклое ребро, покрытое волосками. Пластина состоит из многорядной сердцевины и однорядной коры. Прикрепляется конической подошвой.

Массовое развитие приходится на летние месяцы. Цикл развития изоморфный. Гаметофиты появляются в июне. Антеридии и оогонии образуют сорусы вдоль ребра. В сентябре – октябре развиваются спорофиты с тетраэдрически поделёнными спорангиями, расположенными по обе стороны ребра.

Растет небольшими куртинами на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 1 м на скалистом грунте у открытых участков побережья. Может эпифитировать на красной водоросли *Symphyocladia latiuscula*.

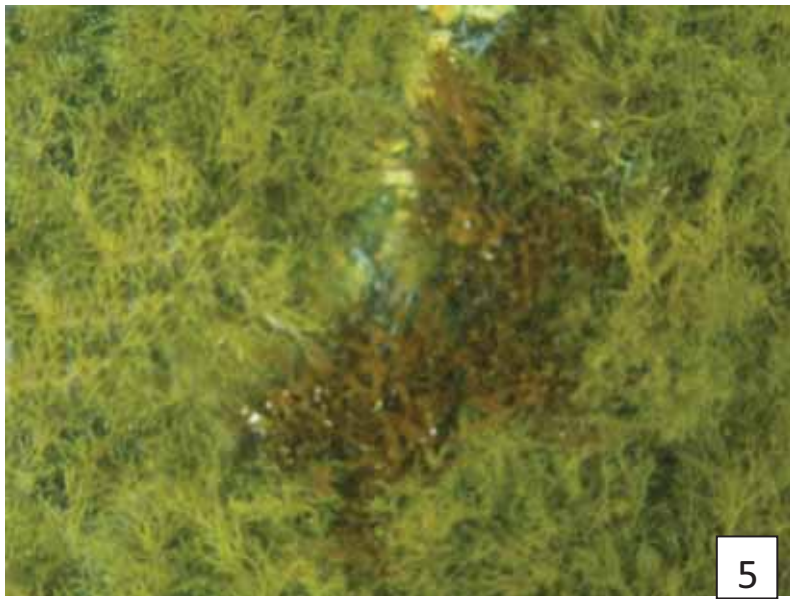
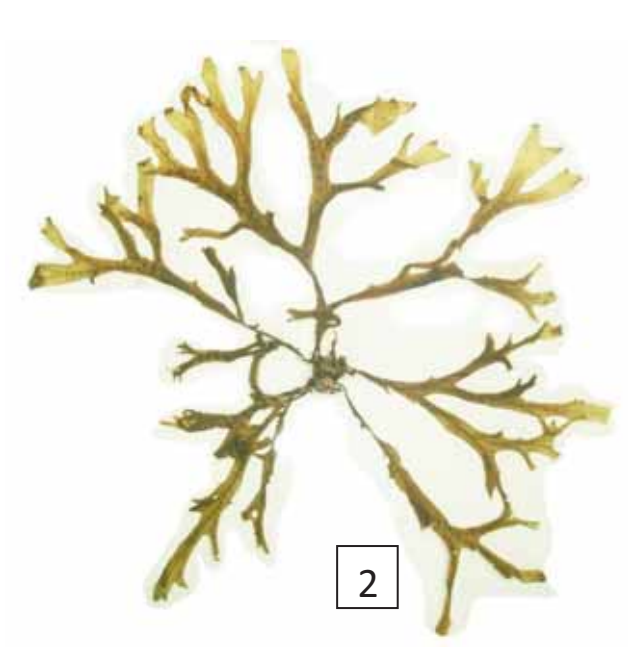
Приазиатский низкобореально-тропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространен у материкового побережья Японского моря.

В странах юго-восточной Азии представители рода используют в пищу и в народной медицине, как сильное противогрибковое средство.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Dictyopteris divaricata* из различных мест обитания
2. Сорусы оогониев на верхний веточках слоевища *Диктиоптериса растопыренного*
3. Поперечный срез пластины *Д. растопыренного* через женский сорус (ув. 10^x)
4. Смешанные заросли *диктиотовых* водорослей (в центре *Д. растопыренный*) на литорали о. Путятин
5. Сублиторальные ванны с зарослями *диктиотовых* на побережье южного Приморья





Порядок **Fucales**

Семейство **Sargassaceae**

Sargassum pallidum (Turn.) Ag.

Саггассум бледный

Слоевище кустистое грубое плотное, 0,3-1 м длины на мелководье и 3-7 м на глубине, оливкового цвета. От цилиндрического стволика отходят длинные ветви, несущие крупные кожистые филлоиды 7-16 см длины и 1-3 см ширины с продольной жилкой. На верхних частях слоевища расположены мелкие ланцетовидные рецептакулы и крупные воздушные пузыри округлой формы в пазухах ветвей. Прикрепляется подошвой.

Многолетний вид, продолжительность жизни точно не известна. Однолетние боковые побеги вегетируют с марта по май. Слоевища однополые. Рецептакулы с концептакулами появляются в мае-июне в пазухах филлоидов. В женских концептакулах образуются оогонии, в мужских – антеридии. Период размножения с конца июня по август. Молодые проростки появляются в конце августа-сентябре.

Обитает от нижнего уровня литорали до глубины 20 м на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах. Встречается отдельными кустами или небольшими зарослями. Часто сопутствует крупным бурым водорослям и морским травам.

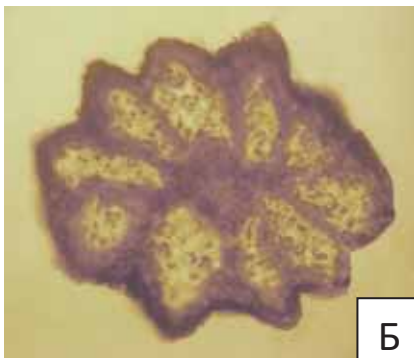
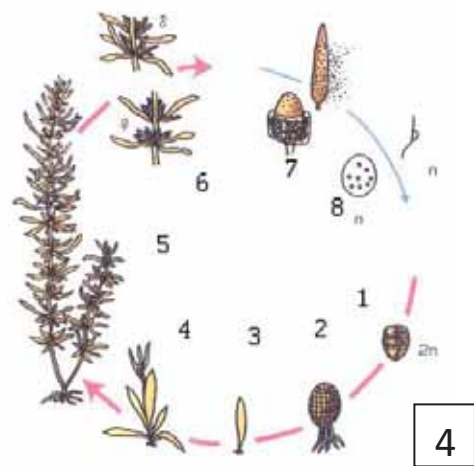
Низкобореально-субтропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен у материкового побережья Японского и Охотского морей и Курильских о-вов.

Используется в пищу, в медицине и как источник альгинатов.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевища *Sargassum pallidum*
2. Воздушные пузыри *Саггассума бледного*
3. Рецептакулы в пазухах ветвей
4. Цикл развития *саггассума* (по: Морские водоросли, 2001). 1 - зигота, 2 - прорастание зиготы, 3, 4, 5 - стадии развития спорофита, 6 – развитие рецептакул, 7 - выход гамет, 8 - оплодотворение
5. Поперечные срезы через женский (А) и мужской (Б) рецептакул (ув. 20^х)
6. Сообщество *Zostera marina* - *Sargassum pallidum* на глубине 0,6 - 1 м у о. Попова



5





Порядок **Fucales**

Семейство **Sargassaceae**

Sargassum miyabei Yendo

Саргассум Миябе

Слоевище кустистое плотное до 1-1,2 м высоты оливкового или светло-коричневого цвета. От верхней части стволика отходят длинные побеги, несущие листовидные филлоиды ланцетовидной формы 3-5 см длины. В средней и верхней частях слоевища располагаются многочисленные мелкие филлоиды и воздушные пузыри овальной формы с шипиком на конце. Прикрепляется расширенным основанием слоевища, от которого горизонтально отходят толстые ризоиды, прилегающие к субстрату.

Нижняя часть слоевища многолетняя. Однолетние боковые побеги вегетируют с марта по май. Слоевища однополые. Рецептакулы с концептакулами появляются в июне в пазухах филлоидов. В женских концептакулах образуются оогонии, в мужских — антеридии. Период размножения с конца июня по август. Молодые проростки появляются в конце августа.

Обитает до глубины 10 м на скалистом, каменистом и илисто-песчаном грунтах. Вдоль берега образует чистые заросли на глубине 0,7-1,5 м. В глубоких литоральных ваннах, в расщелинах каменистых платформ встречается отдельными кустами.

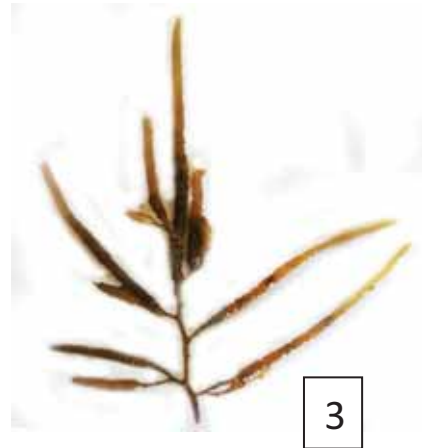
Низкобореально-субтропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен у материкового побережья Японского и Охотского морей, у берегов о-ва. Сахалин и Курильских о-вов (о-ва Кунашир, Итуруп).

Используется в Китае для получения альгинатов, кормовых добавок, как источник противораковых веществ и антиоксидантов.

Подписи к рисункам

1. Внешний облик слоевища *Sargassum miyabei*
- 2, 3. Воздушные пузыри и рецептакулы *Саргассума Миябе*
- 4, 5, 6. Типичные места обитания *С. Миябе* на глубине 0,6 - 1 м в сообществе морских трав и водорослей вдоль побережья южного Приморья
7. Фитоценоз с преобладанием *С. Миябе* в сублиторальной ванне





Порядок **Fucales**

Семейство **Sargassaceae**

Coccophora langsдорфii (Turn.) Grev.

Коккофора Лангсдорфа

Слоевище кустистое грубое жесткое до 50 см высоты, оливкового, темно - бурого или почти черного цвета. Состоит из короткого узловатого побега, прилегающего к грунту, и длинных боковых ветвей, покрытых листовидными филлоидами. В нижней части ветвей располагаются мелкие филлоиды, 5 - 7 мм длины, с хорошо выраженной парой зубчиков в нижней части. Ниже по слоевищу филлоиды нитевидные, 10 - 17 см длины. Прикрепляется конусовидной подошвой, от которой отрастают вертикальные побеги.

Многолетняя, продолжительность вегетации не изучена. Цикл развития моногенетический (развивается единственная фаза-спорофит). Рецептатулы в виде шарообразных ярко-желтых пузырей на ножке, собраны в короткую кисть в пазухах филлоидов. Период размножения – май-июнь. Летом водоросль находится в стерильном состоянии. В сентябре появляются зачатки новых молодых побегов, которые вырастают к октябрю.

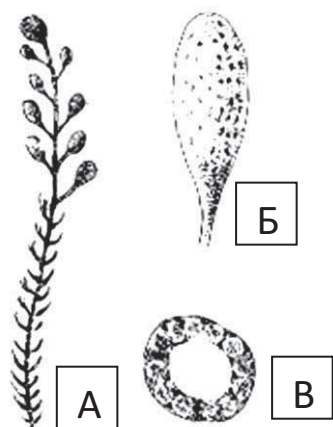
Обитает в верхней сублиторали до глубины 3 - 5 м, на каменистом, скалистом или песчаном с вкраплениями камней и ракушек грунтах. Образует небольшие чистые поселения или входит в состав смешанных зарослей.

Низкобореально-субтропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в южных районах побережья Приморья (Японском море).

Подписи к рисункам

- 1, 2. Внешний вид зимнего и весеннего слоевищ *Coccophora langsдорфii*
3. Фитоценоз морской травы *Zostera marina* с куртинами *Coccophora langsдорфii* на илисто - песчаном грунте
4. Фертильные побеги *Коккофоры Лангсдорфа*
5. Фертильная веточка (А), рецептатул (Б), поперечный срез рецептатула с концептакулами (В) *коккофоры* (по: Морские водоросли, 2001)
6. Фитоценоз *C. langsдорфii* и *U. fenestrata* на каменистой верхней сублиторали



5



6



Порядок **Fucales**

Семейство **Sargassaceae**

Cystoseira crassipes (Turn.) Ag.

Цистозира толстоногая

Слоевище кустистое грубое до 3-5 м длины, светло- или темно-оливкового цвета. Осевой побег цилиндрический. Основания ветвей утолщены и отходят от осевого побега пучком. В нижней части слоевища развиваются крупные кожистые филлоиды, в верхней – воздушные пузыри и мелкие веточки. Воздушные пузыри с перетяжками (2-3 до 5). Прикрепляется к грунту конусовидной подошвой.

Продолжительность вегетации не установлена. Активный рост наблюдается в осенне-зимний период. Цикл развития моногенетический. Слоевища однополые. Рецептакулы с концептакулами образуются в апреле на верхушках конечных веточек. В женских концептакулах образуются оогонии, в мужских – антеридии. Период размножения с июня по август.

Обитает на глубине от 2 до 10-15 м, на камнях и скалах. На мелководье встречаются одиночные слоевища 15-50 см высоты. Служит субстратом для прикрепления икры моллюсков и рыб.

Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Имеет хорошие вкусовые качества. Используется в пищу в России на о. Сахалин под названием "морской виноград". В Японии известна как источник антибактериальных веществ. Промысловый вид.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевища *Cystoseira crassipes* (уменьш.)
2. Подошва и утолщенная нижняя часть ствола *Цистозир толстоногой*
3. Воздушные пузыри на верхних ветвях слоевища *цистозир*
4. Часть слоевища *Ц. толстоногой* с рецептакулами
5. Поперечный срез женского рецептакула с концептакулами (ув. 20^x)
6. *Ц. толстоногая* в выбросах б. Анна (Уссурийский залив)
7. Циклоспоровые (*коккофора*, *цистозира*) в зарослях *Зостеры морской*
8. Эпифит *коилодесме* на верхних ветвях *Ц. толстоногой*



1



2



3



4



5



6



7



8



Порядок **Fucales**

Семейство **Fucaceae**

Fucus evanescens Ag.

Фукус исчезающий

Слоевище кустистое кожистое дихотомически разветвленное в одной плоскости, 10-25 см высоты, темно-бурого, почти черного цвета. Ветви плоские 0,4-0,8 см ширины, с хорошо выраженным средним ребром. В период созревания на верхушках ветвей возникают рецептакулы в виде раздвоенных вздутий 3-6 см длины и 0,5-1,3 см ширины. Стволик вальковатый, оканчивающийся подошвой.

Многолетняя, вегетирует предположительно до 5-6 лет. Активный рост происходит весной и осенью. Цикл развития моногенетический. Концептакулы однодомные, развиваются на рецептакулах в июне – начале августа. К концу августа споры рассеиваются и слоевища начинают разрушаться. Нижняя часть слоевища зимует.

Обитает на литорали и по верхней кромке сублиторали на каменистом и скалистом грунте. Встречается в литоральных ваннах. Образует самостоятельные или смешанные заросли. Характеризуется высокой экологической пластичностью.

Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в северных районах побережья.

Используются для производства пищевых добавок, удобрений, в косметике. Из *F. evanescens* в Японии получают фукоидан.

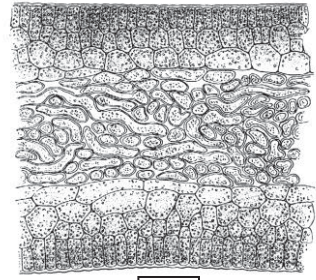
Примечание. Различные виды рода *Fucus* представлены у берегов всех континентов. Сокращение литоральных зарослей фукусовых связано с загрязнением поверхностных прибрежных вод тяжёлыми металлами.

Подписи к рисункам

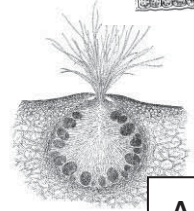
1. Слоевище *Fucus evanescens*
2. Поперечный срез слоевища фукуса (по: Oltmanns, 1922)
3. Женский (А) и мужской (Б) концептакулы фукуса (по: Oltmanns, 1922)
4. Верхняя часть слоевища Фукуса исчезающего с рецептакулами
5. Заросли Ф. исчезающего на камнях литорали (по: Растения мира, 1979)
6. Ф. исчезающий в смешанных зарослях водорослей - макрофитов б. Киевка
7. Литоральная ванна с поселением Ф. исчезающего



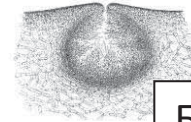
1



2



A



Б

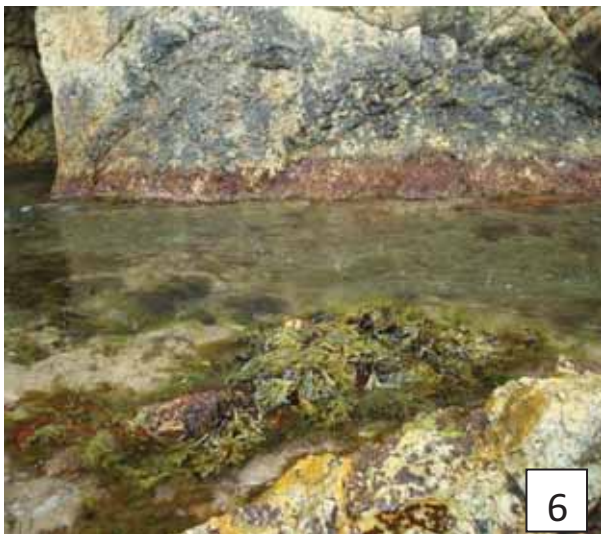
3



4



5



6



7



Порядок **Fucales**

Семейство **Fucaceae**

Silvetia babingtonii (Harv.) Ser., Cho, Boo et Braw.

Сильвеция Бабингтона

Слоевище плотное в виде распростертых на камнях кустиков 15-20 см длины, от оливкового до темно-бурого цвета. Ветвление дихотомическое. Ветви уплощенные, без ребра, располагаются в одной плоскости. На ветвях выступают удлинено-овальные пузыри с длинной вильчатой верхушкой - рецептакулы. Стволик короткий, цилиндрический с конусовидной подошвой.

Водоросль предположительно многолетняя. Активный рост происходит весной и осенью. Цикл развития моногенетический. Рецептакулы появляются с апреля по ноябрь. Концептакулы двудомные. В женских развиваются оогонии, в мужских антеридии. Нижняя часть слоевища зимует.

Обитает на литорали и в сублиторальной кайме на каменистом и скалистом грунтах. Встречается в открытых литоральных ваннах и на каменистых мысах. Образует самостоятельные или смешанные с другими видами водорослей заросли. Осенью слоевища обрастают мшанками и гидроидами.

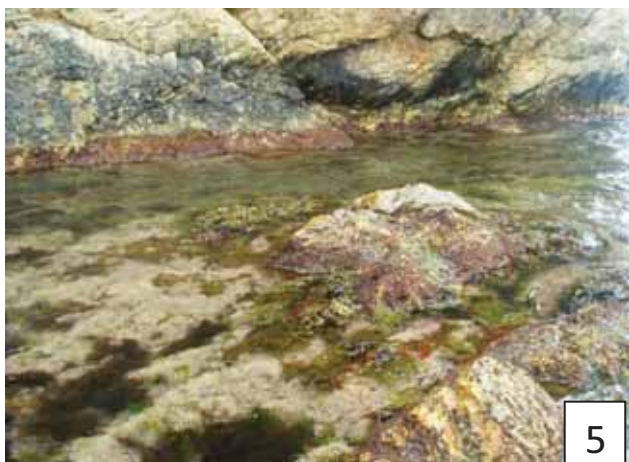
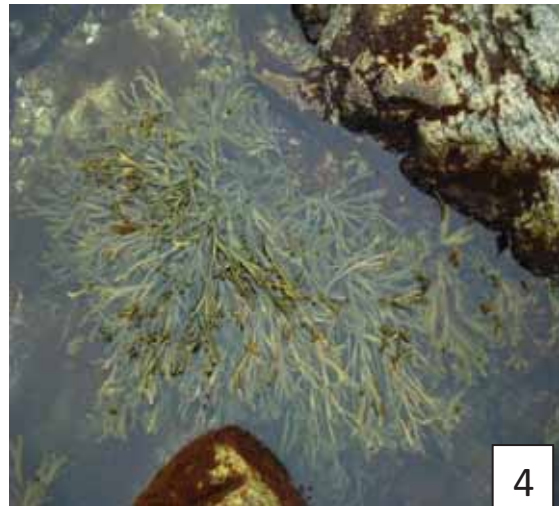
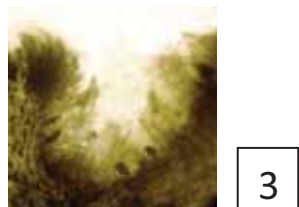
Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин, Курильские острова.

Используется в Корее в качестве приправы. Является перспективным сырьем для получения пищевых и кормовых добавок.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Silvetia babingtonii*
2. Рецептакулы на верхних веточках *С. Бабингтона*
3. Поперечный срез женского концептакула с оогониями (ув. 20^x)
4. Куртина *Сильвеции Бабингтона* в литоральной ванне
- 5, 6. *С. Бабингтона* в поселении водорослей-макрофитов южного Приморья (б. Киевка)
7. Пояс *С. Бабингтона* по верхнему уровню литорали на вертикальных скалах
8. *С. Бабингтона* в литоральной ванне



ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 7:

- Растения мира.** Приложение к газете "Асахи". Еженедельник. Водоросли. 1979. № 113-115.
- Oltmanns F.** Morphologie und Biologie der Algen. Zweite Aufl., Jena, 1922. Bd 2. 439 p.
- Жизнь растений.** Т. 3 Водоросли, лишайники. М.: Просвещение. 1977. 487 с.
- Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С.** Современная ботаника. Т. 1. М. Мир. 1990. 348 с.
- Lane, C.E., Mayes, C., Druehl, L.D. & Saunders, G.W.** A multi-gene molecular investigation of the kelp (Laminariales, Phaeophyceae) supports substantial taxonomic re-organization // *Journal of Phycology*. 2006. 42: 493-512.
- Smith G.M.** Cryptogamic Botany. Vol. 1. Algae and Fungi. N.Y. London: McGraw-hill Book Company, 1938. P. 1-350.
- Морские водоросли.** Муниципальный музей г. Ибараки. 2001. 64 с.
- <http://www.seaweeds of Alaska>**

Отдел
КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ
(RHODOPHYTA)



ГЛАВА 8. КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ, ИЛИ БАГРЯНКИ (RHODOPHYTA)

Багрянки – это довольно многочисленная группа ярких, красивых, порой весьма причудливой формы водорослей. Чрезвычайно разнообразную окраску – от светло-розовой и розовато-сиреневой до темно-малиновой и почти черной-обуславливают различные сочетания и концентрации пигментов. В отличие от зеленых и бурых водорослей в клетках багрянок помимо хлорофиллов а и d и каротиноидов содержатся билипротеины – фикоэритрин (красный), фикоцианин (синий), которые встречаются еще у цианобактерий и криптофитовых водорослей. Билипротеины выполняют функцию светосбора и передачи поглощенной солнечной энергии основному пигменту фотосинтеза – хлорофиллу. Благодаря наличию основных пигментов, фотосинтез у красных водорослей возможен в широком диапазоне освещенности на больших глубинах, чем у зеленых и бурых. Запасные вещества багрянок – глюкоаны, по строению более близкие к гликогену, чем к крахмалу высших цветковых растений. В состав клеточных стенок входят и специфичные полисахариды-галактаны (агар, каррагинан). Другая характерная черта багрянок, отличающая их от остальных водорослей и сближающая с цианобактериями (или цианофитами, в недавнем прошлом сине-зелеными водорослями), – полное отсутствие подвижных жгутиковых форм. К слабому амебоидному движению способны лишь одноклеточные водоросли рода *Porphyridium*, **спермации** некоторых видов красных водорослей и споры бесполого размножения (моноспоры, тетраспоры), пока они еще не покрыты плотной оболочкой. Исключительно своеобразно у багрянок и строение женской репродуктивной системы – **карпогона**, очень сложно протекает развитие зиготы после оплодотворения карпогона, многообразны циклы развития.

Форма слоевищ красных водорослей крайне причудлива и разнообразна. Размеры талломов варьируют в значительных пределах – от долей миллиметра до 1 м длины, хотя изредка, как исключение, их длина может

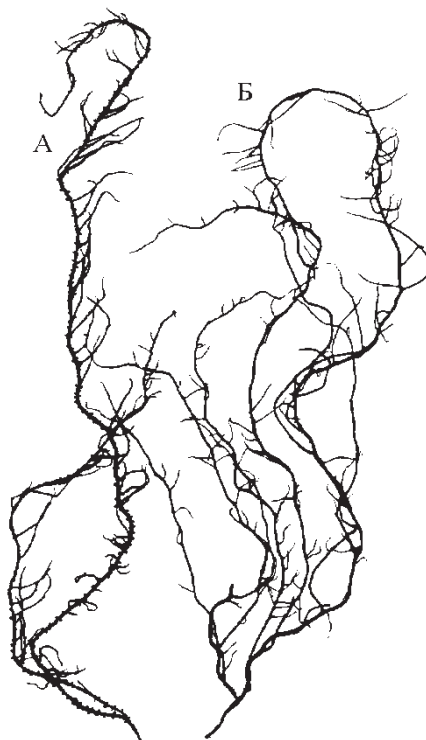


Рис. 89. *Грацилярия южноприморская*:
А – карпоспорофит,
Б – тетраспорофит.

превышать три метра, как, например, слоевища *грацилярии южноприморской* (*Gracilaria austramaritima*) (рис. 89). из устья р. Раздольной в Амурском заливе Японского моря Чаще же это кусты, пластины или нити 20-40 см высоты самой разнообразной формы и ветвления (рис. 90).

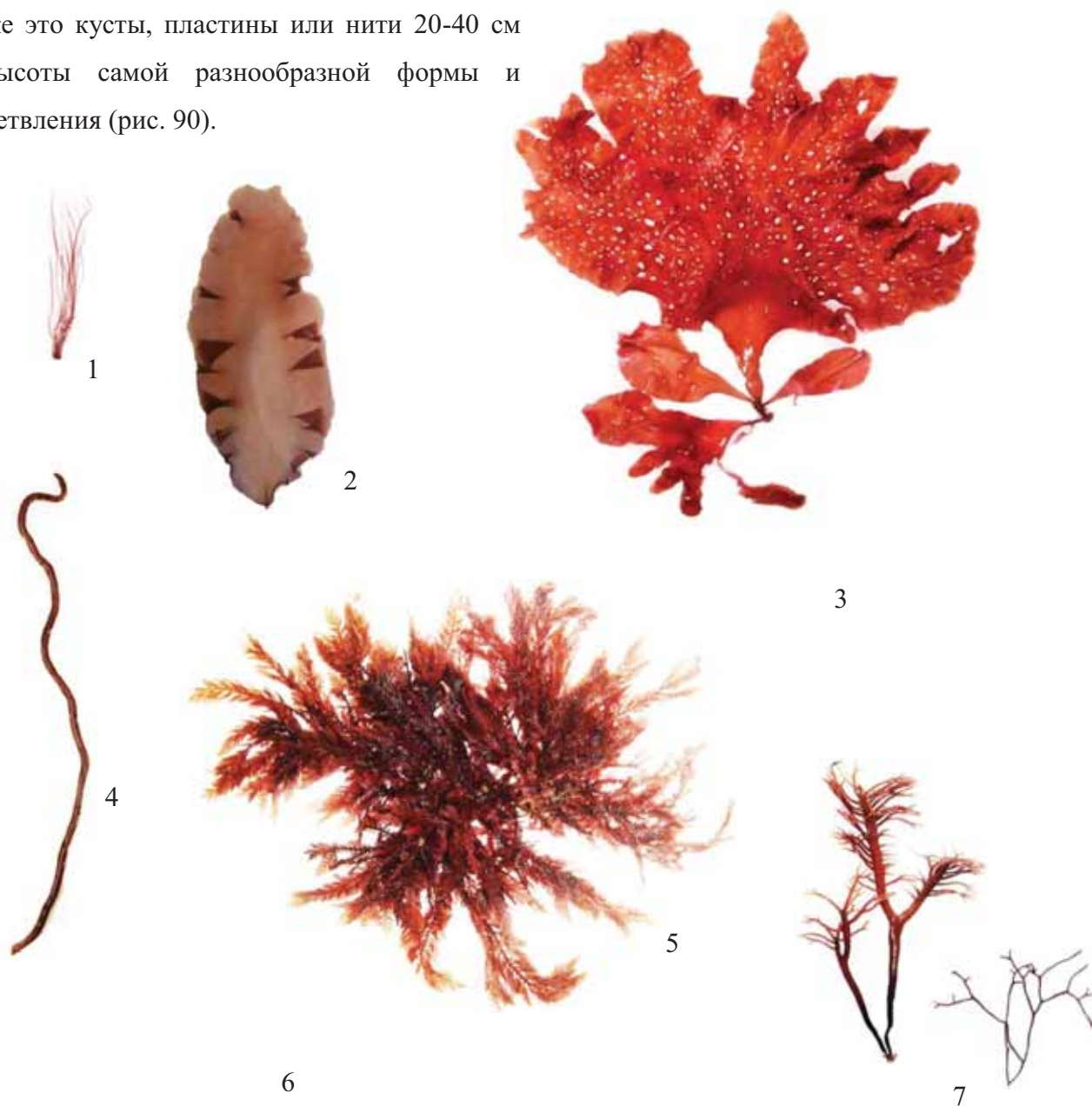


Рис. 90. Красные водоросли: 1 – *Бангия* темно – пурпурная, 2 – *Порфира* ложнолинейная, 3 – *Спарлингия* продырявленная, 4 – *Немалион* червевидный, 5 – *Птилота* папоротниковидная, 6 – *Анфельция* тобучинская, 7 – *Хондрус* перистый.

Встречаются пластины цельнокрайние или рассеченные, с различными выростами по краю – **пролификациями**, повторяющими форму материнского слоевища, или небольшими выростами на поверхности – **папиллами** (рис. 6). Папиллы иногда бывают плодущими, то есть несут органы размножения, например, у видов рода *мастокарпус*. Пластины часто пронизаны "жилками" или "нервами" (*делессериевые*), проходящими вдоль пластин и их ответвлений (рис. 91).

Более просто устроены слоевища низших багрянок класса багриевых. Среди них встречаются пластинчатые, нитчатые и изредка одноклеточные формы, образующие бесформенные колонии, объединенные общей слизью (*порфиридиум*), или колонии нитчатой формы (*гониотрихум*). Рост у них, даже у более продвинутых, имеющих одно – или двуслойные пластины, диффузный, то есть происходит за счет деления всех клеток слоевища (*порфира*).



Рис. 91. Жилкование слоевища делессериевых.

Багрянки класса флоридей – многоклеточные организмы, в основе их строения лежит система разветвленных клеточных нитей. Более простые представители имеют систему однорядных клеточных нитей (*трайлиелла*, *антитамнион*). Постепенно усложняясь и разветвляясь, нити превращаются в рыхлые слизистые шнуры (*немалион*), а на более высокой ступени организации и морфологической дифференциации багрянок слоевища разрастаются в толщину, уплотняются, на них появляется кора, клетки которой окрашены и несут ассимиляционную функцию в отличие от сердцевины – внутренних более крупных клеток, не имеющих пигментов (рис. 92). Различают два типа структуры слоевищ флоридей – **одноосевой** и **многоосевой**. Многоосевой еще называют **фонтанным**, так как центральная часть слоевища состоит из пучка параллельно идущих нитей, ответвления которых отклоняются к периферии (*анфельция*), наподобие струй фонтана. Каждая нить растет своей апикальной (верхушечной) клеткой, в результате на вершук многоосевого слоевища образуется настоящий конус из делящихся клеток, подобный конусу нарастания высших растений. Такое образование можно увидеть только на продольном срезе багрянок, имеющих многоосевой тип строения. Оно было изучено при исследовании представителей рода *Ahnfeltia* и названо **мелкоклеточным конусом**. Мелкоклеточные конусы в слоевищах *анфельции* имеются не только на вершинках ветвей, но встречаются

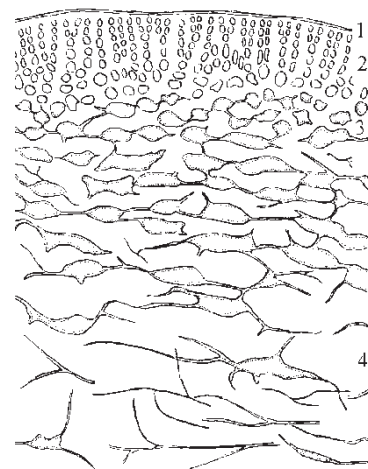


Рис. 92. Анатомическая структура высших багрянок (*мастокарпус охотский*).

1 – эпидермис, 2 – кора,
3 – подкоровый слой,
4 – сердцевина.

на всем протяжении таллома как следы остановки роста в длину после диапаузы (рис. 93). Мелкоклеточные конусы характерны и для других представителей рода *анфельции*.

Рост в длину багрянок с одноосевым типом строения происходит в результате деления единственной меристематической клетки, расположенной на вершине слоевища и его ветвей (делессериевые). В росте слоевищ красных водорослей в толщину участвует особая меристема – слой активно делящихся клеток, расположенных на поверхности коры (меристодерма), которая образована апикальными клетками веточек, отчленившихся от осевой нити.

Тип строения объединяет крупные таксономические группы водорослей (порядки), но он проявляется не у всех представителей порядка, то есть даже такой признак, как тип строения слоевища, не является надежным для таксономического деления багрянок, как считалось в прежние годы.

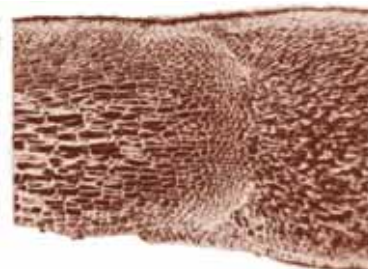


Рис. 93. Мелкоклеточный конус *анфельции* на продольном срезе слоевища.

Для багрянок, как и для других водорослей – макрофитов, характерны три вида размножения: вегетативное, бесполое и половое. *Вегетативное* — это размножение фрагментами слоевища или путем образования дополнительных побегов, возникающих от подошвы (базального диска), или посредством стелющихся ветвей. Некоторые наиболее примитивные представители багрянок класса бангиевых размножаются только вегетативно. *Бесполое* размножение осуществляется посредством спор бесполого размножения - **моноспор** или **тетраспор**. У представителей класса бангиевых бесполое размножение происходит моноспорами, которые образуются по одной в клетке. Моноспоры отличаются от вегетативных клеток более интенсивной окраской. У более высокоорганизованных багрянок класса флоридей бесполое размножение происходит изредка с помощью моноспор, но чаще – тетраспорами, которые образуются по четыре в **тетраспорангиях**. Тетраспорангии бывают крестообразно, зонально или тетраэдрически поделенными (рис. 8). Способ деления тетраспорангиев сложился в процессе эволюции и является таксономическим признаком, равно как и место образования спор на слоевище. Тетраспорангии могут развиваться поодиночке на поверхности слоевища или в коре, а также на вершинах специальных веточек. Они могут развиваться группами внутри слоевища под корой или на поверхности, образуя **сорусы** или **нематении**. Все бесполое споры багрянок лишены оболочек, некоторые способны к амебоидному движению. После выхода из спорангия они вскоре одеваются оболочкой, оседают на грунт и прорастают в новую фазу развития - **гаметофит**, на котором путем обычного митоза образуются органы полового размножения – **гаметангии** с развивающимися в них **гаметами**. *Половое*

размножение у всех красных водорослей – **родогамия**. Гаметы неподвижны, так как лишены жгутиков. Оплодотворение происходит на женском гаметофите, к которому мужские гаметы – **спермации** - приносятся пассивно током воды, хотя они и обладают слабым амебоидным движением. Спермации образуются по одному в специальных клетках – **сперматангиях**. У бангиевых материнской клеткой сперматангиев может стать любая клетка слоевища, которая многократно делится, давая 32-128 мелких клеток, каждая из которых становится спермацием. У флоридеевых сперматангии образуются на поверхности коры, часто на концах специальных веточек, и обычно собраны в сорусы, нематении или погружены глубоко в кору (*грацилярия бородавчатая*), или в специальныеместилища – **концептакулы** (кораллиновые) (рис. 94).

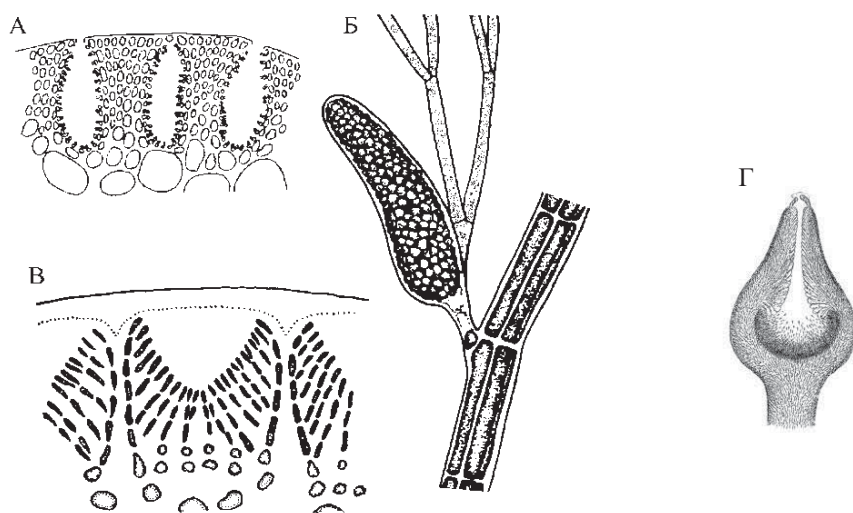


Рис. 94. Сперматангии багрянок. А – *грацилярия* (по: Dawson, 1966), Б – *полисифония*, В – *филлофора* (по: Kylin, 1937), Г – *кораллина* (по: Oltmanns, 1922).

Женский орган полового багрянок – **оогоний** называется также **карпогоном**. Карпогон – это особая клетка, заполненная густым содержимым, в нижней расширенной части которой заключено ядро, а верхняя часть вытянута в специальный вырост – **трихогину**, служащий для улавливания спермациев. У бангиевых трихогина не развита или слабо выражена. У флоридей карпогон чаще развивается как конечная клетка специальной короткой клеточной нити, которая называется **карпогонной ветвью** (рис. 95).

Число клеток карпогонной ветви у многих видов небольшое – 3-5 клеток и у некоторых таксонов постоянное, у других же карпогонная ветвь многоклеточная и число клеток непостоянно, что затрудняет использование этого признака в таксономии.

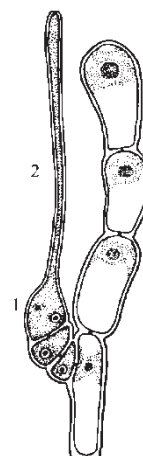


Рис. 95. Карпогонная ветвь. 1 – карпогон, 2 – трихогина (по: Kylin, 1937).

После слияния ядер карпогона и спермация **зигота** обычно без периода покоя начинает прорастать. У бангиевых превращения зиготы происходят весьма просто – оплодотворенный карпогон делится митотически, образуя 4-32 **карпоспоры**. У

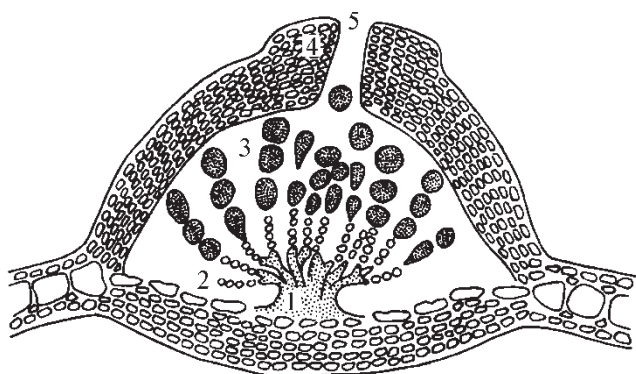


Рис. 96. Структура цистокарпа (*нинбургия*): 1 – плацента, 2 – нити гонимобласта, 3 – карпоспорангии, 4 – перикарп, 5 – остиоль.

флоридеевых после оплодотворения карпогона карпоспоры образуются очень сложным путем. В простейших случаях от оплодотворенного карпогона отрастают специальные выросты – нити **гонимобласта**, на концах которых развиваются **карпоспорангии**, дающие по одной карпоспоре. Так происходит у более простых флоридей в порядках немалиевых и гелидиевых. У более

сложно организованных багрянок оплодотворенный карпогон дает выросты, которые, прорастая внутри слоевища, встречаются со специальными нитями (питающими или ауксиллярными), их ядра сливаются и только после этого от образовавшейся **плаценты** развивается пучок нитей гонимобласта, на верхней части которых развиваются нити гонимобласта. Нити гонимобласта, развиваясь и разрастаясь, покрываются специальной оболочкой – **перикарпом**. Этот комплекс – нити гонимобласта с карпоспорангиями в которых находятся диплоидные карпоспоры, плацента, перикарп – называется **цистокарпом** (рис. 96). Многие ученые считают цистокарп третьей фазой в цикле развития багрянок – **карпоспорофитом**, который является не свободноживущей формой, а ведет паразитический образ жизни на женском гаметофите (рис. 97), поскольку оплодотворение карпогона происходит на женском гаметофите. У некоторых багрянок карпоспорофиты могут возникать **апомиктически**, то есть без оплодотворения (*мастокарпус охотский*).



Рис. 97. Карпоспорофиты на женском гаметофите *грацилярии бородавчатой*. Ув. 10^x

Цистокарпы – это достаточно крупные видимые невооруженным глазом плотные выпуклые образования на поверхности или внутри слоевища. Они достигают 0,5-2 мм в диаметре и могут иметь на вершине устье для выхода

карпоспор – **остиоль**. В цистокарпе все клетки (нити гонимобласта, плацента, от которой эти нити отходят, покровы гонимобласта) имеют диплоидный набор хромосом.

Итак, в цикле развития флоридей чередуются:

1. Диплоидный спорофит, на котором происходит редукционное деление при образовании спор бесполого размножения;
2. Гаплоидный гаметофит мужской и женский;
3. Паразитический диплоидный карпоспорофит, который развивается на женском гаметофите.

Широко известны и чаще встречаются дифазные и трехфазные циклы развития багрянок. наиболее простой – *д и ф а з н ы й ц и к л*, в котором последовательно чередуются гаметофит и спорофит (*немалион*). Однако и этот наиболее простой тип прост только морфологически. Цитологически же (или кариологически) и здесь имеются свои сложности и вариации: гаплоидный гаметофит чередуется с гаплоидным же спорофитом или гаплоидный гаметофит чередуется с диплоидным спорофитом.

Более сложный – *т р е х ф а з н ы й ц и к л*, в котором последовательно чередуются гаплоидный гаметофит, диплоидный карпоспорофит и диплоидный тетраспорофит. В этом случае также существует масса вариаций, однако все иные типы считаются производными от так называемого *Полисифония*-типа (рис. 98). Этот тип был впервые изучен на одном из видов рода *Polysiphonia*. Затем, когда при изучении жизненных циклов других багрянок обнаружили различные вариации, ученые попытались найти между ними эволюционные связи. Был предложен **анцестральный** (исходный) тип развития, который в природе не существует и является гипотетическим (Feldmann, 1952). В нем предполагаются независимо существующие морфологически идентичные гаплоидный гаметофит, диплоидный карпоспорофит и диплоидный тетраспорофит – три морфологические и две цитологические фазы. Если карпоспорофит теряет независимость и паразитирует на женском гаметофите, а гаметофит и тетраспорофит морфологически идентичны, сохраняют форму и независимость – это и есть *Полисифония*-тип. Этот тип является наиболее распространенным среди ныне живущих красных водорослей (*полисифония*, *грацилярия* и другие багрянки). Это **и з о м о р ф н ы й** тип. Существует и **г е т е р о м о р ф н ы й** тип развития, у которого карпоспорофит также является паразитом гаметофита, как и у *Полисифония*-типа, а тетраспорофит редуцирован, обычно меньше гаметофита и иной формы (*глойосифония*, *гигартина*, *турнерелла*). В каждом типе жизненного цикла существуют различные вариации. Среди багрянок даже есть виды, у которых представлены только гаметофит и карпоспорофит, при этом карпоспорофит паразитирует (немалиевые).

от водных потоков. Особенно сильна отрицательная роль неподвижности гамет в стоячей воде. Таким образом, сложные циклы красных водорослей, в которых от одного оплодотворения может возникнуть один или несколько цистокарпов (карпоспорофитная диплоидная фаза развития) с несколькими сотнями и даже тысячами диплоидных карпоспор – компенсаторная адаптация (Searles, 1980) на низкую степень оплодотворения, которая обеспечивает выживание и умножение диплоидных спор с двойной (материнской и отцовской) наследственностью. Некоторые виды багрянок могут чередовать свои морфологические фазы жизненных циклов в зависимости от условий среды, что было подтверждено и в экспериментах с управляемой культурой (Chichara, 1975). Отсюда следует, что жизненный цикл далеко не всегда постоянная характеристика для красных водорослей и на него далеко не всегда можно опереться при таксономическом изучении и решении вопросов классификации.

Красные водоросли распространены чрезвычайно широко. Как правило, это типичные морские обитатели, хотя изредка некоторые довольно примитивные представители встречаются в пресных водах (*батрахоспермум*) или на почве во влажных местах (*порфиридиум*).

В морях багрянки распространены от тропиков до полюсов (рис. 99).



Рис. 99. Массовые выбросы красных водорослей в зал. Петра Великого (б. Устинова), Японское море.

Расселяются красные водоросли на разных глубинах – от 0 до 40 м, но в прозрачных водах встречаются и до 100-200 м, благодаря наличию пигментов, которые позволяют использовать для фотосинтеза гораздо более широкую часть спектра. Поселяются они на твердых неподвижных грунтах, но некоторые обитают как эпифиты, эндофиты и паразиты. Среди красных водорослей эпифитирование это столь же широкое явление, как и среди зеленых и бурых. Эпифитами могут быть различные виды рода *Porphyra* и огромное число более высокоразвитых багрянок, среди которых: *Antithamnion defectum*, *Campylaeophora crassa*, *Campylaeophora hypnaeoides*, *Ceramium japonicum*, *Ceramium kondoi*, *Dumontia contorta*, *Laurencia pinnata*, *Lomentaria hakodatensis*, *Neoptilota asplenoides*, *Nienburgia angusta*, *Polysiphonia japonica*, *Pterosiphonia bipinnata*, *Symphyocladia latiuscula* и другие.

Эндифиты и паразиты имеют сильно редуцированное слоевище. Паразиты часто в систематическом отношении близки к хозяевам, хотя здесь же рядом растет масса других неродственных видов – бурых, зеленых, красных, на которых эти паразитические багрянки могли бы поселиться. Причины такого необычного явления, называемого **адельфопаразитированием** (Feldmann, 1952), не выяснены.

По разным источникам, на сегодняшний день существует от 5000 до 10000 видов красных водорослей. Практически все они относятся к морским обитателям. Современная система красных водорослей основывается на исследованиях крупного шведского ученого Х. Кюлина. В целом ее принимают все фиконологи. Принцип построения классификации багрянок основывается на строении женских репродуктивных органов и особенностях развития гонимобласта. По этим признакам все красные водоросли делятся на 2 класса – *Бангиевые* и *Флоридеевые*. Класс *Бангиевых* небольшой по объему, в прежние годы в нем выделяли 6 порядков (Жизнь раст., 1977), а в настоящее время класс сведен в один порядок - *Bangiales*. Некоторые современные исследователи на основании генетических методов в классе *Флоридиевых* выделяют дополнительно таксономические уровни, такие, как подклассы, подсемейства, трибы.

Класс **Bangiophyceae**

Порядок **Bangiales**

Семейство **Bangiaceae**

Bangia atropurpurea (Mert. ex Roth) Ag. - *Бангия темно-пурпурная*

Porphyra variegata (Kjellm.) Hus. - *Порфира пестрая*

Porphyra seriata Kjellm. - *Порфира серийная*

Porphyra pseudolinearis Ueda - *Порфира ложнолинейная*

Класс **Florideophyceae**

Порядок **Nemaliales**

Семейство **Liagoraceae**

Nemalion vermiculare Sur. - *Немалион червевидный*

Порядок **Corallinales**

Семейство **Harpalidiaceae**

Lithothamnion phymatodeum Foslie - *Литотамнион бородавчатый*

Clathromorphum compactum (Kjellm.) Foslie - *Клатроморфум плотный*

Семейство **Corallinaceae**

Corallina officinalis L. - *Кораллина лекарственная*

Corallina pilulifera P. et R. - *Кораллина шариконосная*

Bossiella cretacea (P. et R.) Johansen - *Боссиелла меловая*

Bossiella compressa Kloczc. - *Боссиелла сдавленная*

Порядок **Ahnfeltiales**

Семейство **Ahnfeltiaceae**

Ahnfeltia tobuchiensis (Kanno et Matsub.) Mak. - *Анфельция тобучинская*

Порядок **Palmariales**

Семейство **Palmariaceae**

Palmaria stenogona (Perest.) Perest - *Пальмария узкоугольная*

Devaleraea microspora (Rupr.) Seliv. et Kloczc. - *Девалерея микроспоровая*

Halosaccion yendoi (I. K. Lee) Guiry - *Халосакцион Йендо*

Порядок **Gracilariales**

Семейство **Gracilariaceae**

Gracilaria austramaritima Przhem. - *Грацилярия южноприморская*

Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenf. - *Грацилярия бородавчатая*

Порядок **Gelidiales**

Семейство **Gelidiaceae**

Gelidium vagum Okam. - *Гелидиум беспорядочный*

Порядок **Gigartinales**

Семейство **Dumontiaceae**

Hyalosiphonia caespitosa Okam. - *Хиалосифония дернинная*

Masudaphycus irregularis (Yam.) Lindsr. - *Масудафикус неправильный*

Neodilsea yendoana Tokida - *Неодилсея Йендо*

Семейство **Gloiosiphoniaceae**

Gloiosiphonia capillaris (Huds.) Carm. - *Глойосифония волосовидная*

Семейство **Tichocarpaceae**

Tichocarpus crinitus (Gmel.) Rupr. - *Тихокарпус косматый*

Семейство **Endocladaceae**

Gloiopeltis furcata (P. et R.) J. Ag. - *Глойопелтис вильчатый*

Семейство **Halymeniaceae**

Grateloupia divaricata Okam. - *Грателупия растопыренная*

Grateloupia turuturu Yam. - *Грателупия туруттуру*

Семейство **Kallymeniaceae**

Callophyllis rhynchocarpa Rupr. - *Каллофиллис клювоплодный*

Семейство **Furcellariaceae**

Turnerella mertensiana (P. et R.) Schmitz – *Турнерелла Мертенса*

Семейство **Gigartinaceae**

Mazzaella cornucopiae (P. et R.) Hommers. - *Мазелла изобильная*

Mazzaella japonica (Mikami) Hommers. - *Мазелла японская*

Chondrus armatus (Harv.) Okam. - *Хондрус шиловатый*

Chondrus pinnulatus (Harv.) Okam. - *Хондрус перистый*

Семейство **Phyllophoraceae**

Mastocarpus pacificus (Kjellm.) Perest. - *Мастокарпус тихоокеанский*

Phyllophora orientalis A. Zin. et Mak. - *Филлофора восточная*

Ahnfeltiopsis flabelliformis (Harv.) Masuda - *Анфельтиопсис веерообразный*

Порядок **Rhodymeniales**

Семейство **Rhodymeniaceae**

Chrysymenia wrightii (Harv.) Yam. - *Хризимения Райта*

Sparlingia pertusa (P. et R.) Saund., Strach. et Kraft - **Спарлингия
продырявленная**

Семейство **Lomentariaceae**

Lomentaria hakodatensis Yendo - **Ломентария хакодатская**

Порядок **Ceramiales**

Семейство **Ceramiaceae**

Ceramium japonicum Okam. - **Церамиум японский**

Ceramium kondoi Yendo - **Церамиум Кондо**

Campylaephora hypnaeoides J. Ag. - **Кампилефора гипнеевидная**

Семейство **Wrangeliaceae**

Ptilota filicina J. Ag. - **Птилота папоротниковидная**

Ptilota phacelocarpoides A. Zin. - **Птилота фацелокарповидная**

Семейство **Delesseriaceae**

Tokidadendron bullatum (Gardn.) Wynne - **Токидадендрон пузырчатый**

Neohypophyllum middendorffii (Rupr.) Wynne - **Неогипофиллум Миддендорфа**

Congregatocarpus pacificus (Yamada) Mikami - **Конгрегатокарпус
тихоокеанский**

Delesseria serrulata Harv. - **Делессерия мелкопильчатая**

Phycodrys riggii Gardn. - **Фикодрис Ригги**

Phycodrys vinogradovae Perest. et Guss. - **Фикодрис Виноградовой**

Nienburgia angusta A. Zin. - **Нинбургия узкая**

Hideophyllum yezoense (Yam. et Tok.) A. Zin. - **Хидеофиллум йезоенский**

Семейство **Dasyaceae**

Dasya sessilis Yamada - **Дазия сидячая**

Семейство **Rhodomelaceae**

Polysiphonia japonica Harv. - **Полисифония японская**

Polysiphonia morrowii Harv. - **Полисифония Морроу**

Pterosiphonia bipinnata (P. et R.) Falkenb. - **Птеросифония двуперистая**

Odonthalia corymbifera (Gmel.) J. Ag. - **Одонтоалия щитконосная**

Odonthalia ochotensis (Rupr.) J. Ag. - **Одонтоалия охотская**

Neorhodomela larix (Turn.) Masuda - **Неородомела лиственничная**

Neorhodomela teres (Perest.) Perest. - **Неородомела вальковатая**

Laurencia nipponica Yamada - **Лорансия ниппонская**

Chondria dasyphylla (Wood.) Ag. - **Хондрия густолистная**



Порядок **Bangiales**

Семейство **Bangiaceae**

Bangia atropurpurea (Mert. ex Roth) Ag.

Бангия темно - пурпурная

Слоевище нитевидное неразветвленное, до 12-14 см длины. Цвет красный или бордовый, при подсыхании переходящий иногда в фиолетово-черный. На ранних стадиях развития нити однорядные, позднее в результате продольного деления клеток становятся многорядными. Верхняя клетка нити всегда сохраняет функцию апикальной меристемы. При отодвигании отделившихся клеток вниз они начинают делиться продольными перегородками, количество которых возрастает, по мере удаления, от вершины слоевища приобретая многорядность в структуре нити. Прикрепляется к субстрату длинными, избегающими ризоидальными отростками, отходящими от базальных клеток.

Вегетирует и размножается в холодное время года с октября по апрель. Органы размножения появляются с января по апрель. Слоевище двудомное. Цикл развития гетероморфный. Спорофит микроскопический. Споры бесполого размножения (моноспоры) развиваются в одногнездных спорангиях. Карпогонии и спермации могут образовываться практически из всех вегетативных клеток слоевища.

Обитает на отвесных поверхностях скал и камней в зоне заплеска волн супралиторали, а также на литорали открытых участков побережья. Часто встречается в сообществе зеленых водорослей – обитателей супралиторали и верхней литорали.

Широкобореальный амфибореальный тихоокеанско-атлантический вид.

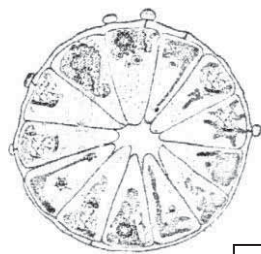
На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевища *Bangia atropurpurea*
2. Поперечный срез нижней многорядной части нити (по: Kylin, 1937)
3. *Бангия темно - пурпурная* на камнях нижней литорали (по: Растения мира, 1979)
4. Нити *Б. темно - пурпурной* (ув. 10^x)
5. Фрагмент однорядной нити (ув. 20^x)
6. Супралиторальный фитоценоз *bangia – urospora - blidingia* в апреле в б. Устинова
7. Поселение *Б. темно - пурпурной* на каменистой супралиторали (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)



1



2



3



4



5



6



7



Порядок **Bangiales**

Семейство **Bangiaceae**

Porphyra pseudolinearis Ueda

Порфира ложнолинейная

Слоевище пластинчатое однослойное 10-18 см длины 2-6 см ширины. Пластина удлинненно-линейной формы, изредка овальная с волнистыми краями, серо-фиолетового или розовато-серого цвета. Поверхность пластины гладкая, матовая. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует с марта по август. Спорофит микроскопический, нитчатый. Гаметофит пластинчатый. Слоевища одно- или двудомные. Органы размножения появляются в июле - августе на разных половинах пластины. Участки с карпогониями розово - фиолетовые, со сперматангиями – бледно-желтые. Закладываются на разных половинах одной и той же пластины.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 2-3 м на каменистом грунте у прибойных участков побережья. Образует скученные поселения или пояса на отвесных поверхностях скал. Встречается как эпифит крупных водорослей в частности *Chorda filum*. На слоевище хозяина образует плотные поселения.

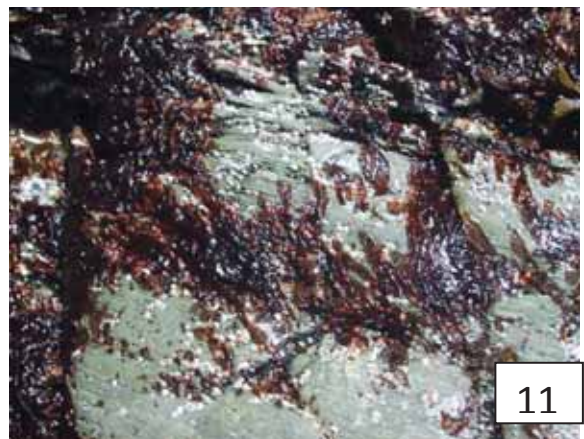
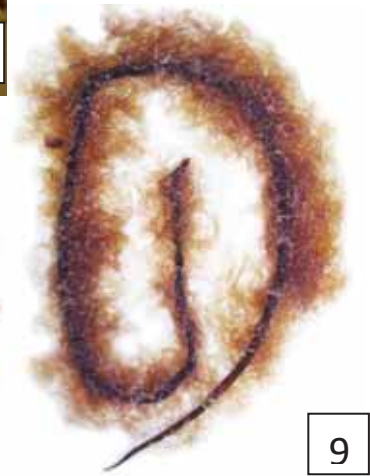
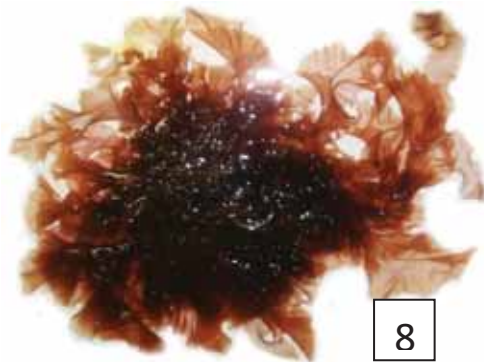
Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

В Японии представители этого рода широко используются в пищу под названием "нори". Источник витаминов группы *B*. Объект культивирования в странах юго-восточной Азии.

Подписи к рисункам

- 1 – 6. *Porphyra pseudolinearis* – внешний вид слоевищ
7. Поперечный срез слоевища (ув. 10^x)
8. Куртина *Порфиры* ложнолинейной
9. Поселение *Porphyra pseudolinearis* на слоевище *Chorda filum*
10. Заросли *П. ложнолинейной* на камнях литорали
11. Пояс *П. ложнолинейной* на вертикальных скалах южного Приморья





Порядок **Bangiales**

Семейство **Bangiaceae**

Porphyra seriata Kjellm.

Порфира серыйная

Слоевище пластинчатое округлой или овальной формы, однослойное, 5-7 см в диаметре, розовато-фиолетового цвета с коричневым оттенком. Поверхность пластины гладкая, края слабоволнистые, иногда воронковидные. Прикрепляется маленькой подошвой.

Вегетирует с марта по август. Слоевища однодомные. Органы размножения появляются в июле-августе по всей поверхности пластины. Участки с развивающимися мужскими и женскими половыми клетками развиваются рядом узкими полосами.

Обитает на литорали и в верхней сублиторали на каменистом грунте у открытых участков побережья. Часто эпифитирует на *Chondrus pinnulatus*, *Laurentia nipponica*, *Ptilota filicina*, *Chorda filum*.

Приазиатский низкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

В Японии используется в пищу в виде салатов, добавок в супы, изготовлении напитков.

Подписи к рисункам

1. *Porphyra seriata* – внешний вид слоевища
2. Поперечный срез слоевища *порфиры* (ув. 10^x)
3. Поселение *Порфиры серыйной* на сублиторальных водорослях – макрофитах: А - *Ceramium Kondoii*, Б - *Ptilota filicina*, В – *Chondrus pinnulatus*, Г – *Chorda filum*



1



2



A



Б



В



Г

3



Порядок **Bangiales**

Семейство **Bangiaceae**

Porphyra variegata (Kjellm.) Hus.

Порфира пестрая

Слоевище пластинчатое двуслойное 10 -30 см длины (иногда до 60 см) и 2-6 см ширины. Пластина ланцетовидная или овальная, цельная или рассеченная, слегка волнистая по краю, поверхность гладкая, матовая, фиолетово-карминного или глубокого вино - красного цвета. Основание пластины широкое округлое. При образовании спор пластина приобретает характерную пятнистую окраску, пятна густо пигментированы. Прикрепляется подошвой.

Развивается с марта по август. Слоевища одно- или двудомные. Органы размножения появляются в июле-августе на разных половинах пластины. Участки с карпоспорами темно-красные, со сперматангиями – бледно-желтые, что и придает слоевищам пятнистость. Карпоспорангии развиваются по всей пластине.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 15 м на камнях у открытых участков побережья. В литорали образует плотные заросли. Встречается как эпифит.

Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

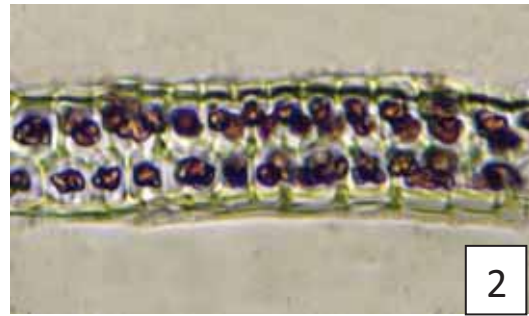
Используется как и другие виды порфир.

Подписи к рисункам

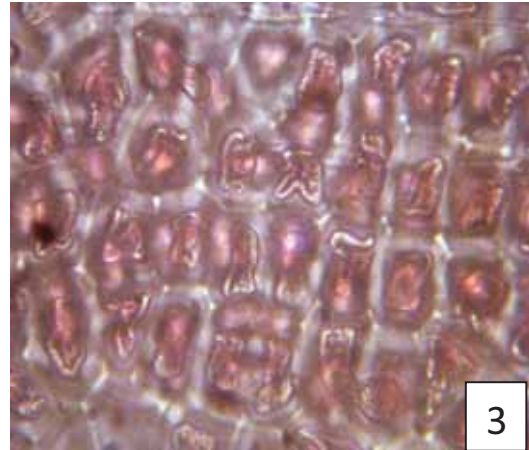
1. *Porphyra variegata* – внешний вид слоевища
2. Поперечный срез пластины *порфиры* (ув. 20^x)
3. Вид слоевища с поверхности (ув. 10^x)
4. Участок слоевища *Порфиры пестрой* с карпоспорангиями (натур. вел.)
5. Цикл развития *порфиры* (по: Морские водоросли, 2001): 1 – карпоспорангий, 2, 3 – карпоспоры, 4 – прорастание карпоспор в нитчатый спорофит (*Conhocelis*-фаза), 5, 6 – образование конхоспор, 7 – прорастание конхоспор в мужской и женский гаметофит, 8 – оплодотворение, 9 – развитие карпоспорангиев
6. *П. пестрая* среди водорослей верхней сублиторали (по: Растения мира, 1979)



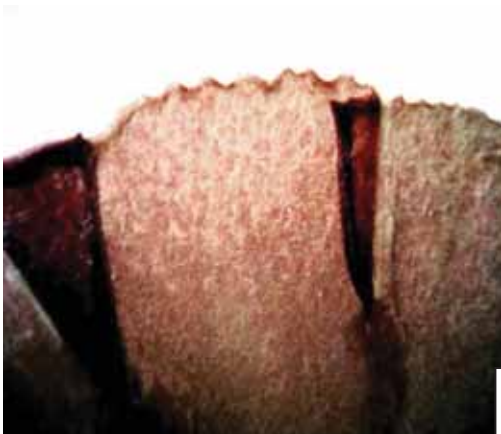
1



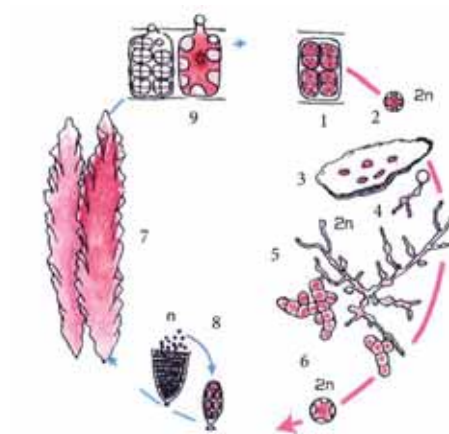
2



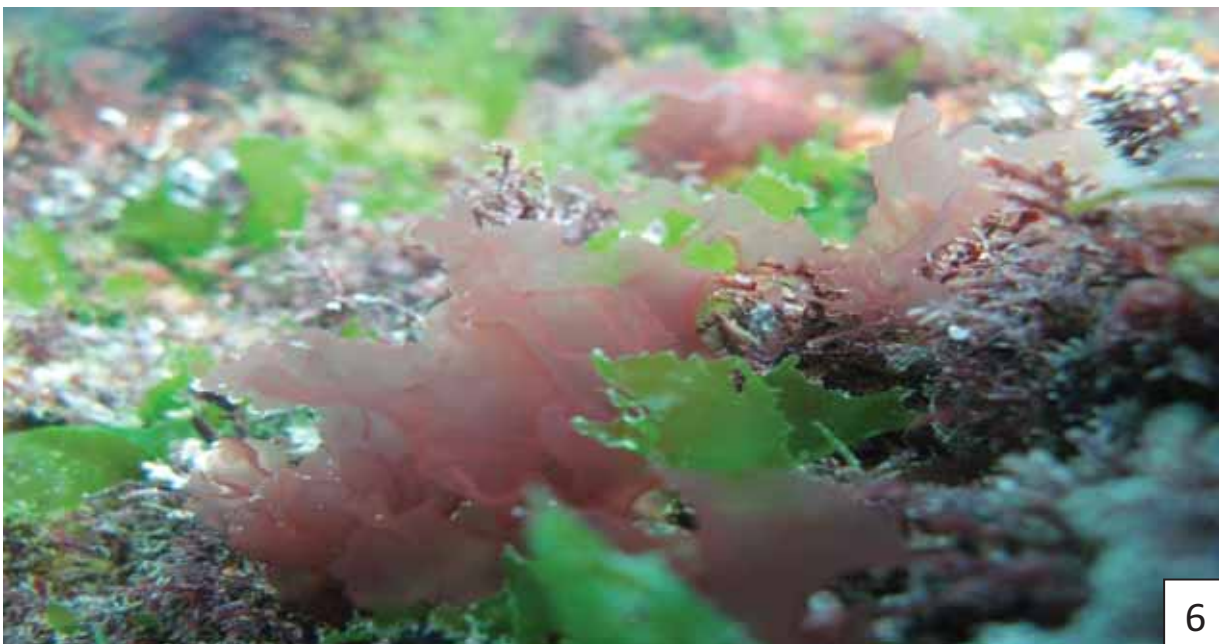
3



4



5



6



Порядок **Nemaliales**

Семейство **Liagoraceae**

Nemalion vermiculare Sur.

Немалион червевидный

Слоевище в виде мягких слизистых неразветвленных шнуров 20-30 см длины, темно-бордового цвета. Прикрепляется подошвой.

Цикл развития гетероморфный. Гаметофит существует в течение 1,5-2 месяцев в виде червеобразных шнуров. Появляется в июне, к середине июля достигает максимальных размеров. Половые клетки развиваются среди нитей коры. Сперматангии располагаются на нитях коры пучками. После оплодотворения формируется погруженный в кору гонимобласт, на нитях которого развиваются карпоспорангии. В августе карпоспоры рассеиваются и к началу сентября слоевища гаметофита полностью разрушаются. Спорофит микроскопический, на нем появляются моно- и тетраспорангии.

Обитает в верхнем горизонте литорали на вершинах осушенных камней или образует узкие пояса по верхнему краю литорали.

Бореально-тропический интерзональный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском море и на южных Курильских островах (о-ва Шикотан, Кунашир).

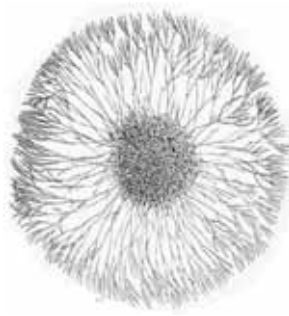
Используют в пищу в Корее.

Подписи к рисункам

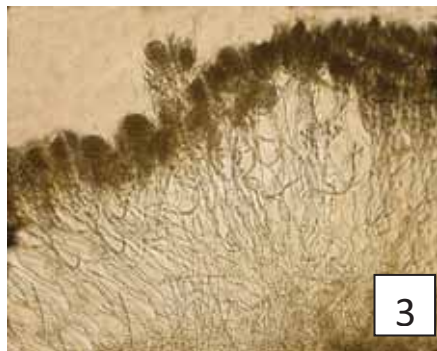
1. Внешний вид гаметофита *Nemalion vermiculare*
2. Поперечный срез слоевища немалиона (по: Oltmanns, 1922)
3. Расположение гонимобласта на ассимиляционных нитях коры (ув. 20^x)
4. Развитие гонимобласта (по: Smith, 1938)
5. Гонимобласт *Немалиона червевидного* с развитыми карпоспорами (ув. 40^x)
6. Поселение *Н. червевидного* на верхушках прибрежных камней (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)



1



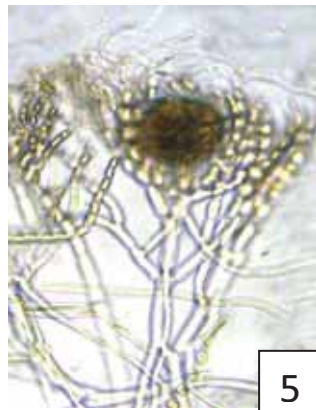
2



3



4



5



6



Порядок **Corallinales**

Семейство **Hapalidiaceae**

Lithothamnion phymatodeum Foslie

Литотамнион бородавчатый

Слоевище в виде известковых корок розовато-фиолетового цвета округлых или неправильных очертаний, плотно прилегающих к субстрату, с вертикальными выростами 1-6 мм высоты, придающими слоевищу бугорчатый вид. Толщина корок достигает 0,6-1,8 см, их края волнистые или лопастные, высоко приподнимающиеся над субстратом. Верхушки выростов округлые. К центру корки размеры выростов увеличиваются.

Многолетний. Цикл развития изоморфный. Органы размножения развиваются в концептакулах с июня по сентябрь. Концептакулы бесполое и половые, располагаются на боковой поверхности выростов и между ними. Крышки концептакулов выпуклые.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 10 и более метров на камнях и створках моллюсков. На валунах и скалах на глубинах 2-5 м совместно с другими известковыми корковыми водорослями образует обширные экосистемы.

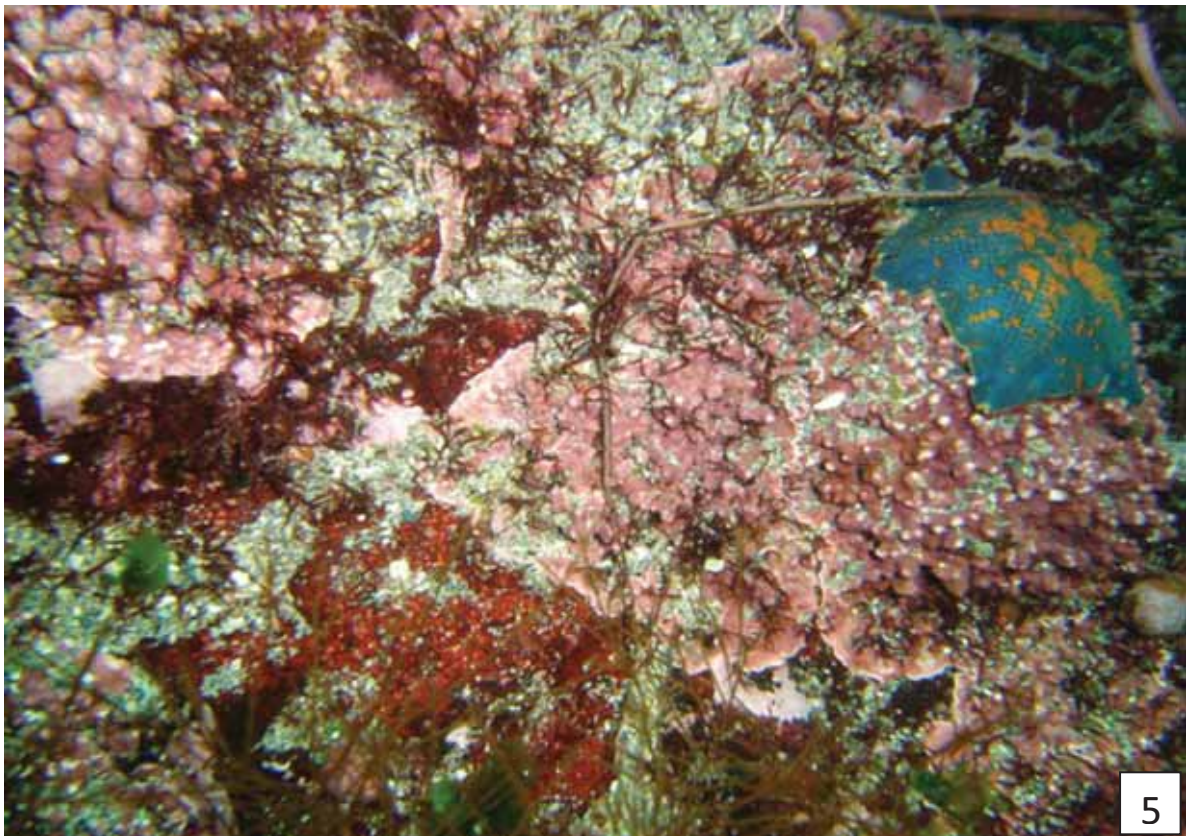
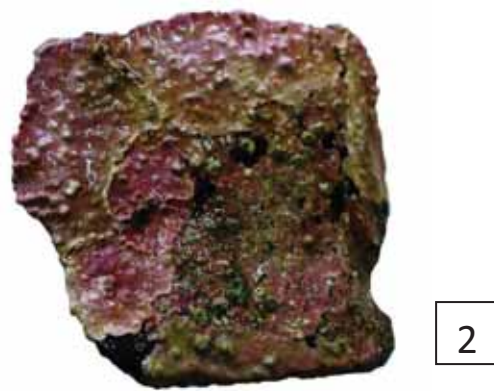
Низкобореально-тропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: у материкового побережья, западного побережья о. Сахалин, у берегов Шантарских и Курильских островов.

Известно применение кораллиновых водорослей в качестве известковых удобрений в странах северной Европы.

Подписи к рисункам

- 1, 2, 3. Камни, покрытые корками *Lithothamnion phymatodeum*
4. Корки *L. phymatodeum* на двустворчатом моллюске
5. *Литотамнион бородавчатый* на камнях нижней литорали





Порядок **Corallinales**

Семейство **Hapalidiaceae**

Clathromorphum compactum (Kjell.) Fosl.

Клатроморфум плотный

Слоевище в виде округлых корок от 1,5 до 10 см в поперечнике желтоватого или розово-фиолетового цвета. Корки плотно прилегают к субстрату всей нижней поверхностью. Сверху слоевище гладкое матовое, иногда пересекается нитевидными бороздками. Соприкасающиеся края соседних корок образуют утолщения в виде валиков.

Слоевища многолетние. Органы размножения появляются с июня по сентябрь. Цикл развития изоморфный. Бесполое и половые концептакулы развиваются по всей поверхности слоевища, исключая края.

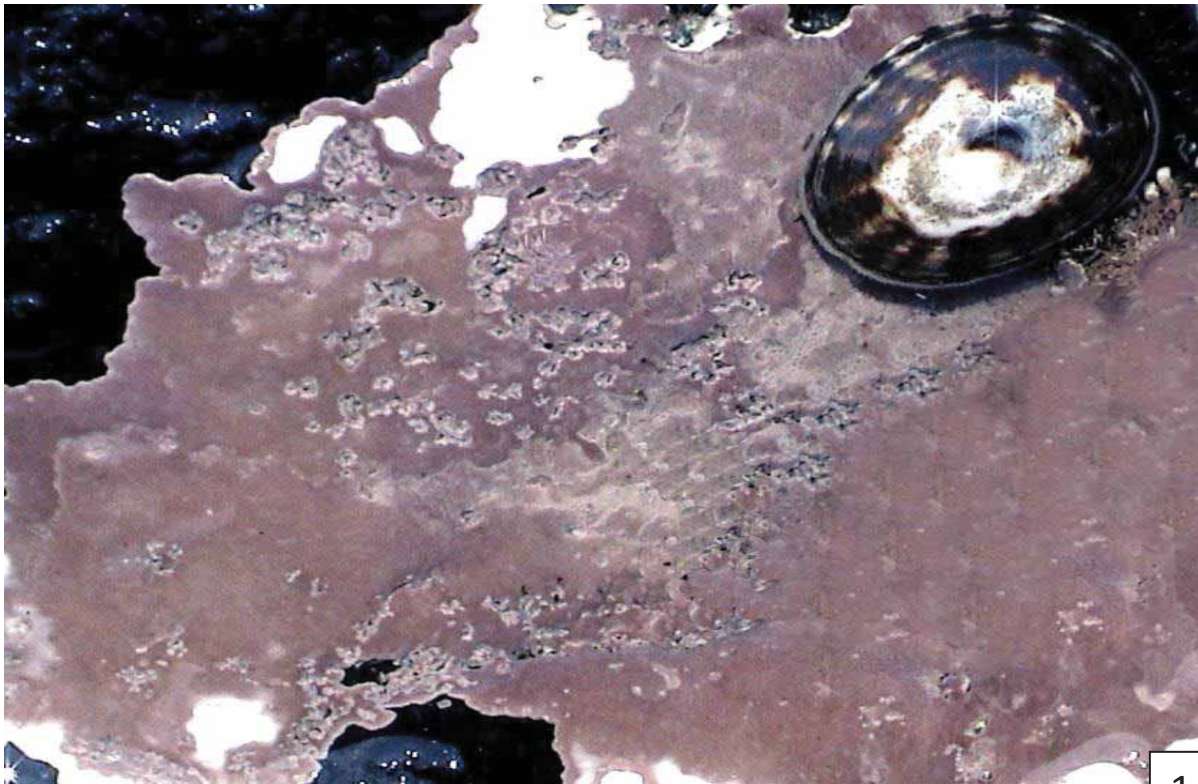
Обитает на литорали и в сублиторали до глубин 8-15 м на скалистом грунте, гальке и раковинах моллюсков. Предпочитает открытое побережье.

Арктическо-бореальный вид.

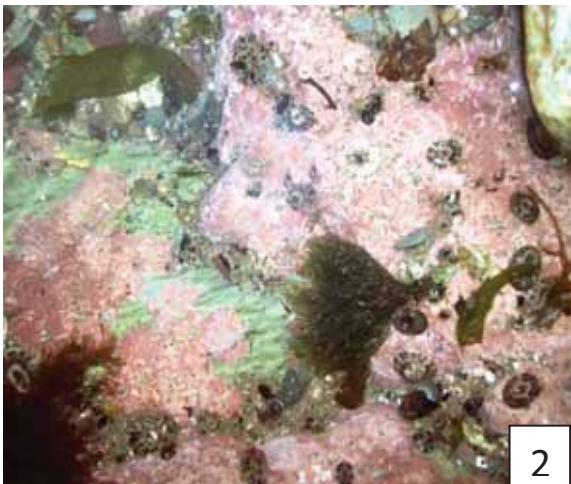
На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид корки *Clathromorphum compactum*
2. Литоральный фитоценоз с преобладанием кораллиновых водорослей
3. *Клатроморфум плотный* на дне литоральной ванны
4. Литоральный камень, покрытый корками *К. плотного*
5. *К. плотный* на раковине брюхоногого моллюска



1



2



3



4



5



Порядок **Corallinales**

Семейство **Corallinaceae**

Corallina officinalis L.

Кораллина лекарственная

Вертикальные известковые членистые побеги серо-фиолетового цвета, 3-5 см высоты, поднимающиеся от тонкой распростертой базальной корки. Ветвление густое перистое, ветви располагаются преимущественно в одной плоскости. Членики в верхней части слегка уплощенные, трапециевидные, в нижней - цилиндрические. Хорошо заметны необизвествленные соединяющие их сочленения.

Многолетник. Зимой рост останавливается, вертикальные побеги частично или полностью разрушаются. Размножение вегетативное в результате отрастания от базальной корки новых вертикальных побегов, бесполое и половое. Цикл развития изоморфный. Слоевища раздельнополые. Бесполое и половые органы размножения развиваются в концептакулах с июня по сентябрь. Концептакулы располагаются по одному на верхушке или на боковой поверхности конечных члеников.

Обитает на литорали и сублиторали до глубины 4-5 м, на камнях и скалах, а также в литоральных ваннах.

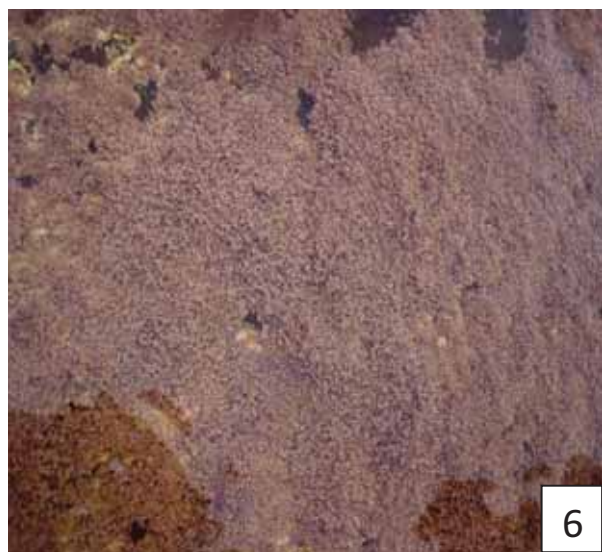
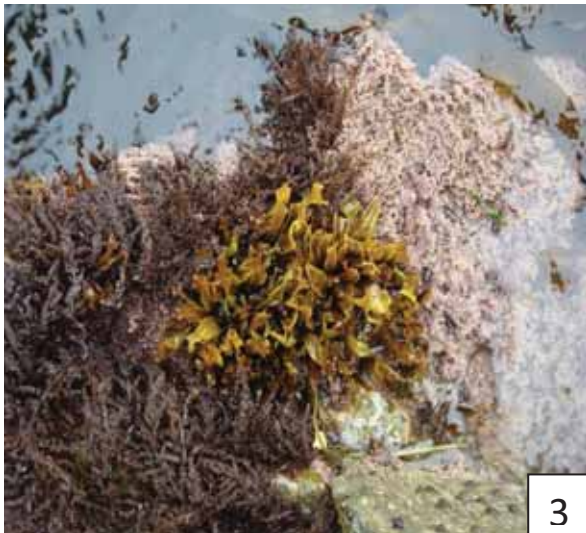
Бореально-тропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, Шантарские о-ва; у берегов Курильских о-вов и юго-восточного побережья Камчатки.

Используется на Филиппинах в лечебной практике как антимикробное и противогрибковое средство, благодаря чему и получила свое название.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Corallina officinalis*
2. *Кораллина лекарственная* под куртинами морской травы *Phyllospadix iwatensis*
3. Ассоциация красных водорослей на камнях литорали с преобладанием *C. officinalis*
4. Литоральный фитоценоз водорослей-макрофитов с преобладанием *C. officinalis*
5. *Corallina officinalis* на каменистом мысе в сообществе с *Saccharina angustata* и багрянками *Mazzaella cornucopiae* и *Neorhodomela larix*
6. Прибойная платформа, покрытая чистыми зарослями *К. лекарственной*





Порядок **Corallinales**

Семейство **Corallinaceae**

Corallina pilulifera P. et R.

Кораллина шариконосная

Слоевище в виде густого перистого членистого известкового кустика. Вертикальные слоевища отходят от тонкой базальной корки 3-4 см высоты, серовато-розового или розовато-фиолетового цвета. На вершине ветвей членики более крупные, имеют раздутую беловатую верхушку.

Многолетник. Зимой рост останавливается, вертикальные побеги частично или полностью разрушаются. Размножение вегетативное, в результате отрастания от базальной корки новых вертикальных побегов, бесполое и половое. Цикл развития изоморфный. Бесполое и половые органы размножения развиваются в концептакулах с июня по сентябрь. Концептакулы погружены в кору на верхушке члеников и на боковой поверхности.

Обитает на литорали и верхней сублиторали до 1-3 м глубины на каменистом или скалистом грунте. Иногда образует чистые заросли, так называемые “кораллиновые тротуары”. Изредка встречается как эпифит на подошвах и нижней части стволиков крупных водорослей.

Бореально-тропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Применение, как и других известковых водорослей.

Подписи к рисункам

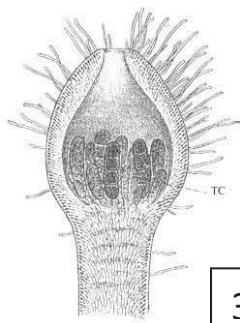
1. Внешний вид *Corallina pilulifera*
2. Летняя ассоциация *Кораллины шариконосной* с многочисленными концептакулами
3. Концептакул тетраспорофита (по: Oltmanns, 1922)
4. Концептакул с женскими органами размножения (по: Oltmanns, 1922)
5. Концептакул с мужскими органами размножения (по: Oltmanns, 1922)
6. Сообщество верхней сублиторали с участием *К. шариконосной*
7. Литоральная ванна с зарослями *К. шариконосной*
8. Платформы верхней сублиторали Уссурийского залива с чистыми зарослями *К. шариконосной*



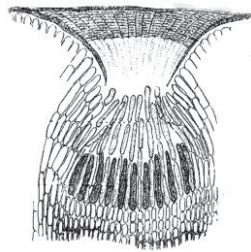
1



2



3



4



5



6



7



8



Порядок **Corallinales**

Семейство **Corallinaceae**

Bossiella compressa Kloczc.

Боссиелла сжатая

Слоевище в виде вертикальных разветвленных членистых кустиков розовато-фиолетового цвета, 4-6 см высоты, отходящих от корковидного мощного основания. Ветвление в нижней части таллома дихотомическое, в верхней – перистое. Членики в верхней и средней частях слоевища плоские, в нижней – цилиндрические.

Многолетник. Зимой рост приостанавливается, вертикальные побеги частично или полностью разрушаются. Размножается вегетативно, в результате отрастания от базальной корки новых вертикальных побегов, а также бесполовыми и половыми органами размножения, развивающимися в концептакулах. Цикл развития изоморфный. Концептакулы крупные конусовидной формы, появляются в июле на одной из сторон члеников по 2-8 штук двумя рядами.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 25 м на скалах, камнях, раковинах моллюсков. Встречается среди водорослей и морских трав одиночными растениями или образует небольшие поселения.

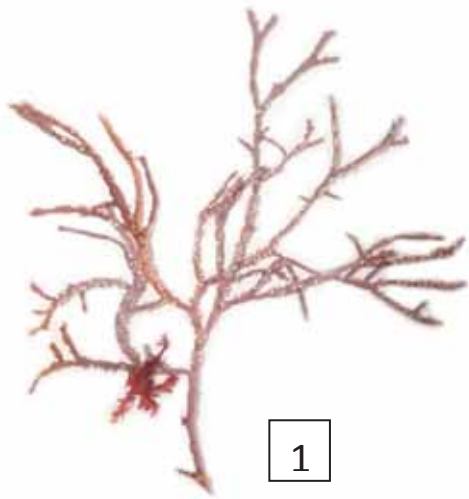
Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Применение, как и других известковых водорослей.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевища *Bossiella compressa* (натур. вел.)
2. Сдвоенные ряды концептакулов на члениках *Боссиеллы сжатой*
3. Поселение *Б. сжатой* на створках мидии
- 4, 5. *Б. сжатая* на камнях литорали





Порядок **Corallinales**

Семейство **Corallinaceae**

Bossiella cretacea (P. et R.) Johansen

Боссиелла меловая

Слоевище в виде вертикальных разветвленных членистых кустиков 7 - 9 см высоты мраморно-розового или темно - розового цвета, отходящих от корковидного мощного основания. Ветвление ди- и трихотомическое. Членики в верхней и средней частях слоевища цилиндрические, в нижней – короткоцилиндрические или округлые.

Многолетник. Зимой рост замедляется, вертикальные побеги частично или полностью разрушаются. Размножается вегетативно, посредством отрастающих от базальной корки новых вертикальных побегов, а также бесполом и половым путем. Цикл развития изоморфный. Органы размножения развиваются в апреле в концептакулах полусферической формы по 15-20 (до 32) на боковой поверхности члеников, преимущественно в средней части слоевища.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 25 - 30 м на скалах, камнях, раковинах моллюсков. Поселяется плотными куртинами или поодиночке в сообществе с другими известковыми водорослями, а также в зарослях морских трав. В условиях загрязнения слоевища приобретают серый цвет, членики удлиняются и становятся тоньше.

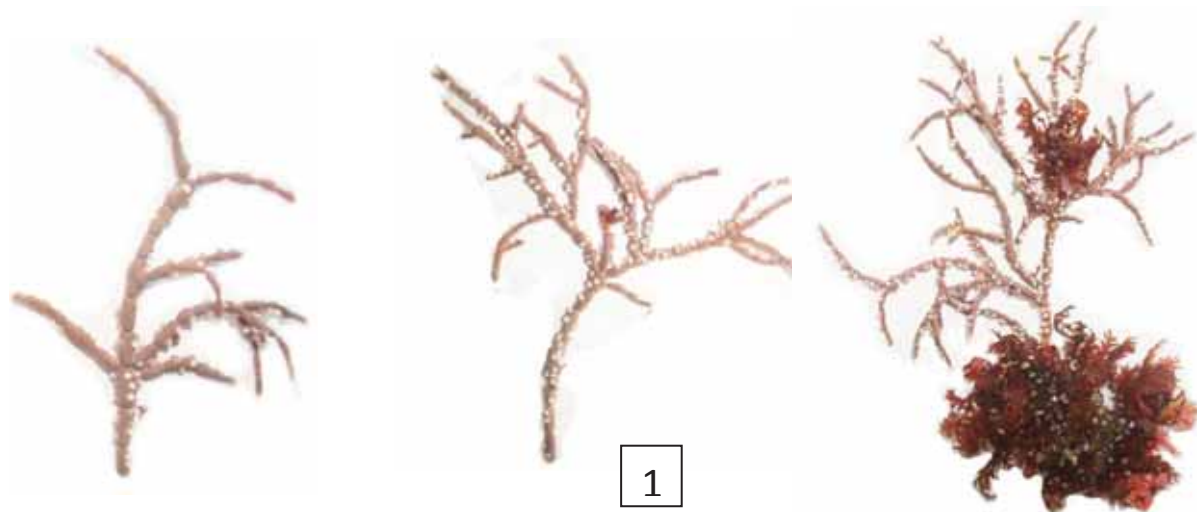
Широкобореально-нотальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Применение как и других известковых водорослей.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевищ *Bossiella cretacea* (натур. вел.)
2. Заросли кустистых известковых на камнях литорали с преобладанием *B. cretacea* (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)
3. Многочисленные концептакулы на слоевище *Боссиеллы меловой*
4. Каменистое плато с зарослями известковых водорослей в Уссурийском заливе



1



2



3



4



Порядок *Ahnfeltiales*

Семейство *Ahnfeltiaceae*

Ahnfeltia tobuchiensis (Kanno et Matsub.) Mak.

Анфельция тобучинская

Слоевище неприкрепленное цилиндрическое кустистое жесткое сильно перепутанное, 10-13 см длины и 0,25-0,5 мм толщины, темно - фиолетового, почти черного цвета. Ветвление неправильное или дихотомическое. Кустики переплетаются между собой, образуя на дне мощные пласты 50-70 см высоты. Органы прикрепления, как и органы размножения, отсутствуют.

Водоросль многолетняя, продолжительность вегетации точно не установлена. Активный рост происходит с сентября по апрель. На продольном срезе слоевища можно обнаружить следы остановки роста в виде мелкоклеточных конусов, подобных конусу роста высших растений, свидетельствующих об остановках роста слоевищ. Конусы располагаются на расстоянии от нескольких миллиметров до 3-5 см друг от друга. Размножается вегетативно.

Обитает на глубинах от 2-3 до 25-30 м на илистых и илисто-песчаных грунтах. Под действием течений и штормов границы пласта могут менять свои очертания. Часть пласта разрушается и выбрасывается на берег. Иногда вал штормовых выбросов занимает береговую полосу до десяти метров ширины и несколько сотен метров длины.

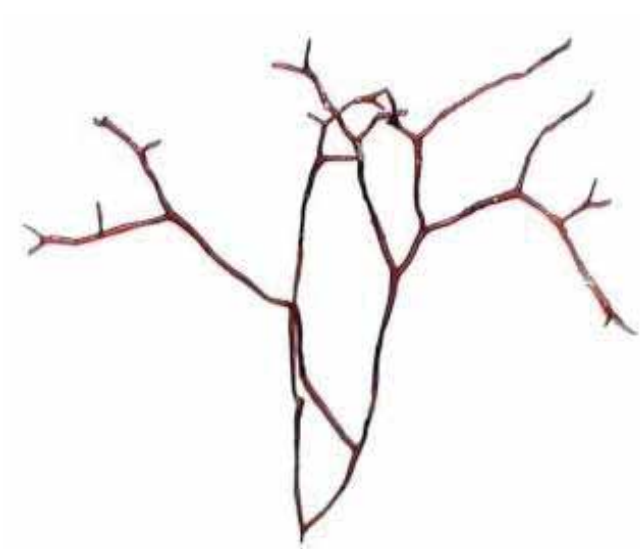
Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском море (зал. Петра Великого), в Охотском море (зал. Анива, лагуна Буссе), Курильские о-ва: о. Шикотан (б. Дельфин, о. Кунашир (зал. Измены).

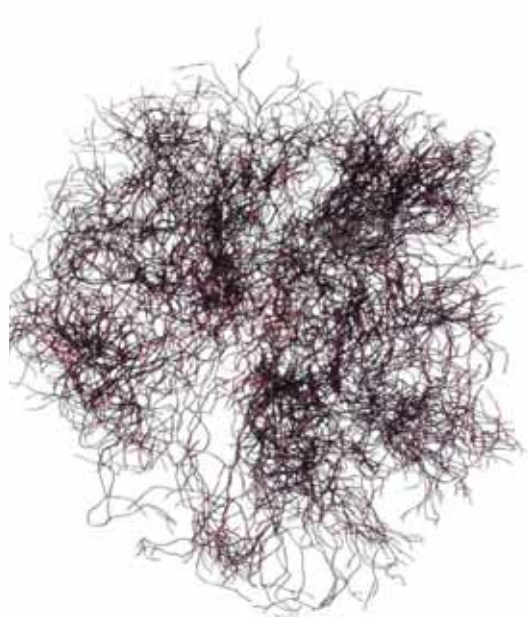
Ценный промысловый вид в России — источник высококачественного микробиологического и пищевого агара.

Подписи к рисункам

1. Фрагмент слоевища *Ahnfeltia tobuchiensis* (ув. 5^x)
2. Слоевища *Анфельции тобучинской* из природных зарослей
3. Верхняя часть слоевища *анфельции* с мелкоклеточным конусом (К) (ув. 10^x)
4. Поперечный срез через мелкоклеточный конус (ув. 20^x)
5. Штормовые выбросы *А. тобучинской* в б. Баклан (зал. Петра Великого)



1



2



3



4



5



Порядок **Palmariales**

Семейство **Palmariaceae**

Palmaria stenogona (Perest.) Perest

Пальмария узкоугольная

Слоевище пластинчатое тонкое цельное или дихотомически разветвленное по верхнему краю, 10-25 (до 50) см высоты, от розового до красного цвета. Ветви от ширококлиновидных до линейных, верхушки суженные. Сердцевина состоит из крупных бесцветных клеток, кора – из 1-2 рядов мелких окрашенных, плотно соединенных клеток. Морфологически чрезвычайно вариабельный вид. Пластины покрываются пролификациями по всей поверхности и краю. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Период размножения с марта по июнь. Новое поколение появляется в ноябре. Цикл развития не исследован. Спорофит имеет пластинчатое слоевище. Сорусы спорангиев покрывают пластину сплошным покровом или продольными пятнами. Тетраспорангии крестообразно поделенные, развиваются среди клеток коры.

Обитает от нижнего горизонта литорали до глубины 18 м на скалах и камнях. Встречается и как эпифит крупных бурых водорослей. Является компонентом смешанных поселений или формирует небольшие заросли. Иногда встречается в обрастании антропогенных субстратов.

Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

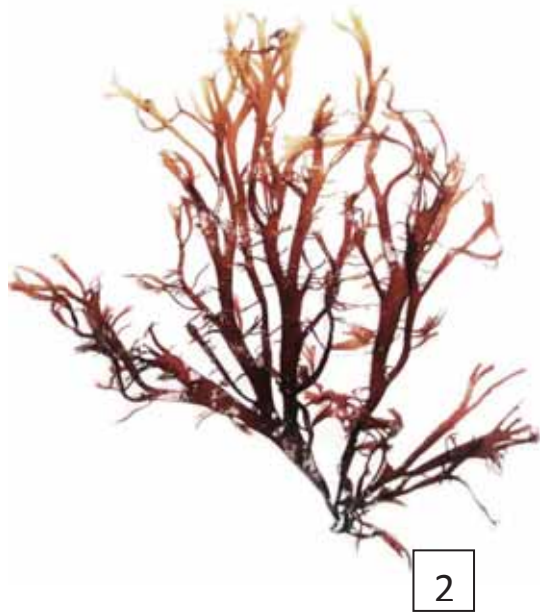
Водоросли рода *Palmaria* используются в пищу, на корм домашних животных и получения удобрений во многих странах Азии, Европы, Америки, а также в качестве лечебных препаратов для лечения ран, нарушений функций щитовидной железы и онкологических заболеваний.

Подписи к рисункам

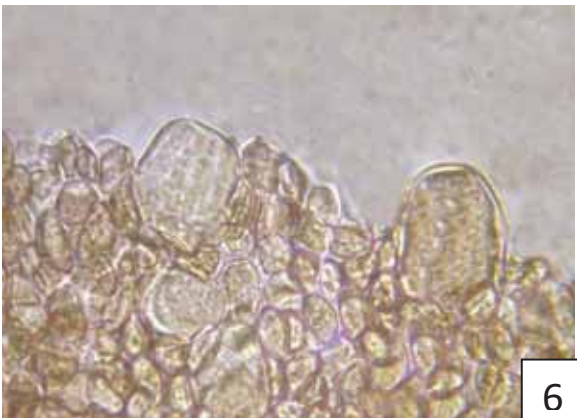
1 – 5. Морфологическая вариабельность слоевищ *Palmaria stenogona*

6. Спорангии на поперечном срезе пластины спорофита *пальмарии* (ув. 20^x)

7. Поселение *Пальмарии узкоугольной* на каменистой литорали



6





Порядок **Palmariales**

Семейство **Palmariaceae**

Devaleraea microspora (Rupr.) Seliv. et Kloczc.

Девалерея микроспоровая

Слоевище в виде кустиков 5-15 см высоты розовато-фиолетового цвета, образованные разветвленными трубками. Ветвление одностороннее или супротивное. Слоевища пролиферирующие. Пролификации и основные ветви в основании кожистые, в верхней части тонкопленчатые. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Цикл развития гетероморфный. Органы размножения появляются в ноябре и развиваются по апрель-май. Мужской гаметофит и спорофит имеют пластинчатое слоевище. Тетраспорангии и сперматангии образуются в коровом слое слоевища. Женский гаметофит микроскопический, его развитие не изучено.

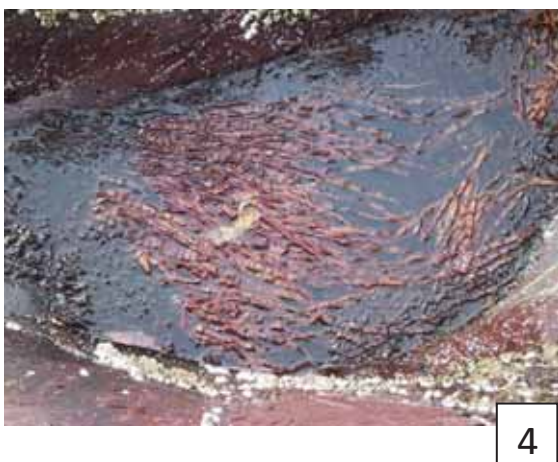
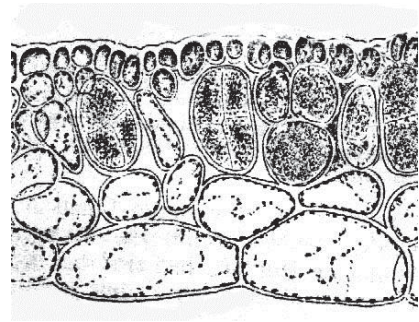
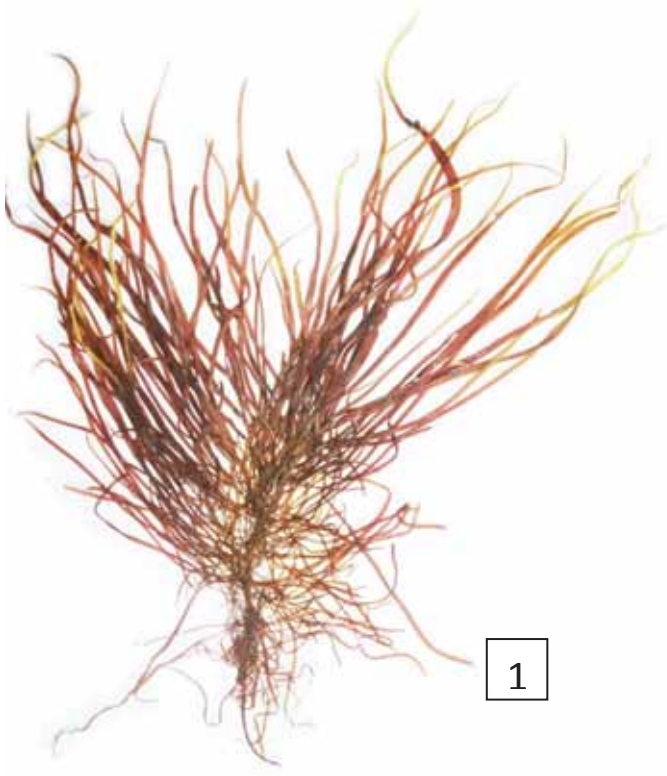
Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 5 м на камнях и скалах у открытых побережий. Встречается одиночно или небольшими скоплениями в зарослях красных и бурых водорослей.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском море (материковое побережье), Охотском море (южное и восточное побережья о. Сахалин), Курильские о-ва (о. Кунашир, о. Итуруп).

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Devaleraea microspora*
2. Поперечный срез слоевища *девалереи* с тетраспорангиями в коровом слое (по:Smith, 1938)
3. Фитоценоз *Ulva - Spongomorpha - Devaleraea* в верхней сублиторали
4. Кожистые трубчатые ветви слоевища *Девалереи микроспоровой*
5. Закрытая литоральная ванна с поселением *Д. микроспоровой*





Порядок **Palmariales**

Семейство **Palmariaceae**

Halosaccion glandiforme (Gmel.) Rupr.

Халосакцион желёзковидный

Слоевище в виде мягких полых мешочков широкоовальной или ланцетовидной формы розовато - фиолетового цвета, 5-20 см высоты и 2-5 см ширины. Вокруг полости расположены крупные бесцветные клетки, резко уменьшающиеся к коре, состоящей из одного ряда мелких окрашенных клеток. Основание мешочков округлое, верхушка округлая или заостренная, иногда раздвоенная. Прикрепляется подошвой на короткой цилиндрической ножке.

Вегетирует в течение года. Органы размножения появляются в ноябре и развиваются до мая. Цикл развития гетероморфный. Мужской гаметофит и спорофит имеют пластинчатое слоевище. Тетраспорангии и сперматангии образуются в коровом слое. Женский гаметофит микроскопический в виде диска.

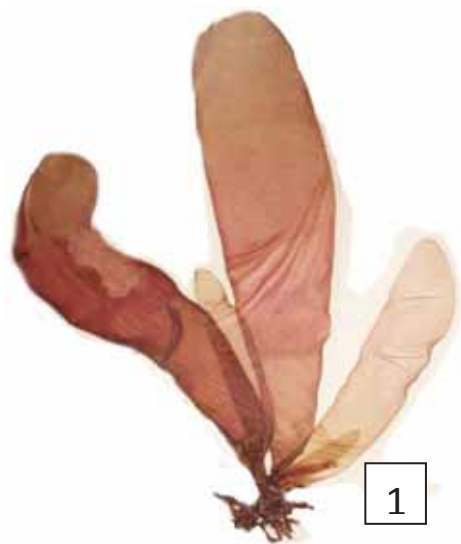
Обитает от литорали до глубины 6 м на скалистом грунте у открытых побережий. Иногда как эпифит. Встречается одиночно или небольшими группами.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен у материкового побережья Японского моря; Охотское море: материковое побережье; южное и восточное побережья о. Сахалин; Курильские о-ва: о. Кунашир, о.Итуруп.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Halosaccion glandiforme*
2. *Halosaccion glandiforme*, эпифитирующий на *Ptilota filicina*
3. Поперечный срез верхней части слоевища халосакциона (по: Lee et.al., 1979)
4. Тетраспорангии на поперечном срезе слоевища халосакциона (по: Lee et.al., 1979)
5. Вид тетраспорангиев с поверхности слоевища (ув. 10^x)
6. *Халосакцион желёзковидный* в фитоценозе нижней литорали
7. *Х. желёзковидный* на каменистой литорали



1



2



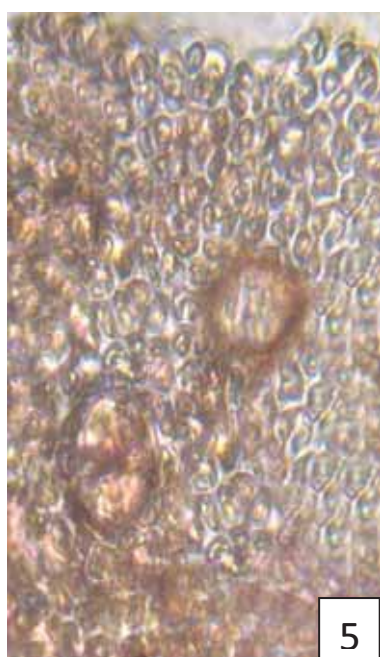
3



4



6



5



7



Порядок **Gracilariales**

Семейство **Gracilariaceae**

Gracilaria austramaritima Przhem.

Грацилярия южноприморская

Слоевище цилиндрическое хрящеватое кустистое 1,0-2,5 м длины (макс. до 3,0-3,6 м) красновато-коричневого цвета, при высыхании чернеющее. Хорошо выражен осевой побег. Ветвление редкое, ветви длинные, суженные к основанию и вершинке, покрыты мелкими серповидно-изогнутыми веточками 5-8 мм длины, позже опадающими. Прикрепляется подошвой. Встречается неприкрепленная форма.

Вегетирует в течение года. Новое поколение появляется в сентябре - октябре. Активный рост начинается в апреле. Массовое развитие приходится на июль. Цикл развития изоморфный. На женском гаметофите появляются цистокарпы, на мужском образуются сперматангии в погруженных в кору концептакулах. Крестообразно разделенные тетраспорангии рассеяны в коровом слое по всему слоевищу. В августе цикл развития завершается, и отмирающие слоевища в массе выбрасываются на берег.

Обитает на глубине 0,7-2 м в кутовых частях бухт, на участках дна с заилением. Прикрепляется к камням, раковинам моллюсков, антропогенным субстратам, включенным в ил. Неприкрепленные слоевища образуют небольшие валы и скопления на дне. Иногда образует смешанные заросли с *Gracilaria verrucosa*.

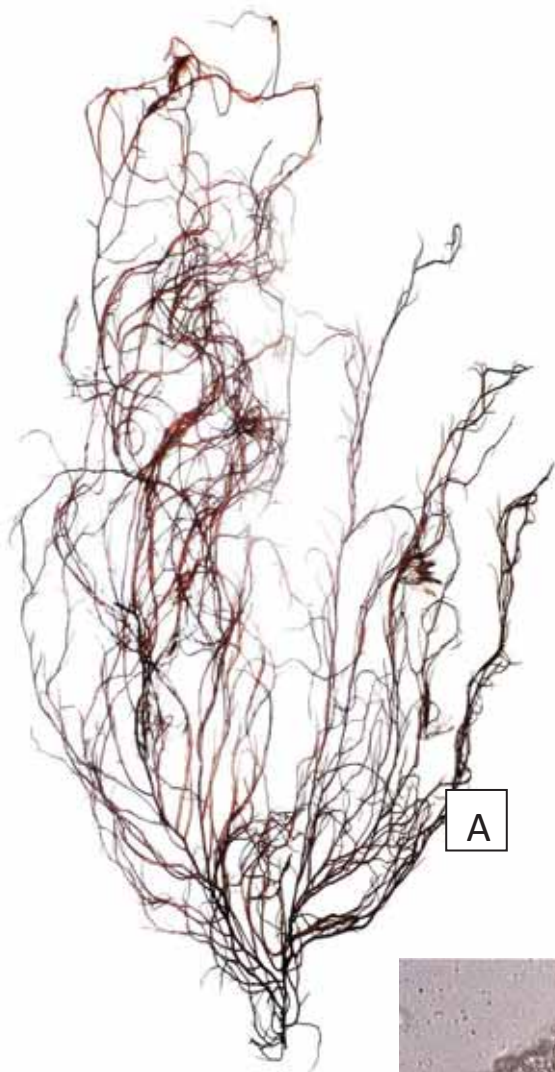
Низко-бореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в зал. Петра Великого.

Имеет высокий выход микробиологического агара. Перспективен для культивирования.

Подписи к рисункам

1. *Gracilaria austramaritima* – тераспорофит (А) и женский гаметофит (Б)
2. Тетраспорангии в коровом слое *Грацилярии южноприморской* (ув. 20^x)
3. Поперечный срез цистокарпа *Г. южноприморской* (ув. 10^x)
4. Цикл развития *грацилярии*
5. Выбросы *Г. южноприморской* на берегу Амурского залива в районе Сад-города



1



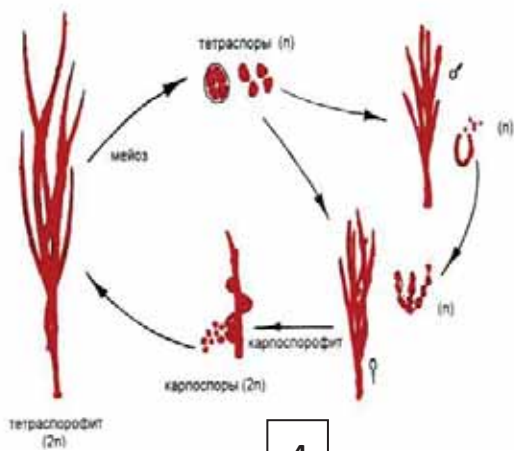
Б



2



3



4



5



Порядок Gracilariales

Семейство Gracilariaceae

Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenf.

Грацилярия бородавчатая

Слоевище в виде хрящеватых разветвленных кустиков оливково-бурого цвета 20-40 (до 100) см высоты. Ветвление очередное. Ветви заостренные к вершине и суженные в основании. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Активный рост происходит с мая по август. Массовое развитие в июле - августе. Цикл развития изоморфный. Новое поколение появляется в сентябре. Цистокарпы выпуклые с отверстием на вершине, придающие слоевищам бородавчатый вид. Массовый выход спор происходит в июле - августе. Развитие карпоспорофита происходит на женском гаметофите. Тетраспорангии развиваются по всему слоевищу в коре.

Обитает от литорали до глубины 1-1,5 м на каменистом, илисто - песчаном с вкраплениями камней и ракушечника грунтах. Поселяется вблизи устьев рек или крупных ручьев. Хорошо переносит опреснение и загрязнения.

Биполярный низкобореально-тропическо-нотальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Курильских островов.

Многочисленные представители рода известны в качестве источника микробиологического агара. Используются в пищевой промышленности, медицине, сельском хозяйстве. Культивируются в Чили и странах АТР. Перспективен для выращивания у побережья южного Приморья.

Подписи к рисункам

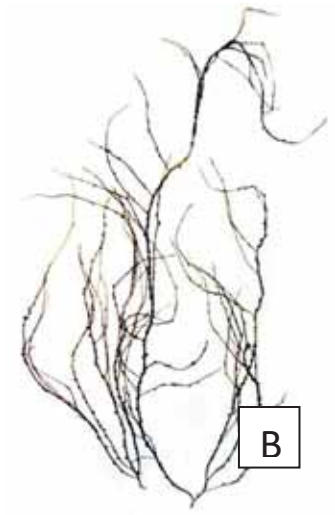
1. *Gracilaria verrucosa*: А - тетраспорофит, Б и В - женский и мужской гаметофиты
2. *Грацилярия бородавчатая* на илисто-песчаном грунте во время отлива
3. Типичное местообитание грацилярии. Амурский залив, Сад-город
4. Фрагмент женского гаметофита *Г. бородавчатой* с карпоспорофитами
5. Поперечный срез *Г. бородавчатой* через цистокарп (ув. 20^х)
6. Мужские концептакулы, вид с поверхности слоевища (ув. 20^х)
7. Поперечный срез мужского гаметофита с концептакулами (ув. 20^х)



A



Б



B

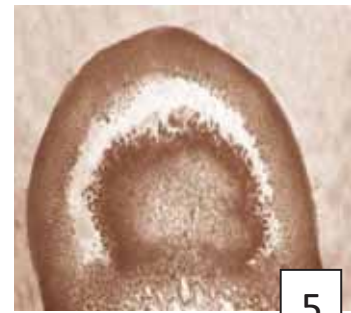
1



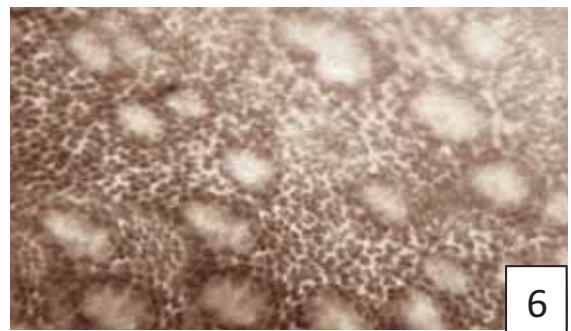
2



4



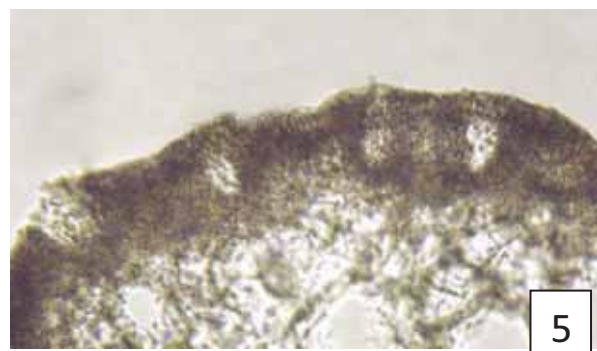
5



6



3



5



Порядок **Gelidiales**

Семейство **Gelidiaceae**

Gelidium vagum Okam.

Гелидиум беспорядочный

Слоевище в виде уплощенных хрящеватых кустиков до 4-5 см высоты, темно-красного цвета. Веточки неразветвленные, шиловидные и ланцетовидные. Слоевище отходит от стелющихся побегов.

Вегетирует круглогодично. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются на верхушках веточек. Тетраспорангии развиваются в коровом слое ланцетовидных веточек тетраспорофита. Выпуклые цистокарпы образуются на верхушках шиловидных веточек. Выход спор происходит с июля по сентябрь.

Обитает от верхней границы сублиторали до глубины 8-9 м на каменистом и скалистом грунтах и раковинах моллюсков. Часто поселяется у входов в гроты и на прибрежных платформах у защищенных побережий. Встречается одиночными растениями или небольшими куртинами.

Низкобореально-тропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространен на материковом побережье Японского моря от зал. Петра Великого до б. Рудная Пристань.

Представители рода гелидиум - второй по значимости источник агара не только в странах АТР, но и во Франции, Испании, Чили, США, Мексике. Используются в пищу.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Gelidium vagum*
2. Фрагмент слоевища *Гелидиума беспорядочного* с цистокарпами на шиловидных веточках
3. Поселение *Г. беспорядочного* на гальке
4. Цикл развития *гелидиума* (по: Морские водоросли, 2001). 1 – веточка женского гаметофита с шиловидными карпоспорофитами, 2 – разрез через цистокарп, 3 – карпоспора, 4, 5 – тетраспорофит и тетраспорангии на ланцетовидных веточках, 6 – тетраспорангий в коровом слое, 7 – тетраспора, 8 – мужской и женский гаметофит, 9 – антеридии, 9 – карпогон
5. Полузащищенное побережье с местами обитания *Г. беспорядочного*



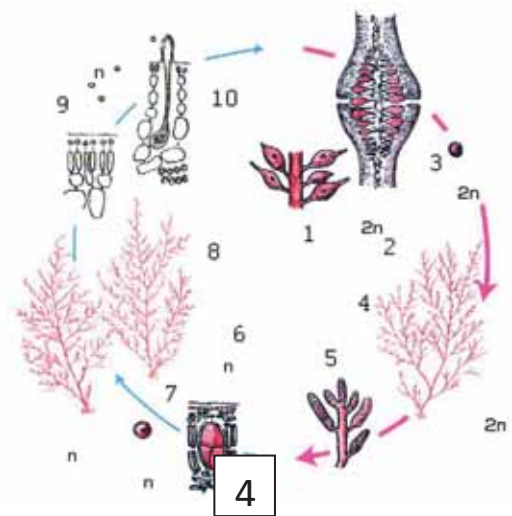
1



2



3



4



5



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Dumontiaceae**

Hyalosiphonia caespitosa Okam.

Хиалосифония дернинная

Слоевище цилиндрическое многократно разветвленное хрящеватое, слизистое, до 20 см высоты, бледно - красного, иногда с желто - зеленым оттенком. Ветви длинные, покрыты мелкими нитевидными веточками, заостренными к обоим концам. Прикрепляется дисковидной подошвой, от которой развивается от одного до нескольких побегов, образуя дернину.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Цистокарпы сферической формы, выступающие над поверхностью слоевища, появляются в конце июня на конечных веточках. Тетраспорангии развиваются со второй половины мая по всей поверхности слоевища, в массовом количестве – в июне. Тетраспорангии рассеяны среди клеток коры. В популяции преобладает спорофит.

Обитает от нижнего уровня литорали до глубины 5 м, изредка обнаруживается на больших глубинах (до 10-15), поселяется на илисто-песчаном, каменистом и скальном грунтах. Предпочитает защищенные прогреваемые участки побережья. Встречается одиночными слоевищами или небольшими группами среди других водорослей.

Низкобореально-субтропический приазиатский вид.

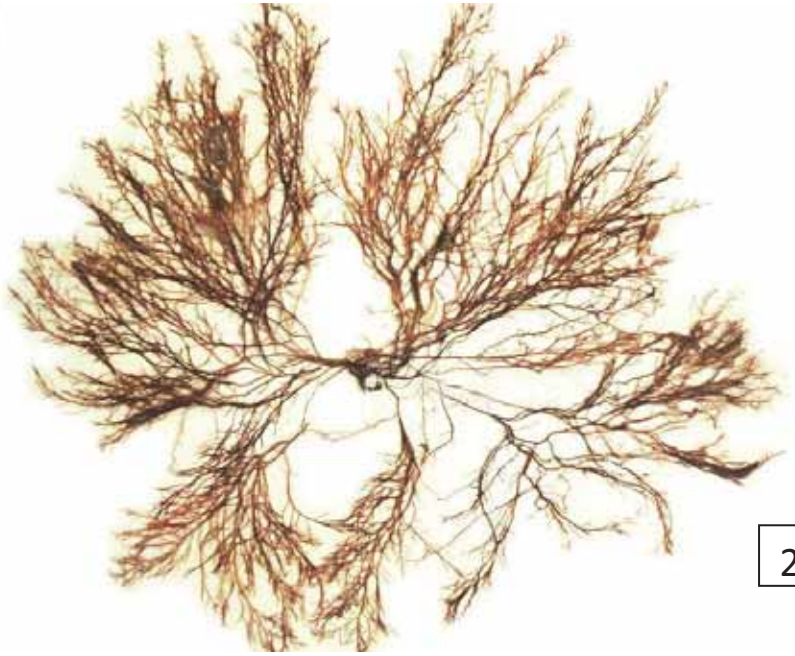
На российском Дальнем Востоке распространена в Японское море.

Подписи к рисункам

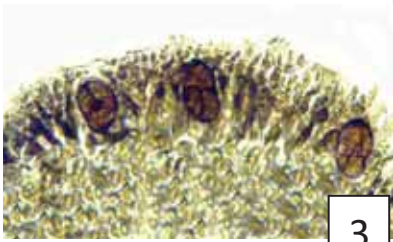
1. Внешний вид *Hyalosiphonia caespitosa*
2. Дернина слоевищ *Хиалосифонии дернинной*, отходящих от одной подошвы
3. Тетраспорангии в коре слоевища *Х. дерниной* (ув. 20^х)
4. Сферический цистокарп *хиалосифонии*, выступающий над поверхностью слоевища (ув. 10^х)
5. *Хиалосифония дернинная* на камнях литорали
6. Каменисто - галечная литораль на о. Путятина, покрытая зарослями *Х. дернинной*



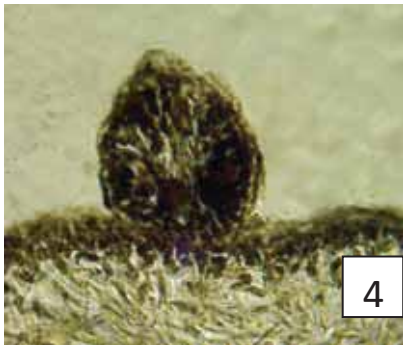
1



2



3



4



5



6



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Dumontiaceae**

Masudaphycus irregularis (Yam.) Lindsr.

Масудафикус неправильный

Слоевище кустистое хрящеватое уплощенное 10-25 см высоты фиолетово - карминового или каштанового цвета, у основания почти черное. Ветвление обильное неправильное. Ветви разных порядков сдавленные, суживающиеся в верхней части слоевища. В каждом следующем порядке их толщина уменьшается. Конечные веточки заостренные. Тип структуры многоосевой. Кора состоит из нескольких рядов мелких клеток, клетки внутренней коры крупные. Прикрепляется небольшой дисковидной подошвой, от которой развиваются один или несколько вертикальных побегов.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в июле - августе по всему слоевищу. Гонимобласт погружен в сердцевину, все клетки его нитей превращаются в карпоспоры, поэтому их выход сопровождается разрушением слоевища. Тетраспорангии образуются во внутренней коре, на некотором расстоянии друг от друга.

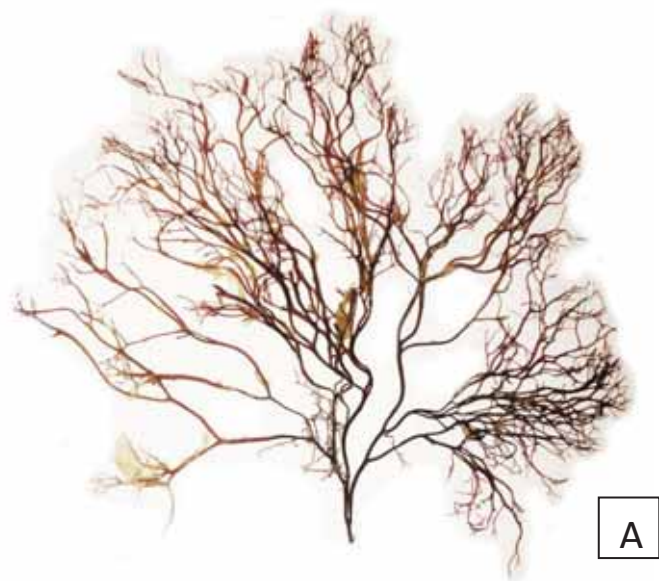
Обитает в сублиторали до глубины 25-30 м, на скалистом, каменистом и заиленном грунтах, прикрепляясь к раковинам моллюсков. Неприкрепленная форма встречается в зарослях *Ahnfeltia tobuchiensis*. Вид слабо изучен, в литературе известен как *Farlowia irregularis*.

Низкобореальный приазиатский вид.

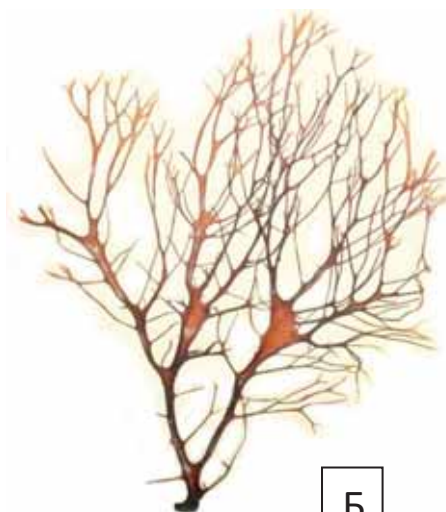
На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: материковое побережье; берега о. Сахалин и Курильские острова.

Подписи к рисункам

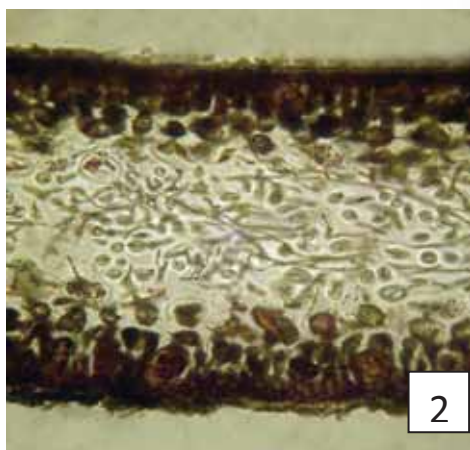
1. *Masudaphycus irregularis* из различных мест обитания: А, Б – каменистая сублитораль, гл. 5 - 6 м; В – неприкрепленная форма из зарослей *Ahnfeltia tobuchiensis* в пр. Старка, зал. Петра Великого
2. Поперечный срез слоевища тетраспорофита с тетраспорангиями (ув. 20^x)
3. Поперечный срез слоевища с гонимобластами в сердцевине (по: Арасаки, 1964)
4. Выбросы *Анфельтии тобучинской* (б. Перевозная, зал. Петра Великого) с *Масудафикусом неправильным*



A

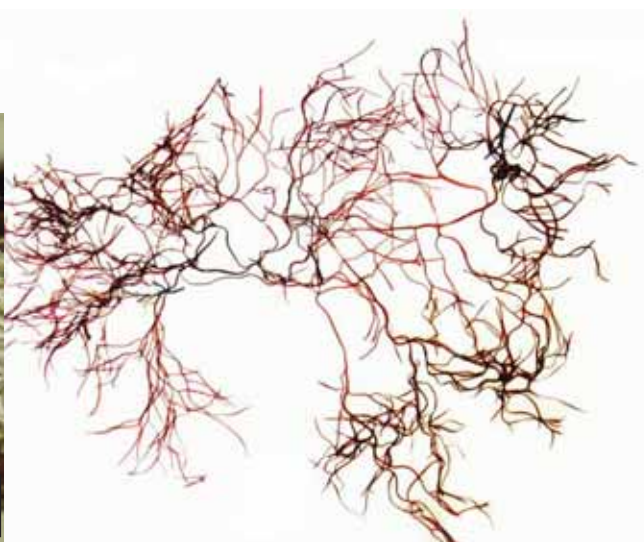


Б

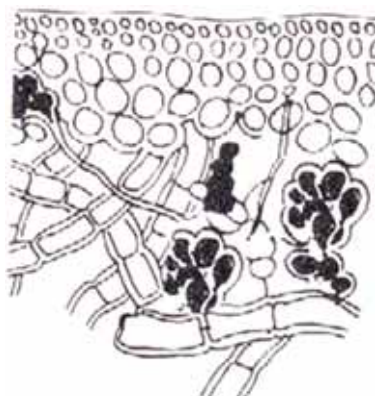


2

B



1



3



4



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Dumontiaceae**

Neodilsea yendoana Tokida

Неодилсея Йендо

Слоевище пластинчатое с ровным краем плотное до 15 см высоты и 1,5-5 см ширины. Поверхность зрелой пластины с поперечными морщинами, цвет фиолетово - карминовый или каштановый. Верхушка овальная, неправильной формы или рассеченная на извилистые лопасти. Основание узкоклиновидное. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой, от которой отрастают новые молодые пластины.

Вегетирует с апреля по ноябрь. Цикл развития изоморфный. Органы размножения развиваются по всей пластине с мая по сентябрь. Гонимобласты погружены в сердцевину, иногда выступают на поверхность слоевища. В карпоспоры превращаются все клетки гонимобласта. Тетраспорангии расположены в наружной коре.

Обитает на литорали на скалистых платформах и в сублиторали до глубины 5 м на каменистом грунте у открытых участков побережья. Встречается одиночными растениями или небольшими дернинами в сообществе с другими водорослями. Растет в поясе ламинариевых водорослей.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях.

Подписи к рисункам

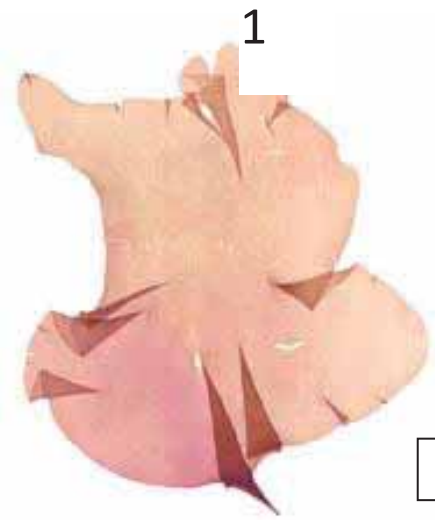
- 1, 2, 3. *Neodilsea yendoana* - одиночные слоевища и куртина слоевищ
4. *Неодилсея Йендо* на каменистом грунте сублиторали (по: Растения мира, 1979)
5. Сублиторальная платформа - типичное местообитания *Неодилсея Йендо* у побережья Приморья (б. Киевка)



1



2



1

3



4



5



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Gloiosiphoniaceae**

Gloiosiphonia capillaris (Huds.) Carm.

Глойосифония волосовидная

Слоевище цилиндрическое полое кустистое многократно разветвленное с хорошо выраженным осевым побегом до 20 см высоты, розово-фиолетового цвета с желтоватым оттенком. Кустики мягкие, слизистые. Боковые ветви короткие, обильно покрыты мелкими нитевидными веточками, суженными у основания и заостренными к вершине. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Вегетирует в течение года. Цикл развития гетероморфный. Органы размножения появляются в мае. Гонимобласты образуются среди корковых клеток конечных веточек. Спорофит корковый.

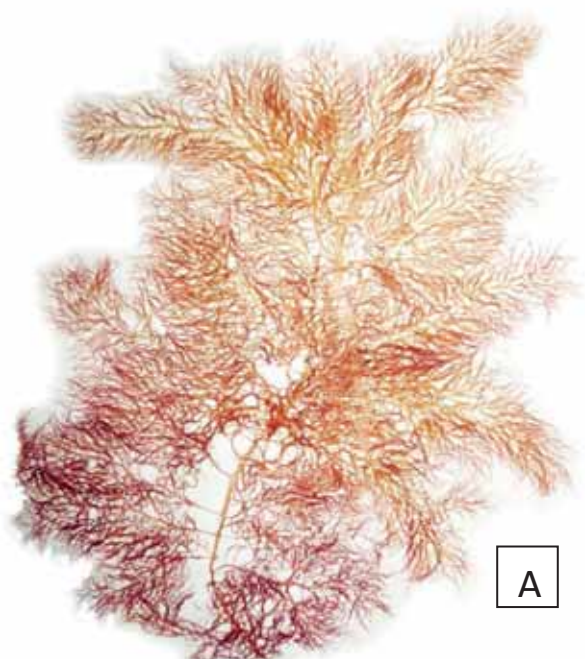
Обитает на литорали, в литоральных и сублиторальных ваннах на глубинах 0-5 м на каменистом и скальном грунтах. Предпочитает малоприбойные прогреваемые участки побережья. Чистых зарослей не образует, встречается в фитоценозах с другими видами водорослей.

Амфибореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена вдоль материкового побережья Японского моря.

Подписи к рисункам

1. *Gloiosiphonia capillaris* из различных мест обитания: А – б. Джигит, глубина 0,5 - 1 м, камни; Б – б. Троица, глубина 13 м, на раковине гребешка
2. Заросли *Глойосифонии волосовидной* на осушаемой каменистой платформе
3. Сублиторальная ванна со смешанными зарослями водорослей, включая *Г. волосовидную* в б. Киевка



A

1



Б



2



3



Порядок Gigartinales

Семейство Tichocarpaceae

Tichocarpus crinitus (Gmel.) Rupr.

Тихокарпус косматый

Слоевище кустистое плотное хрящеватое 20-70 см высоты, темно-красного, практически черного цвета. Нижняя часть таллома плоско - цилиндрическая, верхняя – уплощенная. Ветви расположены в одной плоскости. Ветвление неправильно - дихотомическое и очередное. Вершины ветвей заостренные, по их краям вырастают цилиндрические неразветвленные веточки. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Продолжительность жизни точно не установлена. Цикл развития изоморфный. Тетраспорангии появляются с января по всему слоевищу. Цистокарпы 1-1,5 мм в диаметре, развиваются с сентября на специальных коротких веточках. В летние месяцы слоевища стерильные.

Обитает от верхней сублиторали до глубины 30 м на каменистом, скалистом и песчано-илистом грунтах и раковинах моллюсков. Чистых зарослей не образует. Обычно встречается в смешанных сообществах с другими видами водорослей. Часто поселяется в “подлеске” ламинариевых, иногда эпифитируя на их ризоидах.

Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин, западное побережье Камчатки, Шантарские и Курильские острова.

Перспективное сырье для получения пищевой добавки – каррагинана в России.

Подписи к рисункам

1. *Tichocarpus crinitus* – стерильное летнее слоевище
2. Женский гаметофит *Тихокарпуса косматого* с карпоспорофитами
3. Фрагмент слоевища *Т. косматого* с цистокарпами (увел. в 5 раз)
4. Подводное сообщество бурых и красных водорослей, в центре *Т. косматый*



1



2



3



4



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Endocladaceae**

Gloiopeltis furcata (P. et R.) J. Ag.

Глойопелтис вильчатый

Слоевище цилиндрическое хрящеватое 3-4 см высоты 1-1,5 мм толщины. Ветви прямые или серповидно изогнутые, дихотомически разветвленные, плотной щеткой отходят от базальной корки. Молодые слоевища темно - красного, почти черного цвета, в конце вегетации разрушаются, и остается нижняя часть слоевищ желто-бурого цвета.

Вегетирует круглый год, базальная часть слоевища многолетняя. Вегетативное размножение происходит в результате разрастания базальной корки и формирования на ней новых вертикальных побегов. До апреля слоевища находятся в стерильном состоянии. Цикл развития изоморфный. Органы размножения рассеяны по всему слоевищу. Тетраспорангии развиваются в коровом слое спорофита, цистокарпы – в подкоровом слое женского гаметофита. Новое поколение появляется во второй половине июля.

Обитает у верхнего горизонта литорали на скалистом и каменистом грунте, образуя узкий пояс до 5-10 см высоты вдоль верхнего уровня литорали. Хорошо выносит экстремальные условия – распреснение, интенсивное воздействие солнечного света и отрицательные температуры.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

В Японии и Корее *Gloiopeltis furcata* применяют в пищу и используют для производства фунорана (или фунорина) - полисахарида, обладающего прекрасными клеящими свойствами. Кроме того, фуноран может регулировать уровень сахара в крови.

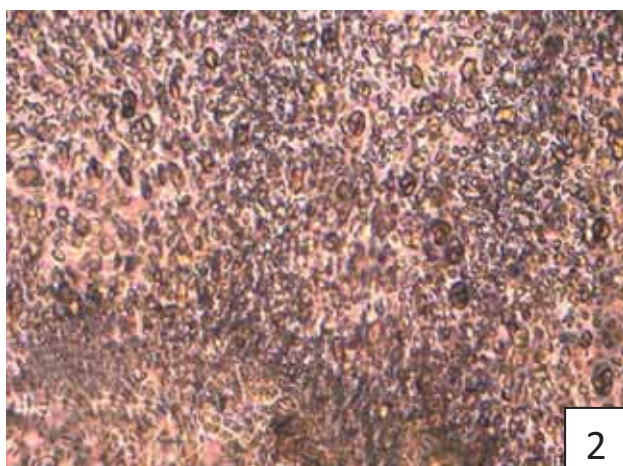
Примечание: различные виды рода *Gloiopeltis* распространены во всех морях планеты по верхнему уровню приливной зоны.

Подписи к рисункам

1. Куртина *Gloiopeltis furcata* в конце вегетации (увел в 2 раза)
2. Тетраспорангии *глойопелтиса* в коровом слое, вид с поверхности (ув. 10^x)
3. Заросли *Глойопелтиса вильчатого*, обозначающего границу литорали: А – апрель, зал Восток; Б – май, б. Устинова; В – июль, б. Киевка; Г – август, о. Путятина
4. Пояс *Г. вильчатого* в литоральной ванне



1



2



3A



3Б



3B



3Г



4



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Halymeniaceae**

Grateloupia divaricata Okam.

Грателупия растопыренная

Слоевище кустистое обильно разветвленное пролиферирующее плотное хрящеватое, 10-30 см высоты, темно-красное у вершины и почти черное у основания. Ветвление дихотомическое, пучковатое или одностороннее. Пролификации короткие веретеновидные или ланцетовидные неразветвленные. Прикрепляется подошвой, от которой развиваются от одного до нескольких побегов.

Вегетирует в течение года, в массовом количестве - с августа по сентябрь. Цикл развития изоморфный. Органы размножения рассеяны по всему слоевищу. Сперматангии собраны в сорусы. Гонимобласты без перикарпа, формируются в подкоровом слое в мае. В коре над гонимобластом образуется отверстие – остиоль для выхода карпоспор. Крестообразно разделенные тетраспорангии развиваются в коровом слое. Споры рассеиваются с июня по сентябрь.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и верхней сублиторали до глубины до 3-5 м на скалистом и каменистом грунтах. Чистых зарослей не образует, как правило, компонент смешанных фитоценозов. К окончанию цикла развития обильно заселяется эпифитами.

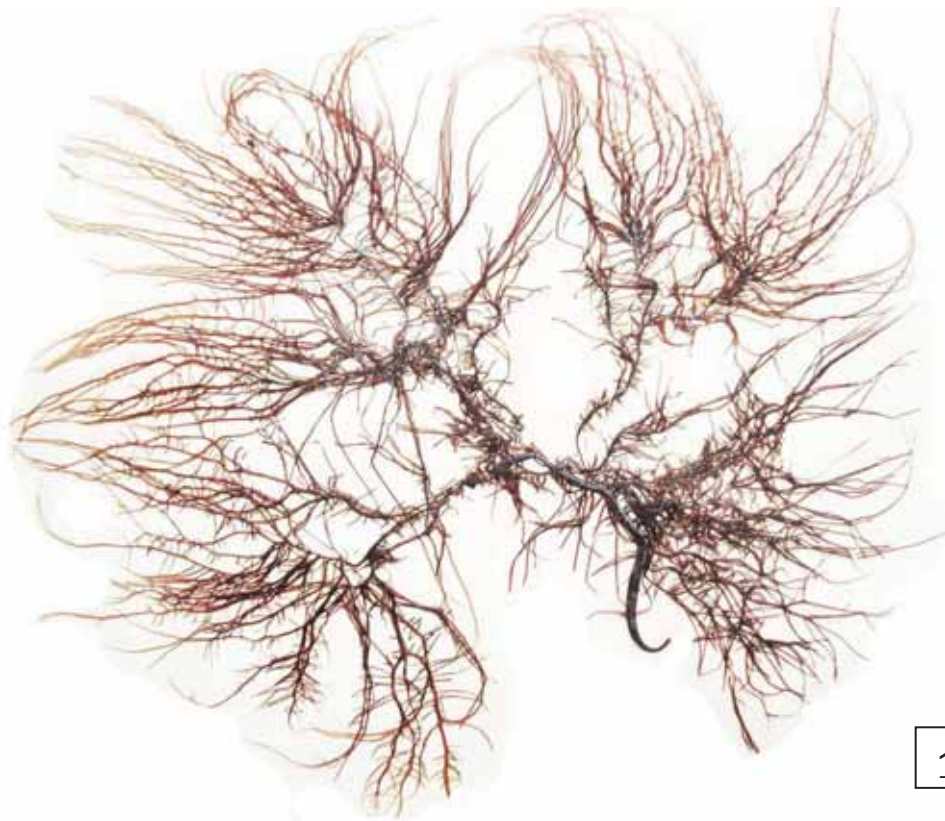
Низкобореально-тропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, вдоль берегов о. Сахалина.

Водоросли рода *Grateloupia* используют в пищу, а в Индонезии применяют как антигельминтное средство.

Подписи к рисункам

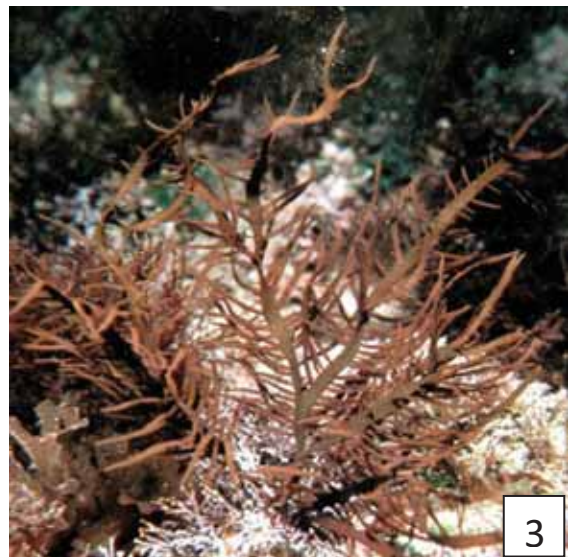
1. Внешний вид *Grateloupia divaricata*
2. *Грателупия растопыренная* в литоральной ванне
3. Пролификации на слоевище *грателупии* (по: Растения мира, 1979)
4. Куртина из двух видов *грателупий* (*Г. растопыренная* и *Г. турутуру*) в литоральной ванне
5. *Г. растопыренная* – компонент смешанного фитоценоза литоральной ванны



1



2



3



4



5



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Halymeniaceae**

Grateloupia turuturu Yam.

Грателуния турутутуру

Слоевище пластинчатое линейно - ланцетовидное мягкое слизистое до 35 см высоты и 1-4 см ширины, красно - розового цвета. Пластина часто в верхней части раздвоена или разделена на несколько лопастей. Края волнистые, обильно пролифилирующие. Основание пластины клиновидно суживается и плавно переходит в маленький стволик, заканчивающийся подошвой.

Вегетирует в течение года. Органы размножения рассеяны по всему слоевищу. Цикл развития изоморфный. Сперматангии собраны в сорусы. Гонимобласты расположены в подкоровом слое. Крестообразно разделенные тетраспорангии развиваются в коре. Карпоспоры и тетраспоры созревают с августа по октябрь.

Обитает на литорали и в литоральных ваннах на скалистом и каменистом грунтах. Компонент смешанных фитоценозов. К окончанию цикла развития обильно заселяется эпифитами.

Низкобореально-тропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском море: материковое побережье, западные берега о. Сахалин.

В Корее этот вид используют в пищу в виде салатов.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Grateloupia turuturu*
2. Фрагмент слоевища *Грателунии турутутуру* с цистокарпами
3. Срез слоевища *грателунии* через цистокарп в момент рассеивания спор (ув. 20^x)
4. Схематический срез слоевища *грателунии* с тетраспорангиями в коре (по: Oltmanns, 1922)
5. Смешанный фитоценоз водорослей с участием *Г. турутутуру* в закрытой литоральной ванне южной части приморского побережья
6. Куртины *Г. турутутуру* среди водорослей в литоральной ванне



1



2



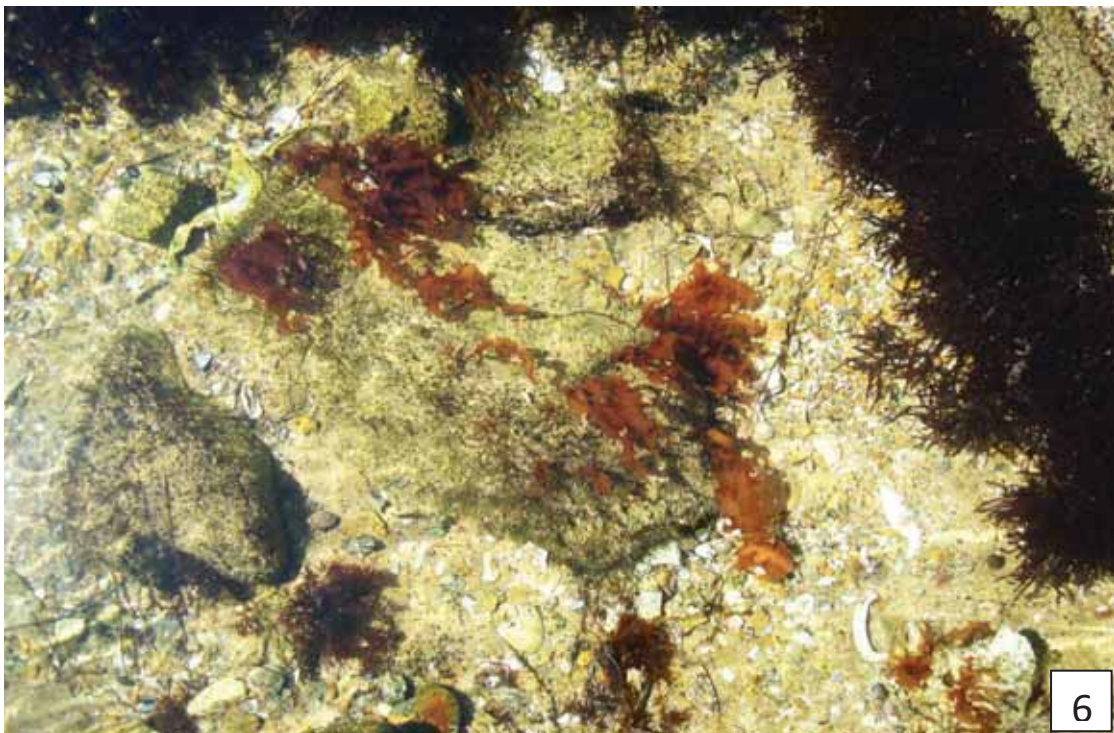
3



4



5



6



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Kallymeniaceae**

Callophyllis rhynchocarpa Rupr.

Каллофиллис клювоплодный

Слоевище в виде пластинчатых хрящеватых обильно разветвленных кустиков ярко - красного или фиолетово - карминного цвета, достигающих 10-15 см высоты. Сердцевина состоит из крупных бесцветных клеток и тонких межклеточных нитей, кора – из одного или нескольких рядов пигментированных клеток. Ветвление неправильное, одностороннее или очередное. Боковые ветви клиновидные, с округлыми пазухами, до 1 см ширины в основании. Верхушки ветвей выемчатые. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Вегетирует круглогодично. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в июле. Цистокарпы формируются по краю ветвей и слегка выступают над поверхностью слоевища. Сперматангии образуются по всей поверхности слоевища, собраны в пятна. Тетраспорангии развиваются среди клеток коры по всему слоевищу, включая края ветвей и конечные веточки.

Обитает в сублиторали от 2 до 30 м глубины, на скалистом или илисто - песчаном с вкраплением камней грунтах. Встречается на створках моллюсков или как эпифит на ризоидах ламинариевых водорослей. Растет куртинами или одиночными слоевищами.

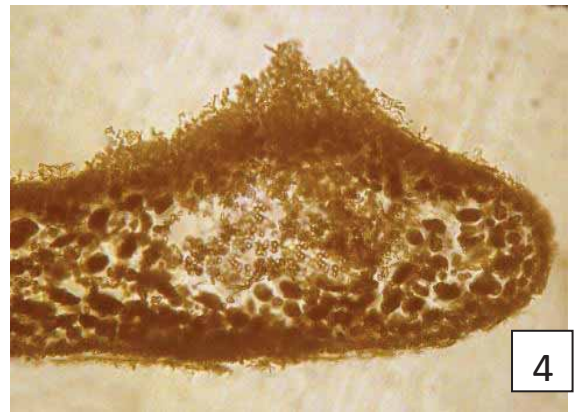
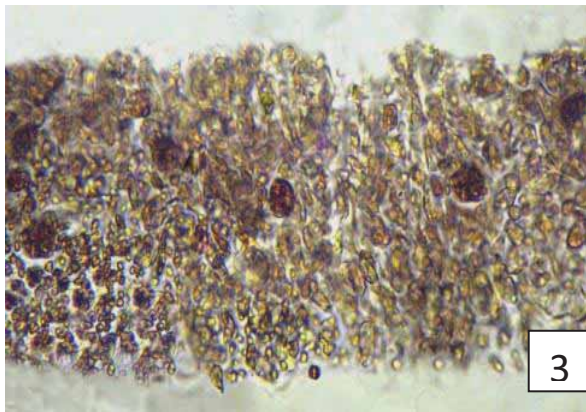
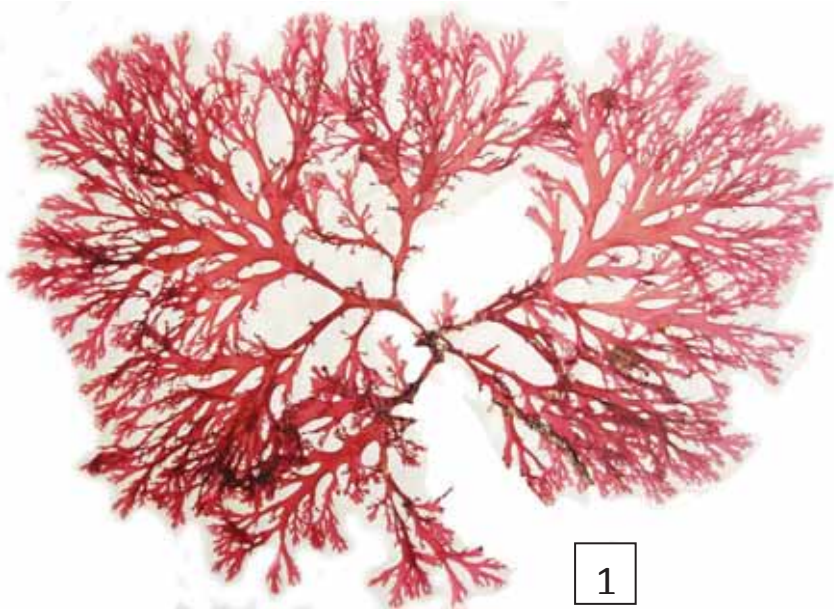
Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Известно использование водорослей рода *Callophyllis* в Чили для производства каррагинана.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевища *Callophyllis rhynchocarpa*
2. Поперечный срез слоевища *Каллофиллиса* *клювоплодного* (ув. 10^x)
3. Тетраспорангии в коровом слое *каллофиллиса* (вид с поверхности, ув.20^x)
4. Поперечный срез через цистокарп (ув. 20^x)
5. Куртина *К. клювоплодного* в сублиторали (по: Растения мира, 1979)





Порядок Gigartinales

Семейство Furcellariaceae

Turnerella mertensiana (P. et R.) Schmitz

Турнерелла Мертенса

Слоевище пластинчатое кожистое грубое на ощупь 30-40 см длины, 9-30 см ширины. Старые пластины почти черного цвета, молодые – темно - или винно-красного. Пластина матовая с ровными краями, цельная или глубоко рассеченная до основания на 3 - 7 лопастей, поверхность волнистая. Меристема краевая. Слоевище сидячее, прикрепляется широкой подошвой.

Многолетник. Цикл развития гетероморфный. Размножается при низких температурах с сентября по март. Цистокарп без перикарпа. Гонимобласты формируются по всей пластине женского гаметофита. На нитях гонимобласта развиваются короткие цепочки карпоспор. Спорофит корковидный, прикрепляется к грунту ризоидами. Тетраспорагии зонально поделённые.

Обитает на глубинах от 10 до 20-45 м на скалистом, каменистом и валунно-галечном грунтах. Встречается в сообществах с другими водорослями.

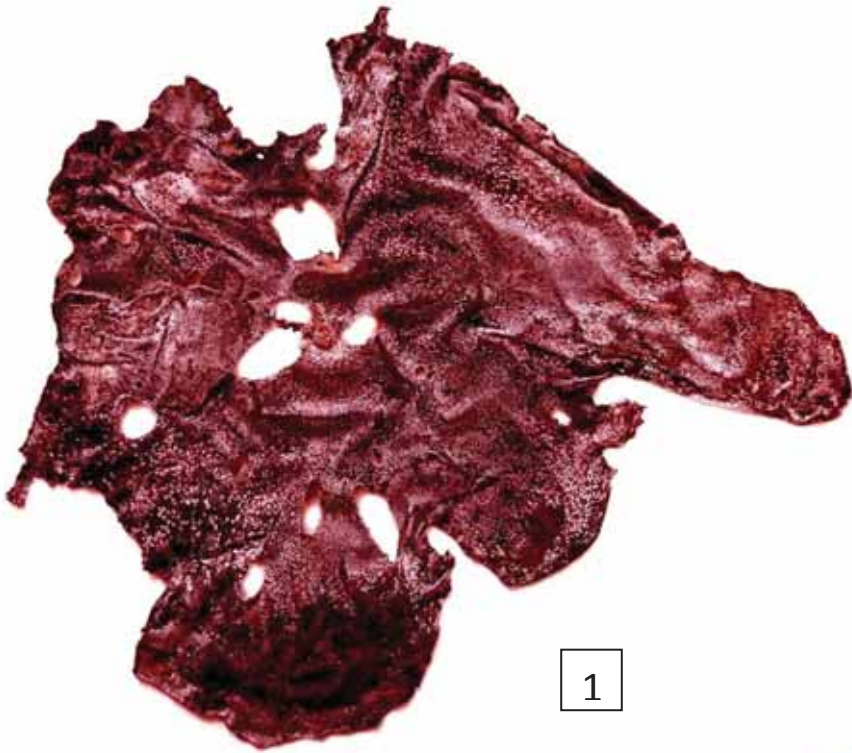
Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

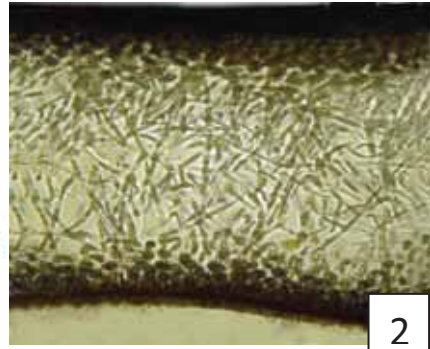
В некоторых странах юго-восточной Азии употребляется в пищу и в медицине, как ранозаживляющее, общеукрепляющее и способствующее пищеварению средство. Может использоваться как сырье для получения пищевых добавок.

Подписи к рисункам

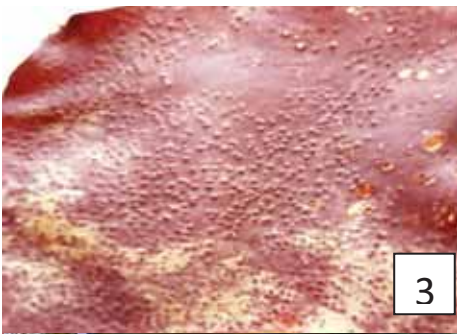
1. Внешний вид *Turnerella mertensiana* (уменьш. в 5 раз)
2. Поперечный срез слоевища *Турнереллы Мертенса* (ув. 10^x)
3. Фрагмент пластины *Т. Мертенса* с цистокарпами (натур. вел.)
4. Поперечный срез слоевища *турнереллы* с цистокарпом (ув. 10^x)
5. Выбросы *Т. Мертенса* (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)



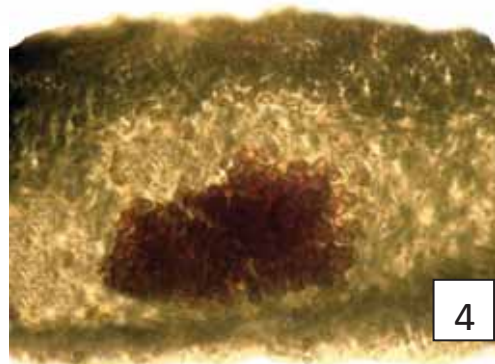
1



2



3



4



5



Порядок Gigartinales

Семейство Gigartinaceae

Mazzaella cornucopiae (P. et R.) Hommers.

Мазелла изобильная

Слоевище пластинчатое хрящеватое с узкоклинновидным основанием 5-15 см высоты и 2,5-5 см ширины, от сиренево - бордового у основания до желтовато - зеленого цвета в верхней части, иридирующего под лучами солнечного света. Ветвление пальчатое. Ветви-лопасти 2-12 см ширины с гладким краем. Спорофит имеет клиновидную форму с гладким или слегка волнистым краем, гаметофит – овальный. Прикрепляется небольшой подошвой.

Вегетирует в течение года. Подошва многолетняя. Органы размножения появляются в июне. Цикл развития изоморфный. Цистокарпы крупные, до 1-2 мм в диаметре, разбросаны по всей пластине. Сперматангии формируются на поверхности слоевища, тетраспорангии развиваются под корой, образуя плотные сорусы.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 5-6 м на скалистом грунте у открытых участков побережья. Поселяется на вертикальных скалах и крупных камнях среди кораллиновых водорослей. Встречается в смешанных фитоценозах литорали и верхней сублиторали.

Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Mazzaella cornucopiae* (натур. вел.)
2. Поселение *Мазеллы изобильной* на вертикальной поверхности скал
3. Фрагмент женского гаметофита *мазеллы* с карпоспорофитом
4. Литоральный фитоценоз с участием *М. изобильной* на скалах южного Приморья
5. Вертикальна поясность водорослей верхней сублиторали – *Saccharina angustata*, *Mazzaella cornucopiae*, *Corallina officinalis*, *Analipus japonicas*, *Gloiopeltis furcata* у побережья южного Приморья
6. Смешанное поселение двух видов *мазелл* (*М. изобильная* и *М. японская*) в южном Приморье (б. Киевка)



1



2



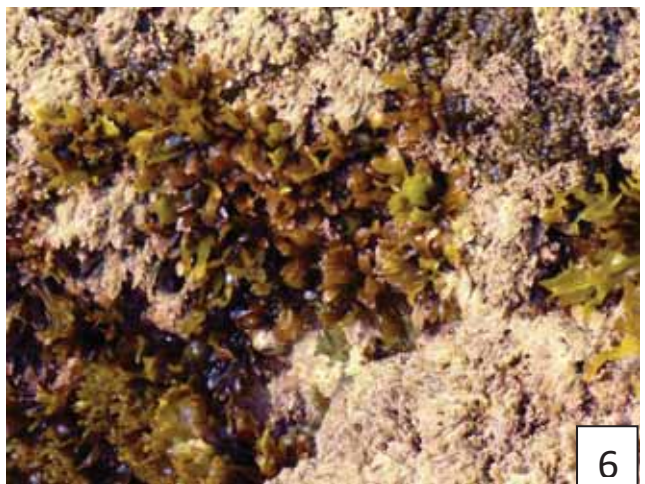
3



4



5



6



Порядок Gigartinales

Семейство Gigartinaceae

Mazzaella japonica (Mikami) Hommers.

Мазелла японская

Слоевище пластинчатое хрящеватое, с волнистым краем, 10-20 см высоты, фиолетово - карминового у основания и желто - красного цвета в верхней части. Пластина разделена на простые или вильчато - рассеченные лопасти 3-7 см ширины. Прикрепляется подошвой на конце суженного стволика. От подошвы отрастает один или несколько побегов.

Вегетирует в течение года. Подошва зимует. Органы размножения появляются в июне. Цикл развития изоморфный. Цистокарпы мелкие, разбросаны по всей пластине. Тетраспорангии собраны в сорусы во внутренней коре.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 10-15 м на скалистом и каменистом грунтах. Встречается одиночно или небольшими поселениями в смешанных фитоценозах.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Курильских островов.

Перспективный источник для производства каррагинана.

Подписи к рисункам

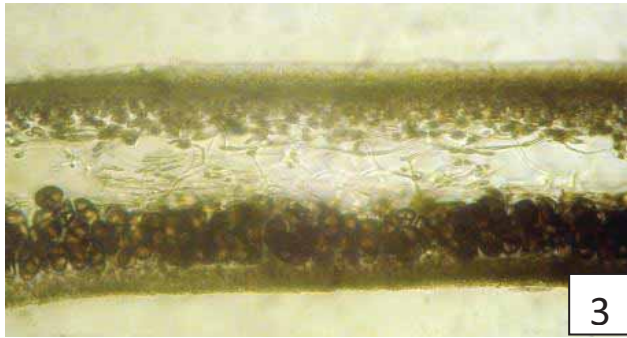
1. Внешний вид *Mazzaella japonica* (уменьш. в 2 раза)
2. Тетраспорофит *Мазеллы японской* (уменьш. в 4 раза)
3. Срез тетраспорофита *мазеллы* через сорус тетраспорангиев (ув. 10^x)
4. Фрагмент женского гаметофита *М. японской* с карпоспорофитами (натур. вел.)
5. Фитоценоз верхней сублиторали приморского побережья, на переднем плане куртина *М. японской*



1



2



3



4



5



Порядок Gigartinales

Семейство Gigartinaceae

Chondrus armatus (Harv.) Okam.

Хондрус шиповатый

Слоевище кустистое хрящеватое 5-25 см высоты, насыщенного красно-фиолетового цвета. Ветвление очередное, одностороннее и супротивное. Ветви плоские, к вершине постепенно суживаются. Боковые пролификации цилиндрические, шиповатые. Прикрепляется подошвой в нижней части клиновидного стволика.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются с июня по ноябрь. Цистокарпы погруженные, развиваются в конечных шиповатых веточках и на боковых пролификациях. Тетраспорангии формируются между корой и сердцевинкой, образуя сорусы неправильной формы.

Обитает в верхней сублиторали до глубины 25 м на каменистом и скалистом грунтах и на раковинах моллюсков. Изредка эпифитирует на крупных бурых водорослях. В зал. Петра Великого на глубинах 6-27 м в промысловых зарослях *Ahnfeltia tobuchiensis* встречается неприкрепленная форма.

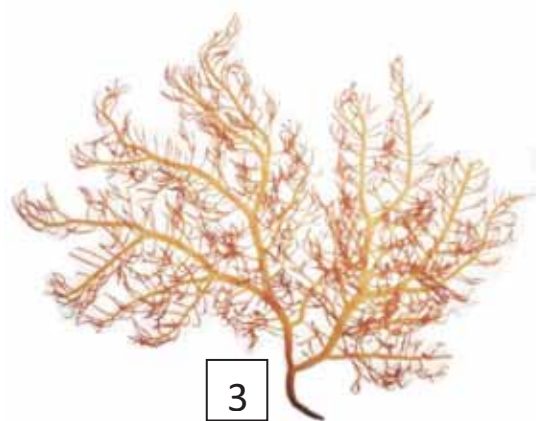
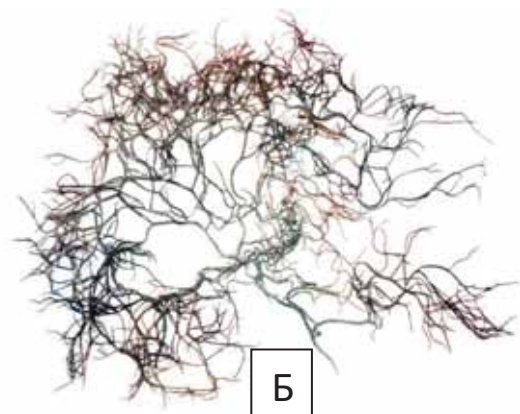
Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин; Курильские острова.

Используется в Японии и Корее как антибактериальное средство. Перспективный источник для производства каррагинана в России.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Chondrus armatus* (уменьш. в 2 раза): А – прикрепленная форма; Б – неприкрепленная форма из зарослей *Ahnfeltia tobuchiensis*
2. Вариации гаметофитов с карпоспорофитами *Хондруса шиповатого* (уменьш.)
3. Фрагмент женского гаметофита *Х. шиповатого* с цистокарпами в шиловидных веточках
4. Срез шиловидной веточки с цистокарпом (ув. 10^х)
5. Фитоценоз верхней сублиторали с участием *Х. шиповатого*
6. Сублиторальная ванна с поселениями *Х. шиповатого* в южном Приморье (б. Киевка)





Порядок Gigartinales

Семейство Gigartinaceae

Chondrus pinnulatus (Harv.) Okam.

Хондрус перистый

Слоевище кустистое хрящеватое уплощенное 5-10 см высоты, насыщенного фиолетово - или розовато - карминового цвета. Чрезвычайно выражен полиморфизм талломов. Ветвление дихотомическое, пальчатое и перистое. Ветви от линейных до широко - клиновидных с пролификациями по краям. Пролификации имеют вид зубцов или плоских веточек. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах, в сублиторали до глубины 15-17 м на каменистом, скалистом и песчаном с ракушечником грунтах у каменистых мысов и прибойных участков побережья. Встречается в сообществах бурых и красных водорослей и морских трав. Эпифитирует на ризоидах ламинариевых.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются с февраля по сентябрь. Цистокарпы крупные выпуклые, образуются на конечных веточках и в пролификациях. Тетраспорангии развиваются под корой, формируя небольшие сорусы в верхних ветвях слоевища.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин; Шантарские и Курильские острова.

Может использоваться в пищу и как источник каррагинана.

Подписи к рисункам

1 – 5. Полиморфизм талломов *Chondrus pinnulatus*

6. Открытая сублиторальная ванна с зарослями *Х. перистого* на южном побережье

Приморья





Порядок Gigartinales

Семейство Phyllophoraceae

Mastocarpus pacificus (Kjellm.) Perest.

Мастокарпус тихоокеанский

Слоевище в виде упругих хрящеватых кустиков с дихотомически разветвленными ветвями, достигающих 3-5 см высоты и 0,3-0,7 см ширины в верхней, наиболее широкой части. Цвет слоевища каштановый или фиолетово - карминовый. От базальной подошвы отрастают новые вертикальные узко - клиновидные побеги, обычно ветвящиеся на некотором расстоянии от подошвы. Ветви узкие или широкие. Края слоевища простые, иногда загнуты вовнутрь. По всей длине растений, особенно на вершине, развиваются небольшие сосочкообразные выросты – папиллы. Прикрепляется подошвой, от которой отрастают многочисленные вертикальные побеги, образуя куртины.

Вегетирует в течение года. Молодое поколение появляется осенью. Цикл развития гетероморфный. Органы размножения начинают формироваться весной и сохраняются вплоть до декабря. Цистокарпы образуются на папиллах, сорусы сперматангиев – на поверхности слоевища. Спорофит корковидный.

Обитает плотными куртинами на литорали, в литоральных ваннах на скалистом и каменистом грунтах вдоль участков побережья с высокой прибойностью. На литорали образует самостоятельные заросли. Вид чувствителен к загрязнению и одним из первых исчезает из литоральных фитоценозов в местах с сильным загрязнением.

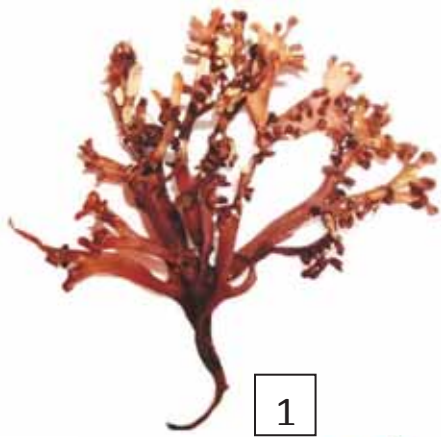
Широкобореальный тихоокеанский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Источник каррагинана.

Подписи к рисункам

- 1 - 4. Гаметофиты *Mastocarpus pacificus* с карпоспорофитами (натур. вел.)
5. Фрагмент женского гаметофита *Мастокарпуса тихоокеанского* с плодущими папиллами (увел. в 5 раз)
- 6 - 8. Литоральные фитоценозы водорослей южного Приморья с участием *М. тихоокеанского*



1



2



3



4



5



7



6



Порядок **Gigartinales**

Семейство **Phyllophoraceae**

Phyllophora orientalis A. Zin. et Mak.

Филлофора восточная

Слоевище тонкое, при высыхании пленчатое, до 5 см высоты, ярко-розового цвета в верхней части, более темного, буроватого внизу. Ветвление дихотомическое, пальчатое. Ветви ланцетовидные с округлыми раздвоенными верхушками. По бокам ветвей имеются пролификации. Пролификации могут быть сидячие или на коротком стебельке. Слоевище имеет тонкую одно-двурядную кору из пигментированных клеток, в центре пластины – 2-3 ряда крупных с толстыми оболочками клеток. Прикрепляется дисковидной подошвой. В промысловых зарослях анфельции слоевища неприкрепленные, достигают 12-15 см высоты, морфологически чрезвычайно вариабельны.

Вегетирует в течение года. Цикл развития не исследован. Карпоспорофит развивается на ветвях гаметофита. Цистокарпы выпуклые на обе стороны слоевища, формируются в верхней части ветвей параллельно краю сегментов в виде валика до 1 мм высоты. Неприкрепленная форма размножается вегетативно, прикрепленная – посредством карпоспор. Спорофит неизвестен.

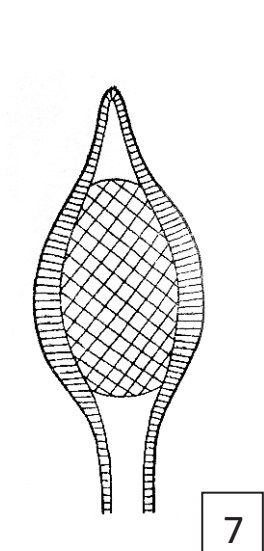
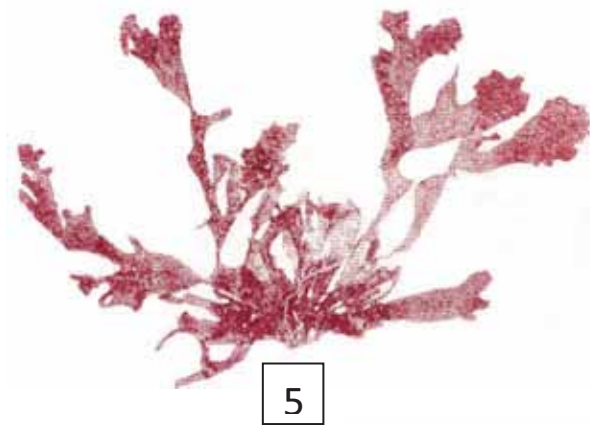
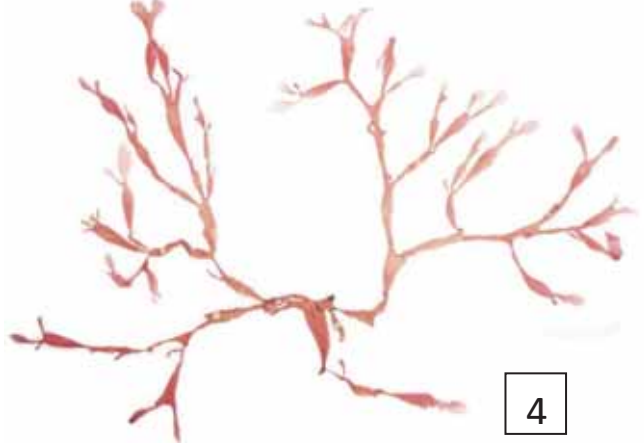
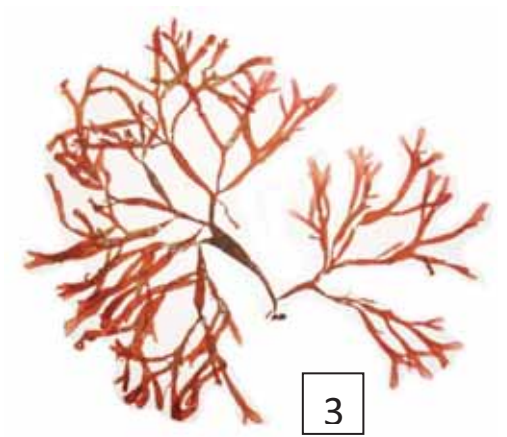
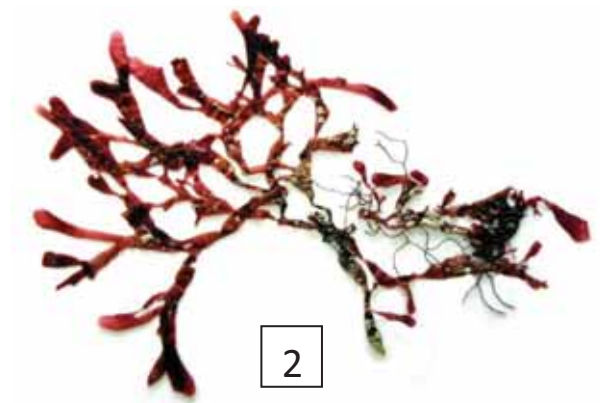
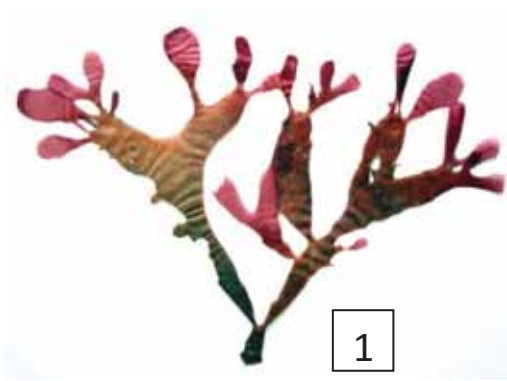
Обитает в сублиторали до глубины 10 м, на илистом и илисто-песчаном с камнями грунтах и раковинах моллюсков. Неприкрепленная форма обитает в пластах *Ahnfeltia tobuchiensis* до глубины 25-30 м.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в зал. Петра Великого, Японское море.

Подписи к рисункам

- 1 - 4. Образцы неприкрепленной *Phyllophora orientalis* из промысловых зарослей анфельции
5. Прикрепленная *Phyllophora orientalis* (по: Зинова, 1972)
6. Поперечный срез слоевища *Филлофоры восточной* (ув. 10^х)
7. Схема продольного среза через валик – цистокарп (по: Зинова, 1972)
8. Типовое место расположения зарослей анфельции с неприкрепленной *Ф. восточной* в б. Перевозная, зал. Петра Великого





Порядок Gigartinales

Семейство Phyllophoraceae

Ahnfeltiopsis flabelliformis (Harv.) Masuda

Анфельтиопсис вееровидный

Слоевище кустистое хрящеватое 3-8 (до 10) см высоты, темно-красного у основания и розоватого цвета в верхней части. Ветвление преимущественно дихотомическое. Ветви в нижней части таллома округлые или слегка сдавленные, в верхней - уплощенные с пальчато - разветвленными вершинками. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой. В промысловых зарослях *Ahnfeltia tobuchiensis* встречается в неприкрепленном состоянии.

Вегетирует в течение года. Цикл развития гетероморфный. Карпоспорофиты появляются в феврале. Выпуклые цистокарпы формируются на верхних ветвях таллома. Спорофит корковидный. Неприкрепленные слоевища органы размножения не образуют.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и верхней сублиторали до глубины 5 м на скалах и камнях и ракушечнике. Иногда эпифитирует на ризоидах крупных ламинариевых и фукусовых водорослей. Неприкрепленная форма встречается до глубины 25-30 м.

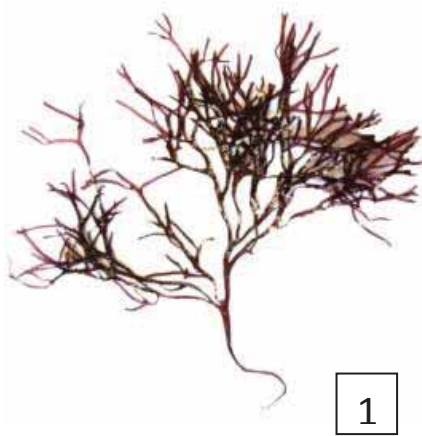
Низкобореально-тропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен: Японское море: материковое побережье, зап. побережье о. Сахалин, о. Монерон; Охотское море: южная часть о. Сахалин (зал. Анива).

Источник каррагинана.

Подписи к рисункам

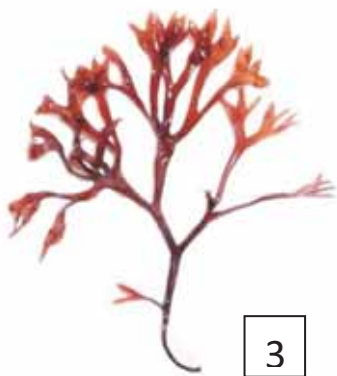
1. Внешний вид таллома *Ahnfeltiopsis flabelliformis*
2. *Анфельтиопсис вееровидный* с пальчато – разветвленными ветвями
3. Женский гаметофит *A. flabelliformis* с карпоспорофитами
- 4, 5. Неприкрепленная форма *A. вееровидного*
6. Верхняя часть таллома *анфельтиопсиса* с карпоспорофитами (увел. в 4)
7. Поперечный срез через цистокарп (ув. 10^х)
8. Куртины *A. вееровидного* в расщелине скал у берегов южного Приморья (б. Киевка)
9. Поселение *A. вееровидного* на дне неглубокого грота



1



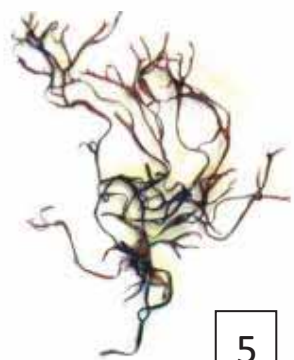
2



3



4



5



6



7



8



9



Порядок Rhodymeniales

Семейство Rhodymeniaceae

Chrysomenia wrightii (Harv.) Yam.

Хризимения Райта

Слоевище кустистое разветвленное мягкое, часто слизистое 10-25 (до 30) см высоты, розового или бледно - фиолетового цвета. Вдоль всего слоевища проходит полый цилиндрический осевой побег. Ветвление неправильное и очередное. Боковые ветви сужены в основании и к вершине. Прикрепляется подошвой.

В массовых количествах появляется летом. Цикл развития изоморфный. Полусферические цистокарпы образуются в августе на ветвях и веточках. Тетраспорангии развиваются в коровом слое спорофита в июле.

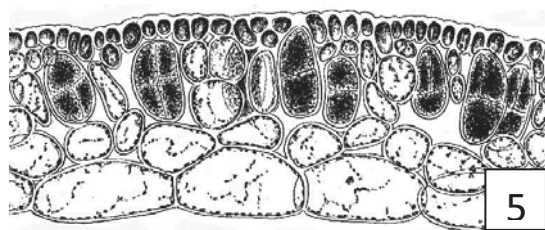
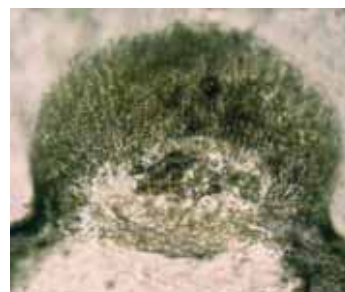
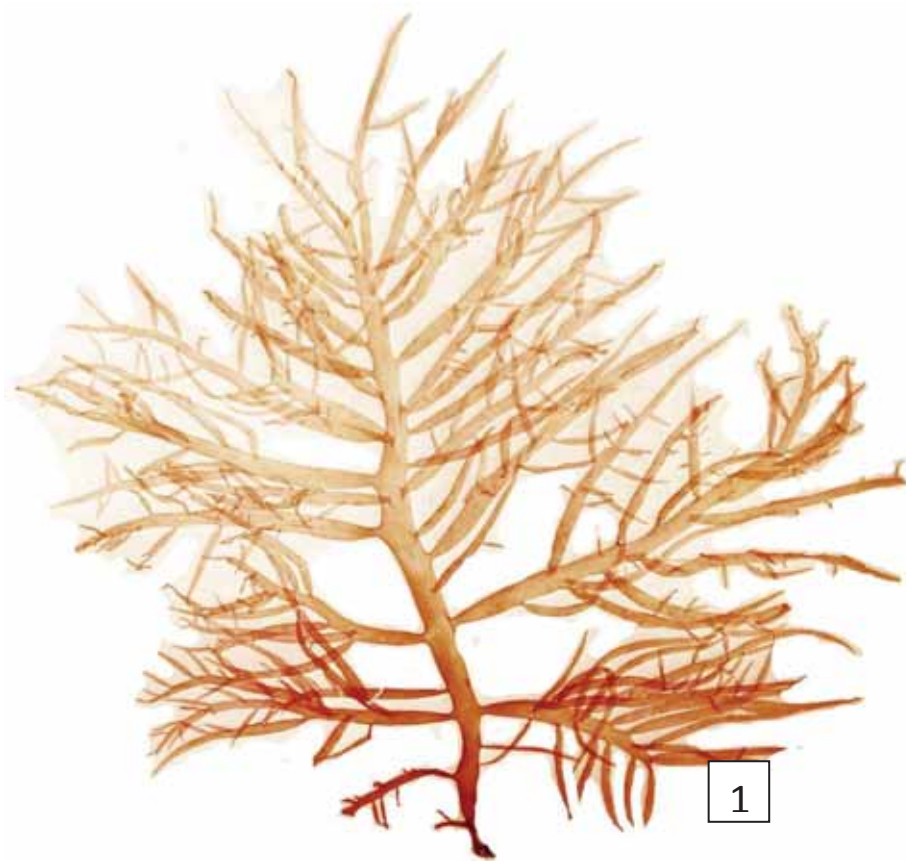
Обитает в сублиторали до глубины 8 м на каменистом или илисто-песчаном с вкраплением камней грунтах. Растет одиночными растениями или образует небольшие по площади заросли.

Бореально-тропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена у материкового побережья Японского моря от зал. Петра Великого до б. Рудная Пристань.

Подписи к рисункам

- 1, 2. Внешний вид слоевищ *Chrysomenia wrightii*
3. Фрагмент женского гаметофита *Хризимении Райта* с карпоспорофитами (увел.)
4. Срез через цистокарп *хризимении* (ув. 20^х)
5. Схема тетраспорангиев в коровом слое *хризимении* (по: Smith, 1938)





Порядок Rhodymeniales

Семейство Rhodymeniaceae

Sparlingia pertusa (P. et R.) Saund., Strach. et Kraft

Спарлингия продырявленная

Слоевище пластинчатое тонкоперепончатое перфорированное от 5 до 25 см высоты и 5-15 см ширины, фиолетово - карминового или ярко - розового цвета. На глубине 15 и более метров встречаются экземпляры 1-1,5 м высоты и 0,4-0,5 м ширины. Пластина овальная, цельная или пальчато - рассеченная, волнистая по краю. Перфорации округлые, овальные или щелевидные. Кора состоит из 1-2 рядов пигментированных клеток, в центре пластины располагаются 2-3 ряда крупных бесцветных клеток. Основание пластины переходит в ствол, оканчивающийся круглой подошвой, на котором часто развиваются немногочисленные упругие зубчики до 1-1,5 см длины, которые, по видимому, дают начало новым пластинам.

Вегетирует в течение года. Зимой большая часть пластины разрушается. Цикл развития изоморфный. Проростки появляются в конце августа. Органы размножения образуются в марте-июле. Цистокарпы крупные выпуклые, располагаются по всей поверхности пластины женского гаметофита. Сперматангии образуют небольшие сорусы на верхней части пластины. Тетраспорангии образуют небольшие округлые сорусы по всему слоевищу спорофита или на его вершинах.

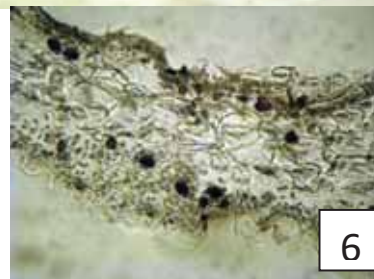
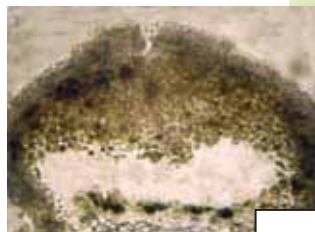
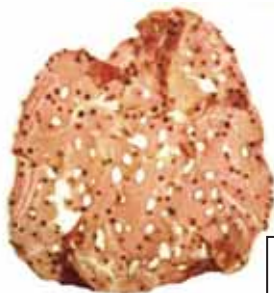
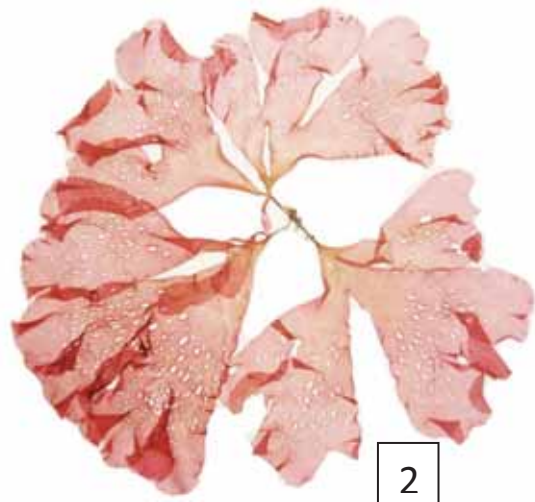
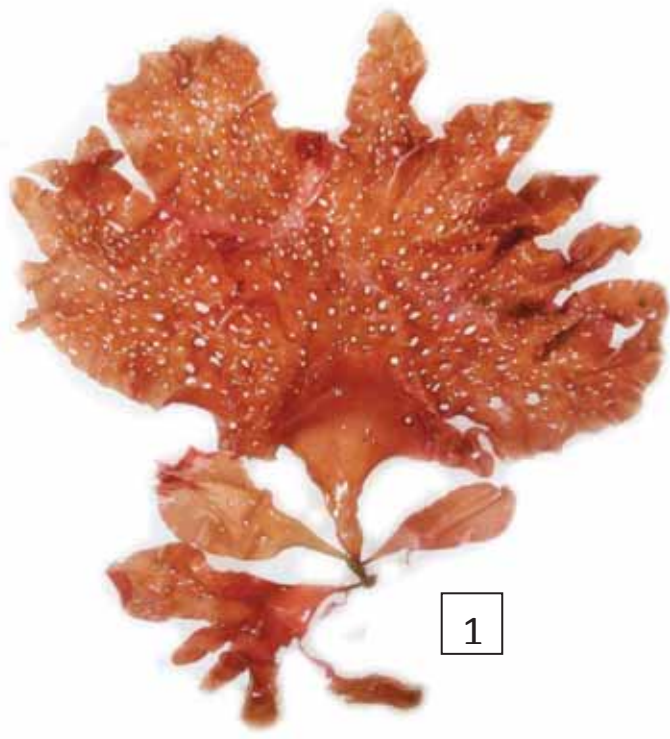
Обитает в сублиторали на каменистом и скалистом грунтах и створках моллюсков до глубины 5-15 м, иногда опускается до 30-45 м. Встречается одиночными экземплярами в сообществе других водорослей.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

- 1, 2. Внешний вид *Sparlingia pertusa* (уменьш.)
3. Поперечный срез слоевища *Спарлингии продырявленной* (ув. 10^x)
4. Фрагмент пластины *спарлингии* с карпоспорофитами (увел.)
5. Поперечный срез через цистокарп (ув. 20^x)
6. Тетраспорангии в коровом слое *С. продырявленной* (ув. 10^x)
7. *С. продырявленная* в верхней сублиторали (по: Растения мира, 1979)





Порядок Rhodymeniales

Семейство Lomentariaceae

Lomentaria hakodatensis Yendo

Ломентария хакодатская

Слоевище в виде разветвленных мягких кустиков 2-8 см высоты, отходящих от стелющихся побегов, желтовато - розового цвета. Центральная ось и боковые ветви цилиндрические, внутри полые. Ветвление супротивное или поочередное. Конечные веточки короткие оттопыренные на вершине острые. Вертикально растущие побеги имеют пирамидальное очертание.

Вегетирует с октября по сентябрь. Цикл развития изоморфный. Цистокарпы появляются в июле по всему слоевищу и снабжены остиолью, расположенной на вытянутой вершинке перикарпа. Сперматангии образуют обширные сорусы. Тетраспорангии формируются в июне в маленьких поверхностных ямках корового слоя, во второй половине июля тетраспоры рассеиваются. В сентябре цикл развития завершается. В октябре вновь появляются куртины с молодыми вертикальными побегами.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах, в расщелинах скал каменистых мысов. Часто заселяет плотными дернинами хорошо прогреваемые участки побережья. Растет отдельными куртинами среди других видов литоральных водорослей.

Низкобореально - субтропический вид.

На российском Дальнем Востоке распространена по материковому побережью Японского моря от зал. Петра Великого до Татарского пролива, у берегов о. Монерон, островов Сахалин и Кунашир.

Подписи к рисункам

1. Куртина *Lomentaria hakodatensis*
2. Фрагмент женского гаметофита *Ломентарии хакодатской* с карпоспорофитами (увел.)
3. Цистокарпы *L. hakodatensis* (ув. 10^x)
4. Тетраспорангии в поверхностной ямке корового слоя *ломентарии* (ув. 20^x)
5. Пирамидальное очертание вертикальных побегов таллома *Л. хакодатской*
- 6 – 7. Литоральные фитоценозы с *Ломентарией хакодатской* в южном Приморье



1



2



3



4



6



5



7



Порядок **Ceramiales**

Семейство **Ceramiales**

Ceramium japonicum Okam.

Церамиум японский

Слоевище кустистое членистое мягко - хрящеватое, 2 - 7 см высоты, розово - фиолетового цвета. Тип структуры слоевища одноосевой. Сверху слоевище покрыто мелкоклеточной корой. Ветвление неправильное или дихотомическое. Ветви густо покрыты мелкими веточками, суживающимися к вершине и основанию. Верхушки конечных веточек прямые или вильчатые. Прикрепляется ризоидами.

Вегетирует в течение года. За период вегетации сменяется несколько поколений. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в июне. Цистокарпы крупные, формируются на конечных веточках. Тетраспорангии развиваются в коре на стыках клеток внутренней оси, образуя хорошо заметные пояски.

Обитает на литорали у открытых мысов и в сублиторали до глубины 7 - 10 м на каменистых и скальных грунтах, также раковинах моллюсков. Часто эпифитирует на бурых, красных водорослях и морских трав. Вид чувствителен к загрязнению.

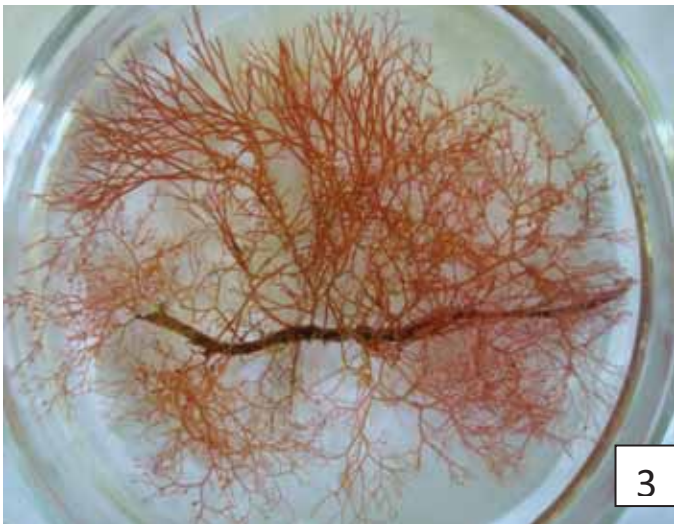
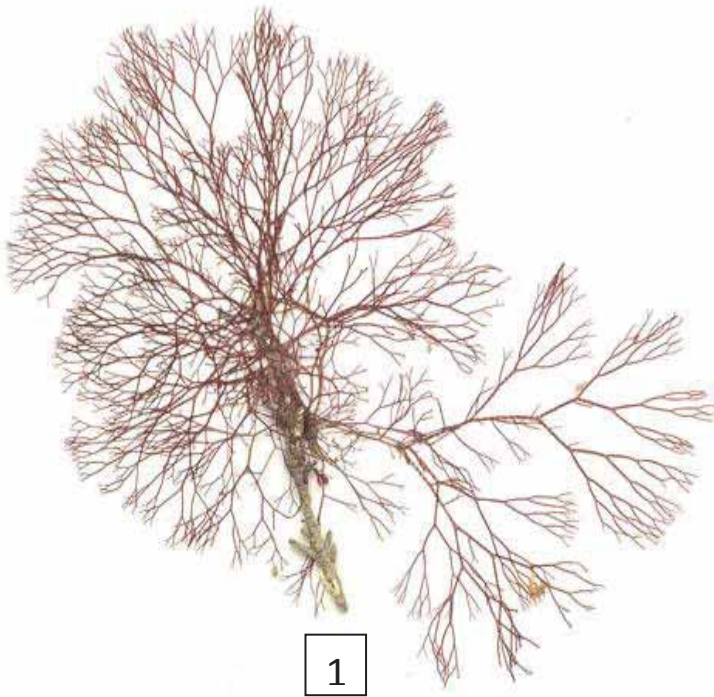
Низкобореально - тропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Водоросли рода *Ceramium* используют на Филиппинах как антибактериальное средство.

Подписи к рисункам

- 1, 2, 3. Внешний вид *Ceramium japonicum*
4. Конечные веточки *церамиума* с прямыми вершинками (увел.)
5. Фрагмент веточки *Церамиума японского* с гонимобластом (ув. 10^x)
6. Веточка *Ц. японского* с поясками тетраспорангиев (ув. 10^x)
7. Поселение *Ц. японского* в литоральной ванне





Порядок **Ceramiales**

Семейство **Ceramiaceae**

Ceramium kondoi Yendo

Церамиум Кондо

Слоевище кустистое членистое мягко - хрящеватое грубонитевидное 3-20 см высоты, фиолетово-пурпурного цвета. Тип структуры слоевища одноосевой. Ветвление ди- и трихотомическое. Ветви отходят со всех сторон, суживаются к вершине. Верхушки конечных веточек тонкие волосовидные, согнуты внутрь, образуя "щипчики". Прикрепляется ризоидами.

Вегетирует в течение года. За период вегетации сменяется несколько поколений. Цикл развития изоморфный. Органы размножения развиваются в июне. Цистокарпы формируются на ветвях и конечных веточках гаметофита. Тетраспорангии погружены в кору по всей поверхности ветвей.

Обитает на литорали каменистых открытых мысов и в сублиторали до глубины 10 и более метров на илисто-песчаных грунтах с камнями и ракушечником. Часто эпифитирует на слоевищах крупных водорослей и листьях морских трав. Вид чувствителен к загрязнению.

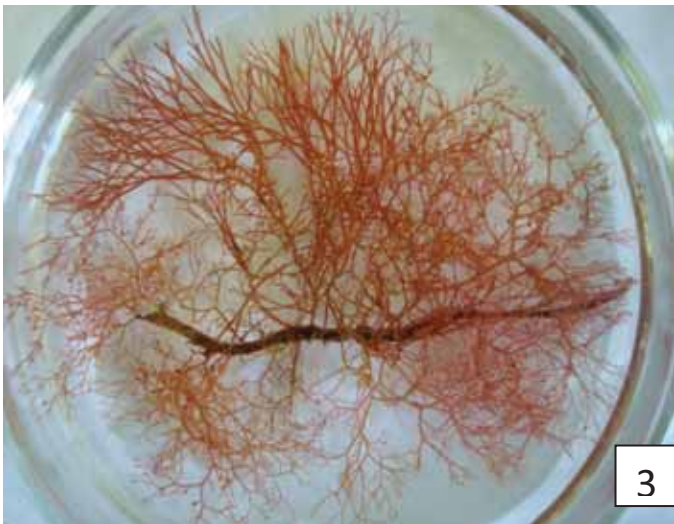
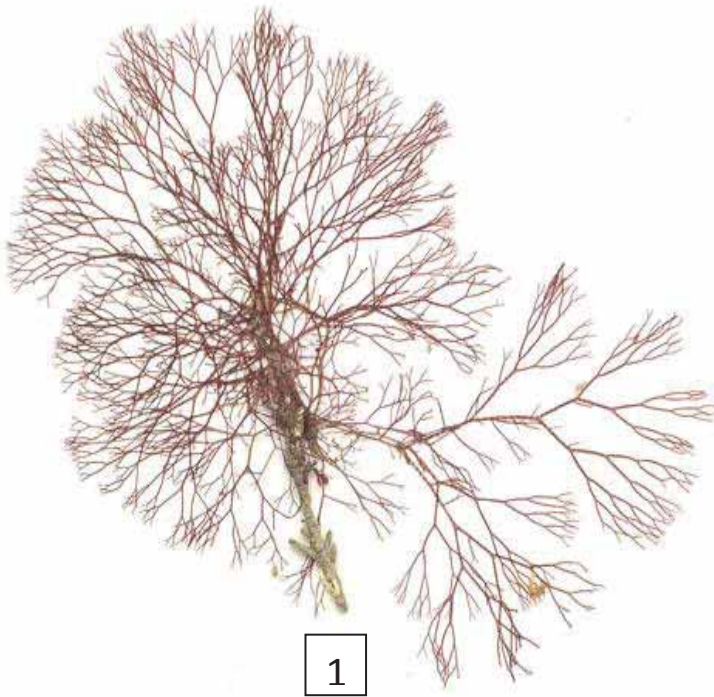
Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

В Японии из *Ceramium kondoi* готовят десерты.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Ceramium kondoi*
2. Фрагмент слоевища *Церамиума Кондо* с веточками, оканчивающимися "щипчиками" (увел.)
3. Конечная веточка *церамиума* с волосовидными кончиками в виде "щипчиков" (ув. 10^x)
4. Гонимобласт *Ц. Кондо* (А) и пояски тетраспорангиев (Б) (ув. 10^x)
5. Эпифит *Церамиум Кондо* на красной водоросли *Neorhodomela larix* (А) и на листе морской травы *Zostera asiatica* (Б)
6. *Церамиум Кондо* с эпифитом *Porphyra*
7. Фитоценоз литоральной ванны с участием *Ц. Кондо*





Порядок **Ceramiales**

Семейство **Ceramiaceae**

Campylaephora hypnaeoides J. Ag.

Кампилефора гипнеевидная

Слоевище кустистое густо разветвленное мягкое хрящеватое 5-20 см высоты насыщенно розового или карминового цвета. Тип структуры одноосевой. Центральная ось образована одним рядом крупных бесцветных клеток, покрытых корой. Верхние части ветвей тонкие волосовидные. Конечные участки некоторых ветвей раздуты и серповидно изогнуты, в виде хорошо заметных крючков. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Массовое развитие приходится на вторую половину лета - начало осени. Цикл развития изоморфный. Органы размножения образуются по всему слоевищу в июне. Цистокарпы формируются на боковых ветвях. Гонимобласт сверху покрыт веточками обертки. Тетраспорангии развиваются в коровом слое и рассеяны по всему слоевищу.

Обитает в сублиторали до глубины 7 - 10 м на скалистом, каменистом или илисто-песчаном с камнями грунтах. Часто эпифитирует на крупных слоевищах *Sargassum*, *Coccophora*, *Silvetia*, а также на красных водорослях и морских травах. В местах, защищенных от прибоя, образует спутанные шаровидные массы.

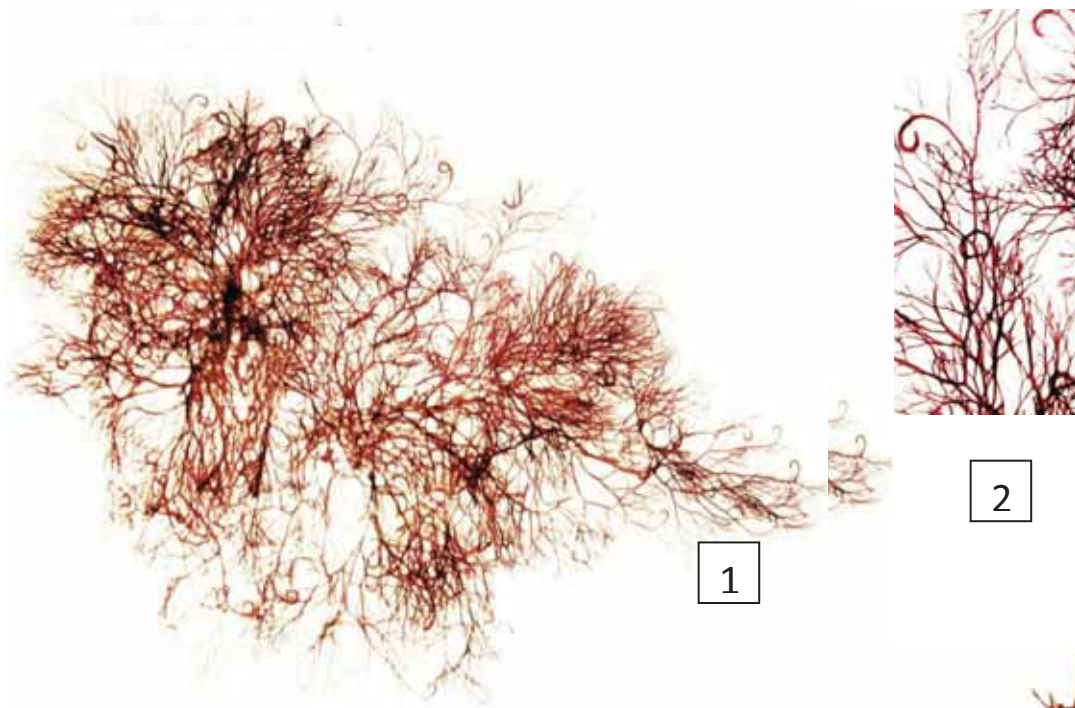
Низкобореально-тропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Курильских островов.

Используют в пищу, добавляя в супы и гарниры.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Campylaephora hypnaeoides*
2. Верхняя раздутая часть ветвей *Кампилефоры гипнеевидной* ("крючок")
3. Женский гаметофит *К. гипнеевидной* с карпоспорофитом (цистокарпами)
4. Скопление *кампилефоры* в верхней сублиторали (по: Растения мира, 1979)
5. Разреженный фитоценоз красных водорослей верхней сублиторали (*Campylaephora hypnaeoides* + *Neorhodomela larix*) южного Приморья
6. Массовое скопление слоевищ *К. гипнеевидной* в затишных местах побережья



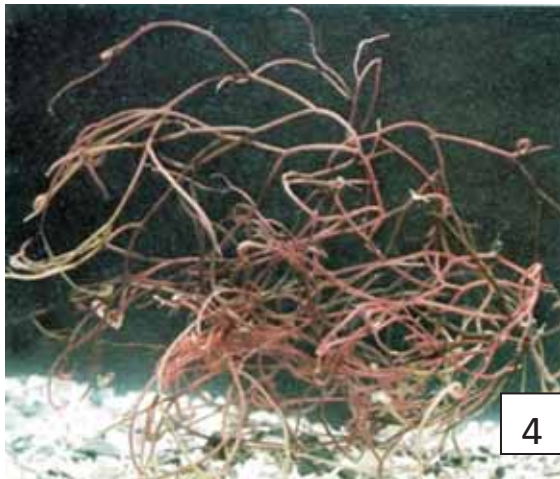
1



2



3



4



5



6



Порядок Ceramiales

Семейство Wrangeliaceae

Ptilota filicina J. Ag.

Птилота папоротниковидная

Слоевище кустистое многократно разветвленное до 40 см высоты фиолетово - карминного цвета. Главные ветви уплощенные 2-3 мм ширины, конечные веточки плоские, с расположенными по краю листовидными выростами с острой вершинкой и пильчатым краем. Прикрепляется подошвой. Встречается неприкрепленная форма.

Вегетирует в течение года. Подошва с нижней частью таллома зимует. Активный рост наблюдается в апреле - мае. Цикл развития изоморфный. Тетраспорангии образуются на разветвленных веточках спорофита в мае. Сперматангии в виде метелочек появляются на мужском гаметофите в феврале. Цистокарпы формируются на женском гаметофите в июне, располагаясь по 1-2 на укороченных верхних веточках.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 10 м. Неприкрепленная форма встречается на глубине 20-30 м в промысловых зарослях *Ahnfeltia tobuchiensis*. Прикрепленная форма образует разреженные заросли. Эпифитирует на крупных водорослях.

Широкобореальный вид.

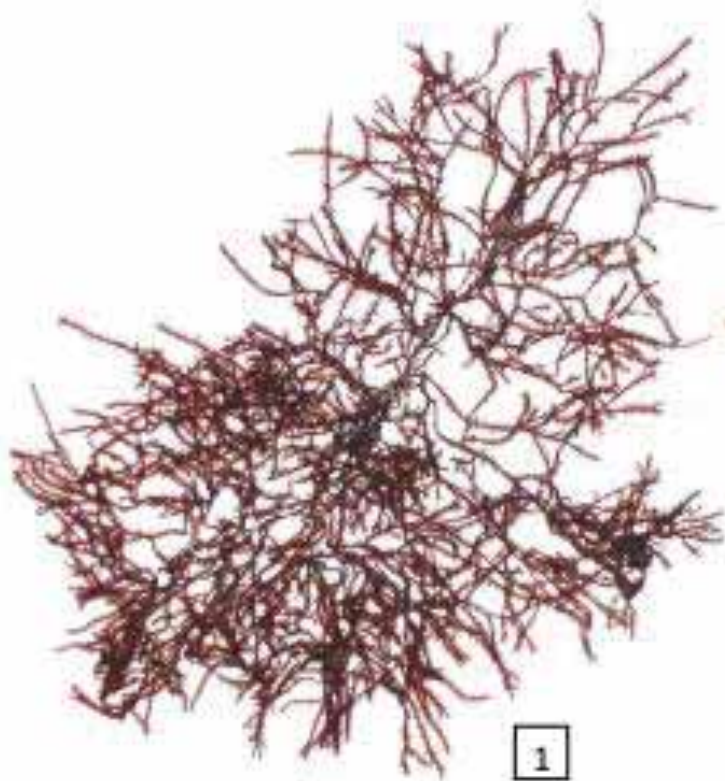
На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Является сырьем для получения гелеобразующих веществ.

Примечание. Слоевища неприкрепленной формы достигают 30 см высоты, многократно разветвленные, темно - карминового цвета. Стерильная

Подписи к рисункам

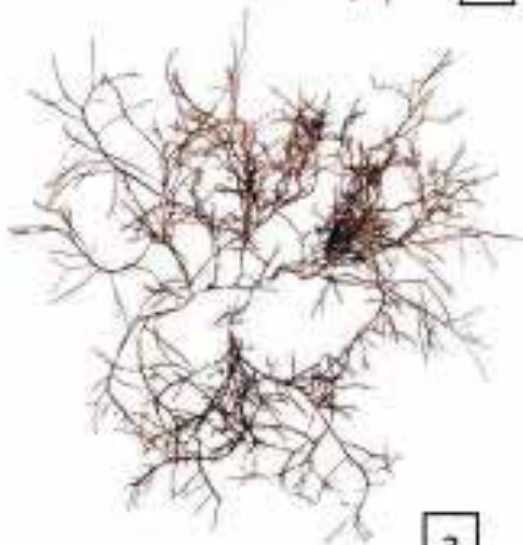
1. Прикрепленный таллом *Ptilota filicina* (1/2 натур. вел.)
2. Листовидные выросты с пильчатым краем на верхних ветвях слоевища *птилоты*
3. Неприкрепленная форма *Ptilota filicina* с поля анфельции (1/4 натур. вел.)
4. Фрагменты слоевищ женского (А), мужского (Б) гаметофитов и спорофита (В) *Птилоты папоротниковидной*
5. *П. папоротниковидная* на камнях верхней сублиторали (по: Растения мира, 1979)



1



2



3



4



5



6



7



Порядок Ceramiales

Семейство Wrangeliaceae

Ptilota phacelocarpoides A. Zin.

Птилота фацелокарповидная

Слоевище кустистое неправильно или перисто разветвленное до 8 см высоты темно-карминного цвета. Главный побег не выражен, кустик имеет вид розетки. От краев ветвей отходят супротивно расположенные веточки до 1 мм длины, имеющие клиновидную форму с острой вершинкой и гладким краем. Прикрепляется подошвой. Встречается и неприкрепленная форма.

Активный рост слоевища происходит с апреля по июнь. Цикл развития изоморфный. Сперматангии появляются в основании веточек мужского гаметофита в марте. Цистокарпы формируются на мелких боковых веточках в июле. Тетраспорангии образуются в июне.

Обитает на глубинах от 0,5 до 15 м. Растет среди корневищ морских трав и ризоидов ламинариевых. Эпифитирует на крупных водорослях. Неприкрепленная форма встречается на промысловых полях *Ahnfeltia tobuchiensis* до глубины 30 м.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, западные и южные берега о. Сахалин, Курильские острова.

Примечание. Неприкрепленная форма *Ptilota phacelocarpoides* достигает 10-15 см высоты. Стерильная. Образует небольшие самостоятельные скопления вблизи полей анфельции.

Подписи к рисункам

1. Прикрепленная *Ptilota phacelocarpoides*
2. Увеличенный фрагмент слоевища *Птилоты фацелокарповидной*
3. Неприкрепленная форма *Ptilota phacelocarpoides* с промыслового поля анфельции
4. Женский гаметофит *П. фацелокарповидной*
5. Вершинка слоевища *птилоты* с гладкими веточками
6. Цистокарп *П. фацелокарповидной*, расположенный на боковой веточке (ув. 10^x)
7. Тетраспорангий *П. фацелокарповидной* (ув. 10^x)



1



2



3

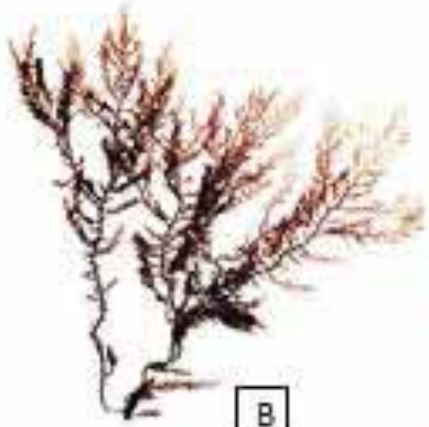


A

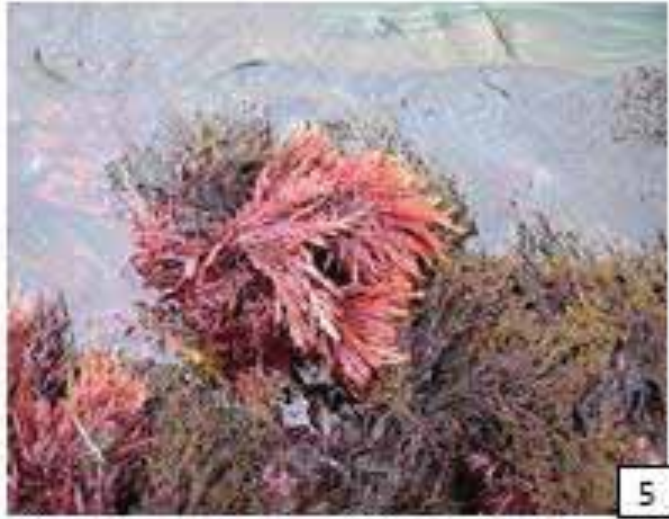


B

4



B



5



Порядок Ceramiales

Семейство Delesseriaceae

Tokidadendron bullata (Gardn.) Wynne

Токидадендрон пузырчатый

Слоевище кустистое 10-20 см высоты, фиолетово - карминового с коричневым оттенком цвета. Боковые ветви образованы ребрами нескольких распавшихся материнских пластин, растущих на одной подошве. Листовидные пластины пленчатые 3 - 5 см длины, до 1 см ширины, овальные со средним ребром и гладким волнистым краем. От среднего ребра отходят парные боковые жилки, доходящие почти до краев пластины. Пластины с возрастом разрушаются до среднего ребра, выполняющего в дальнейшем роль стебелька. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Массовое развитие и размножение приходится на конец лета. Цикл развития изоморфный. Цистокарпы появляются в июле на ребрах и жилках. Тетраспорангии формируются в июне и разбросаны по всей пластине.

Обитает в сублиторали до глубины 30 м на каменистых и скалистых грунтах. Растет одиночными слоевищами. Эпифитирует на слоевищах крупных водорослей.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен на материковом побережье Японского моря, у берегов о. Сахалин и Курильских о-вов.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевища *Tokidadendron bullata* (уменьш. в 2 раза)
2. Апикальная часть пластины *Токидадендрона пузырчатого* (ув. 10^x)
3. Фрагмент слоевища *T. пузырчатого* с карпоспорофитами (ув. 2^x)
4. Поперечный срез цистокарпа *токидадендрона* (ув. 10^x)
5. Фрагмент стерильного слоевища *T. пузырчатого* (натур. вел.)
6. Фрагмент тетраспорофита *токидадендрона* (ув. 4^x)
- 7, 8. Тетраспорангии *T. пузырчатого*, вид с поверхности (ув. 10^x)





Порядок **Ceramiales**

Семейство **Delesseriaceae**

Neohyrophyllum middendorffii (Rupr.) Wynne

Неогипофиллум Миддендорфа

Слоевище кустистое 8-20 см высоты состоит из нескольких целых или рассеченных материнских пластин, растущих на одной подошве, красно - карминового с фиолетовым оттенком цвета. Пластины пленчатые линейные с волнистыми краем и отчетливым средним ребром, исчезающим к вершине, 4-6 см высоты, 1-3 см ширины. От ребра отходят многочисленные пролификации. При развитии молодых пластин материнские - разрушаются. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Массовое развитие и размножение происходит летом. Цикл развития изоморфный. Органы размножения образуются на листочках, расположенных вдоль среднего ребра. Тетраспорангии появляются в июне, цистокарпы – в июле. Выход спор наблюдается в августе-сентябре.

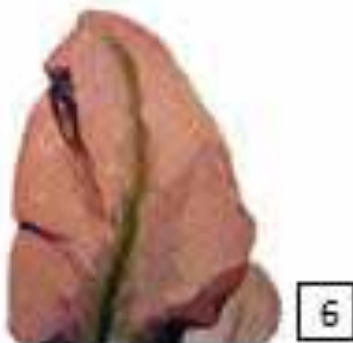
Обитает в сублиторали до глубины 15 м на скалистом, каменистом с вкраплением песка и ила грунтах. Растет одиночными слоевищами. Встречается в поселениях ламинариевых водорослей.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Камчатки, Шантарские и Курильские о-ва.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид слоевища *Neohyrophyllum middendorffii* (уменьш. в 2 раза)
2. Фрагмент стерильного слоевища *Неогипофиллума Миддендорфа*
3. Женский гаметофит с карпоспорофитами
4. Фрагмент женского гаметофита с цистокарпами вдоль продольной жилки
5. Поперечный срез цистокарпа (ув. 10^x)
6. Верхняя часть пластины тетраспорофита *Н. Миддендорфа* с тетраспорангиями вдоль ребра (ув. 5^x)
7. Тетраспорангии, вид с поверхности пластины (ув. 10^x)





Порядок Ceramiales

Семейство Delesseriaceae

Congregatocarpus pacificus (Yamada) Mikami

Конгрегатокарпус тихоокеанский

Слоевище в виде разветвленного куста с листообразными пластинами до 30 и более см. высоты ярко-вишневого цвета. Пластины крупные ланцетовидные с четким ребром и боковыми жилками, 10-15 см длины и 3-5 см ширины с волнистым краем и округлой верхушкой. Молодые пластины тонкие однослойные. Старая пластина толстая, разорванная до ребра и жилок. Прикрепляется подошвой со столонами.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в конце лета. Активный выход спор начинается в октябре. Цистокарпы и сперматангии формируются на листочках вдоль ребер пластин. Тетраспорангии образуют сорусы по всей поверхности пластины. В начале весны старые пластины разрушаются и одновременно происходит формирование молодых.

Обитает в сублиторали на глубинах 5-20 м (изредка глубже) на скалистом и каменистом грунтах. Встречается в зарослях ламинариевых водорослей. Образует глубоководные сообщества с другими видами красных водорослей.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин, Курильские о-ва. Встречается в Беринговом море на Командорских о-вах и берегах Камчатки.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Congregatocarpus pacificus* (уменьш.)
- 2, 3. Фрагменты слоевища *C. pacificus* с карпоспорофитами (увел. 2^x)
4. Выбросы *Конгрегатокарпуса тихоокеанского* у побережья южного Приморья, б. Киевка
5. Куртина *К. тихоокеанского* в верхней сублиторали (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)





Порядок **Ceramiales**

Семейство **Delesseriaceae**

Delesseria serrulata Harv.

Делессерия мелкопильчатая

Слоевище кустистое тонкое слизистое 5-20 см высоты с листовидными пластинами 3-10 см длины, 1 см ширины с заостренной верхушкой и выпуклым средним ребром и зубчатым краем, фиолетово - карминового цвета. От ребра отходят поочередно с двух сторон множественные пролификации. Пластины с возрастом разрушаются до среднего ребра, который приобретает вид стволика. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Проростки появляются в сентябре-октябре. Цикл развития изоморфный. Органы размножения образуются в июне следующего года. На листочках, отходящих от среднего ребра, закладываются цистокарпы с отверстием (остиолью) на вершинке. Сорусы тетраспорангиев формируются вдоль среднего ребра конечных веточек.

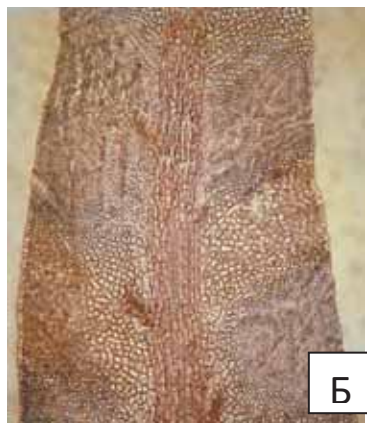
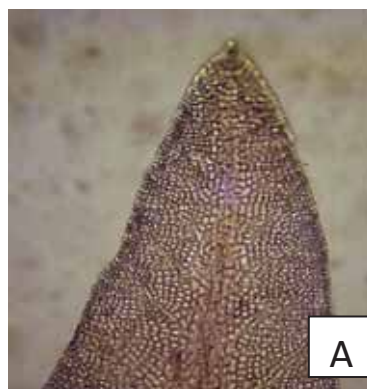
Обитает в верхней сублиторали до глубины 6 м на скалистых и каменистых грунтах. Растет на открытых хорошо аэрируемых мысах.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке ареал вида разорван. *Д. мелкопильчатая* встречается в зал. Петра Великого Японского моря, у юго-западных берегов о. Сахалин и у побережья о. Монерон.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Delesseria serrulata* (уменьш.)
2. Увеличенный фрагмент слоевища *Д. мелкопильчатой* с пролификациями
3. Женский гаметофит с карпоспорофитами (уменьш.)
4. Вид пластины *Д. мелкопильчатой* с поверхности (ув. 10^х): А – верхняя часть, Б – средняя часть, В – нижняя часть пластины с пролификациями





Порядок Ceramiales

Семейство Delesseriaceae

Phycodrys riggii Gardn.

Фикодрис Ригги

Слоевище кустистое 10-20 см высоты шоколадно - или фиолетово - карминового цвета. Ветви в виде пленчатых листовидных пластин до 4 см длины с ребром, отчетливыми жилками и зубчатым краем. Пластина однослойная. Ребро и жилки многослойные. Железистые клетки встречаются редко. У спорофита в период размножения зубчатые выросты с тетраспорангиями образуют густую бахромку по краю пластины. Старые пластины в нижней части разрушаются до среднего ребра. От подошвы, побегов и оголенных ребер развиваются столоны, которыми слоевище дополнительно прикрепляется к грунту. От столонов вырастают новые молодые пластины.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения начинают закладываться в июне. Цистокарпы с остиолью, рассеяны по всей пластине. Тетраспорангии развиваются в сорусах вдоль ребра и жилок.

В

Обитает в сублиторали на глубине 6-10, иногда уходит до 40 м на илисто-песчаном и каменистом грунтах. Зарослей не образует. Часто поселяется среди ламинариевых и других видов крупных водорослей.

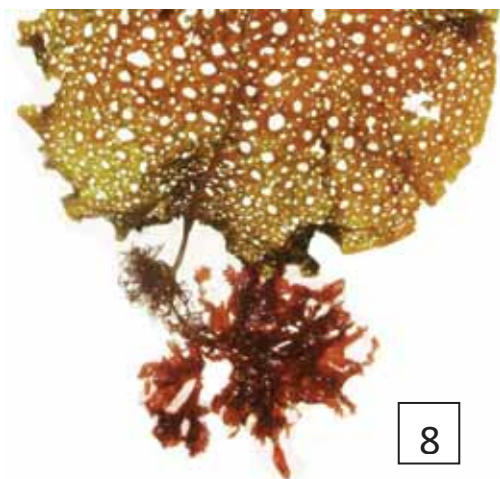
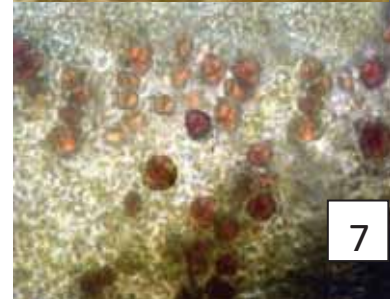
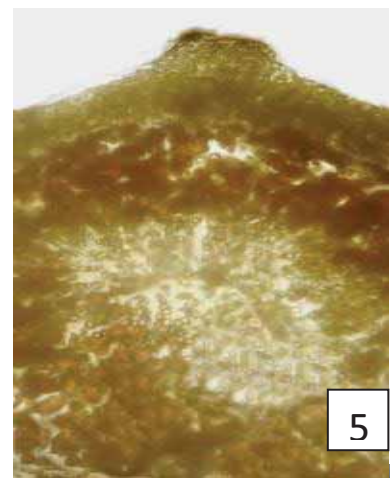
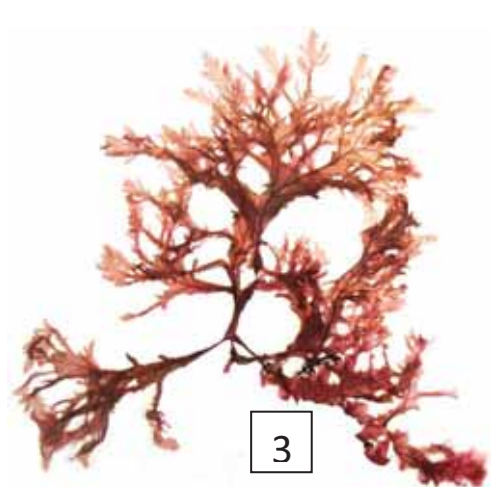
Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Phycodrys riggii* (уменьш. в 3 раза)
2. Выбросы *Ф. Ригги* на каменистой литорали (по: <http://www.seaweeds of Alaska>)
3. Женский гаметофит *Ф. Ригги* (уменьш.)
4. Фрагмент женского гаметофита *фикодриса* с карпоспорофитами
5. Срез через цистокарп с остиолью на вершине (ув. 20^x)
6. Фрагмент тетраспорофита *Ф. Ригги*
7. Тетраспорангии с поверхности слоевища (ув. 20^x)
8. *Фикодриса Ригги* – эпифит *Agarum clathratum*
9. Массовые весенние выбросы *делессериевых* с преобладанием *Ф. Ригги* в б.

Устинова, зал. Петра Великого





Порядок Ceramiales

Семейство Delesseriaceae

Phycodrys vinogradovae Perest. et Guss.

Фикодрис Виноградовой

Слоевище кустистое многократно разветвленное 10-20 см высоты, шоколадно - бурого или фиолетово-карминового цвета. Боковые пластины однорядные листовидные пленчатые до 4 см длины с рельефными жилками и язычковидными лопастями по краям. В коре пластины развиваются железистые клетки. От нижней части слоевища и подошвы развиваются столоны, прикрепляющие слоевище к грунту. От столонов отрастают молодые побеги.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения начинают закладываться в июне. Цистокарпы рассеяны по пластине. Тетраспорангии развиваются в мелких пролификациях по краю пластины имеющих вид бахромы.

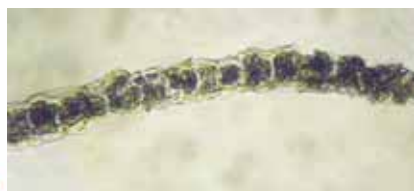
Обитает в верхней сублиторали до глубин 6-10 м, иногда встречается до глубины 40 м на песчаном и каменистом грунтах. Зарослей не образует. Часто поселяется среди ламинариевых или других видов крупных водорослей.

Бореально - приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин, Шантарских и Курильских о-вов.

Подписи к рисункам

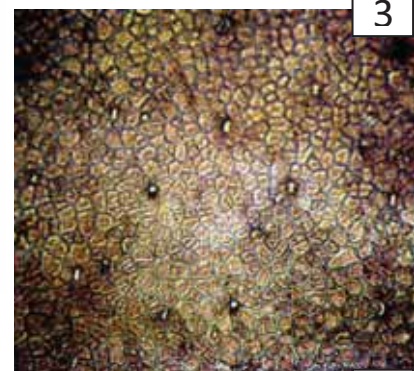
1. Внешний вид *Phycodrys vinogradovae* (уменьш. в 2 раза)
2. Поперечный срез пластины *Фикодриса Виноградовой* (ув. 10^x)
3. Поперечный срез пластины *фикодриса* через жилку (ув. 10^x)
4. Железистые клетки в пластинах, вид с поверхности (ув. 10^x)
5. Тетраспорофит *Ф. Виноградовой* (уменьш. в 2 раза)
6. Тетраспорангии на краевых пролификациях пластины (ув. 5^x)
7. Фрагмент женского гаметофита *Ф. Виноградовой* с карпоспорофитами (ув. 5^x)
8. Схема структуры цистокарпа *фикодриса* с гонимобластом (1), карпоспорами (2) и остиолью (3) (по: Kylin, 1937)



2



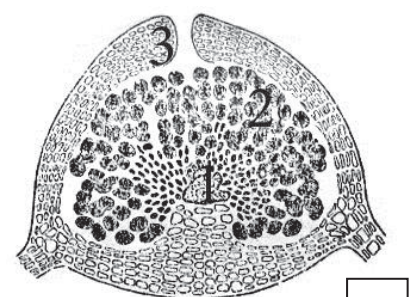
3



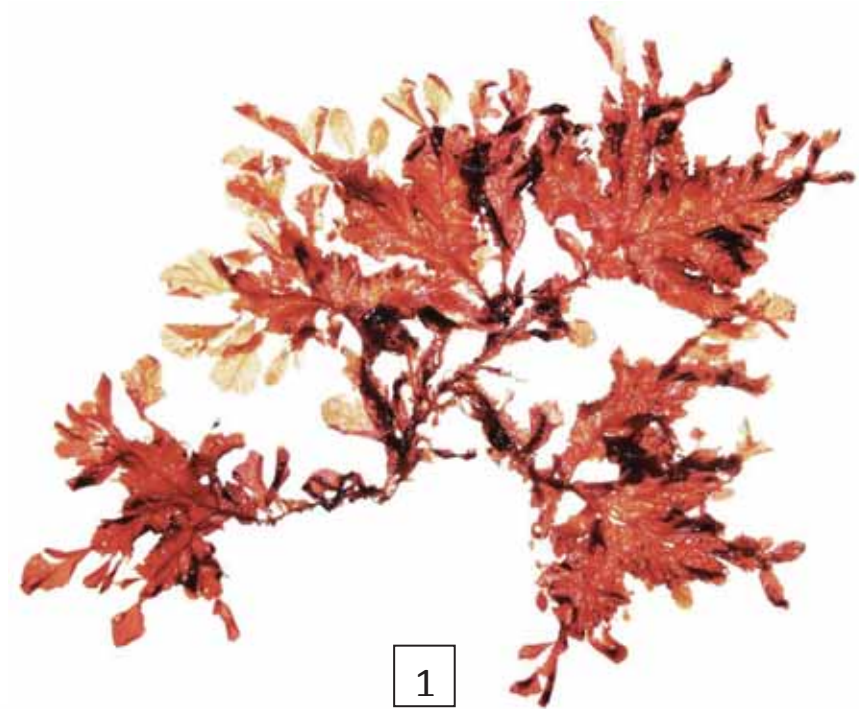
4



6



8



1



5



7



Порядок Ceramiales

Семейство Delesseriaceae

Nienburgia angusta A. Zin.

Нинбургия узкая

Слоевище кустистое тонкое 1-8 см высоты красно - фиолетового цвета. Ветви линейные с хорошо заметной центральной жилкой и мелкими, едва различимыми боковыми жилками. По краю ветвей образуются зубчатые пролификации, прорастающие в молодые боковые ветви. Молодая пластина состоит из одного ряда крупных бесцветных клеток, покрытых однослойной корой, в старой пластине кора многослойная. Прикрепляется стелющимися побегами и отходящими от них ризоидами.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в октябре. Цистокарпы полусферические с остиолью, развиваются на боковых веточках. Сорусы тетраспорангиев образуются на боковых веточках, пролификациях или по краю пластин.

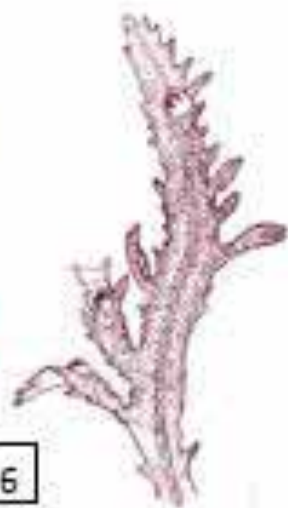
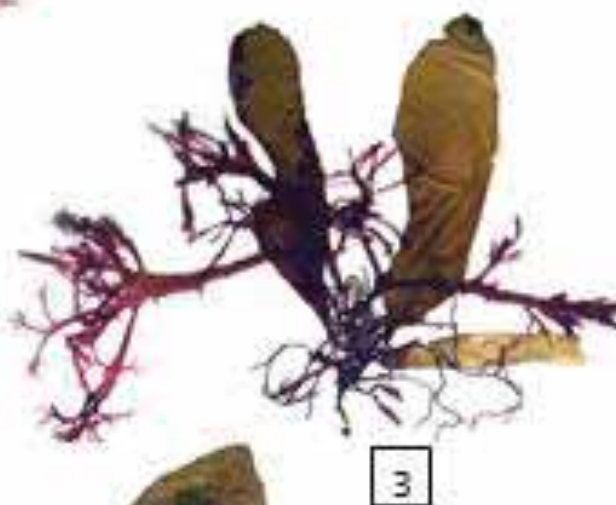
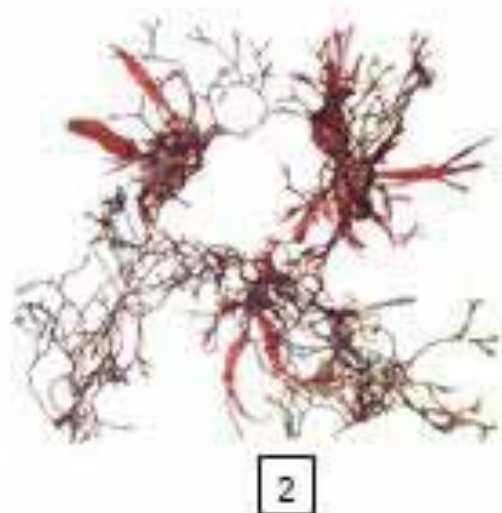
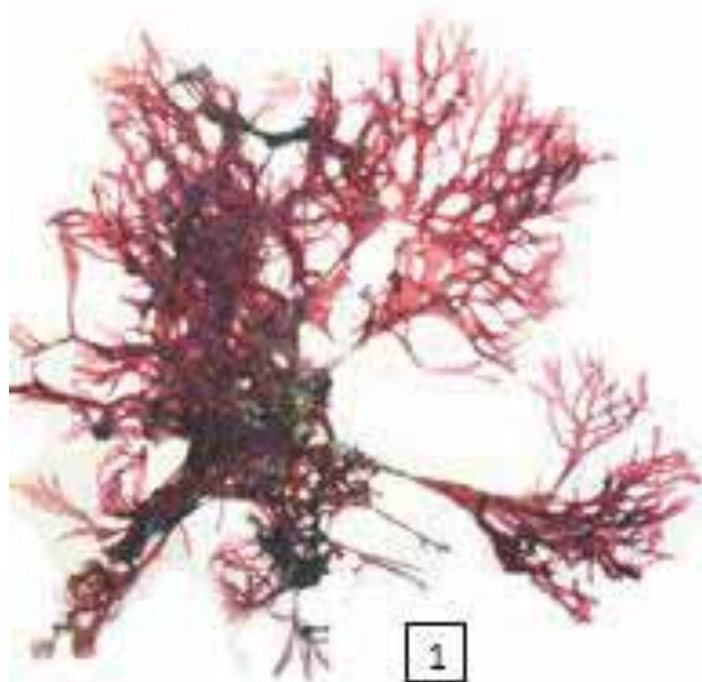
Обитает в сублиторали от 2 до 25-30 м глубины, как эпифит *Ahnfeltia tobuchiensis* и других водорослей, иногда прикрепляется к створкам моллюсков.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском море: зал. Петра Великого, материковое побережье, юго-западное побережье о. Сахалин, о. Монерон.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Nienburgia angusta* (увел.)
2. *Nienburgia angusta* – эпифит *Ahnfeltia tobuchiensis* (натур. вел.)
3. Фитоценоз эпифитов в зарослях *анфельции*
4. Фрагмент тетраспорофита *Нинбургии узкой* (ув. 5^x) и рисунок тетраспорофита (по: Макиенко, 1976)
5. Тетраспорангиевый сорус с поверхности слоевища (ув. 10^x)
6. Фрагмент женского гаметофита *Н. узкой* с карпоспорофитом (ув. 5^x) и рисунок женского гаметофита (по: Макиенко, 1976)
7. Структура цистокарпа *нинбургии*: 1 – плацента, 2 – нити гонимобласта, 3 – карпоспоры, 4 – перикарп, 5 - остиоль





Порядок Ceramiales

Семейство Delesseriaceae

Hideophyllum yezoense (Yam. et Tok.) A. Zin.

Хидеофиллум йезоенский

Слоевище кустистое до 30 см высоты красно-фиолетового или карминового цвета. Пластины преимущественно клиновидной формы с узким основанием. Края пластин пролиферируют. Жилки широкие, вееровидно расходящиеся. Пластина однослойная в молодой части и 3- 6-слойная в старой. Пластина может разрушаться до жилок. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в сентябре. Цистокарпы выступающие, развиваются равномерно по всей поверхности пластины. Тетраспорангии собраны в продольно вытянутые мелкие сорусы. Спорангии тетраэдрически поделенные.

Обитает в сублиторали на глубине 15-20 м, иногда опускается до глубины 40-50 м на каменистом грунте. Растет одиночными слоевищами в сообществе глубоководных красных водорослей.

Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространен во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Hideophyllum yezoense* (уменьш.)
2. Поперечный срез пластины *Хидеофиллума йезоенского* (ув. 20^x)
3. Женский гаметофит *Хидеофиллума йезоенского* с карпоспорофитом (натур. вел.)
4. Срез через цистокарп (ув. 10^x)
5. Фрагмент тетраспорофита *Х. йезоенского* с сорусом тетраспорангиев
6. Поперечный срез пластины *Х. йезоенского* через сорус тетраспорангиев (ув. 20^x)





Порядок Ceramiales

Семейство Dasyaceae

Dasya sessilis Yamada

Дазия сидячая

Слоевище кустистое разветвленное 10-25 см высоты фиолетов-карминного цвета. Тип структуры многоосевой, 4-5 – сифонный. Ветвление неправильно – очередное. Боковые ветви мягкие, в верхней части густо покрытые нитевидными веточками, придающими растению опушенный вид. Конечные ветви моносифонного типа строения, образованы длинными цилиндрическими клетками. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Появление органов размножения растянуто с мая по сентябрь. Цистокарпы развиваются на коротких боковых побегах. Карпоспоры в виде ветвящихся цепочек. Тетраспорангии формируются среди боковых веточек, в стручковидных полисифонных образованиях – стихидиях. Проростки появляются в феврале-марте.

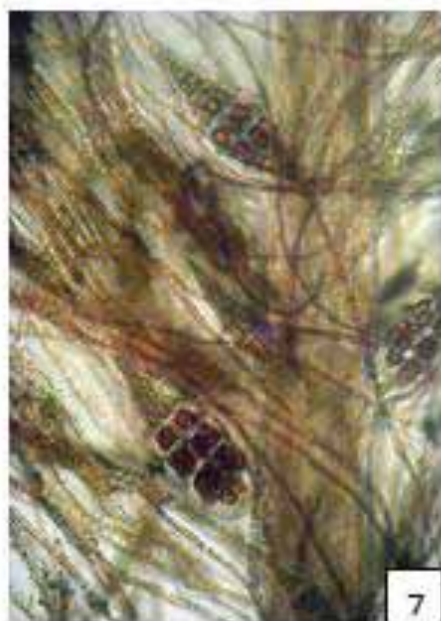
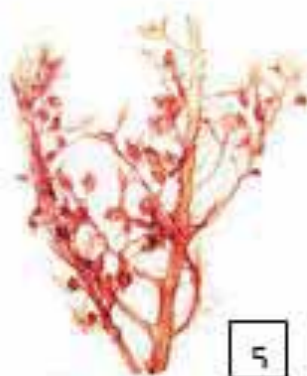
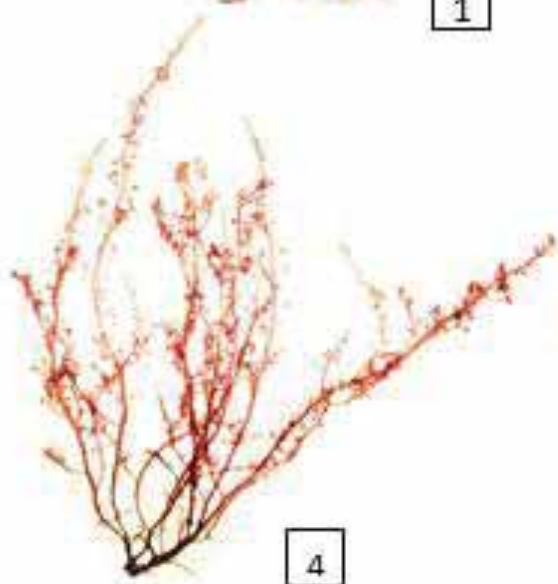
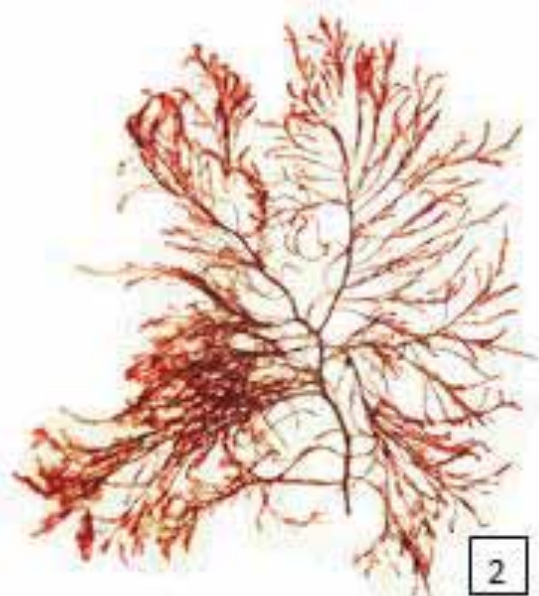
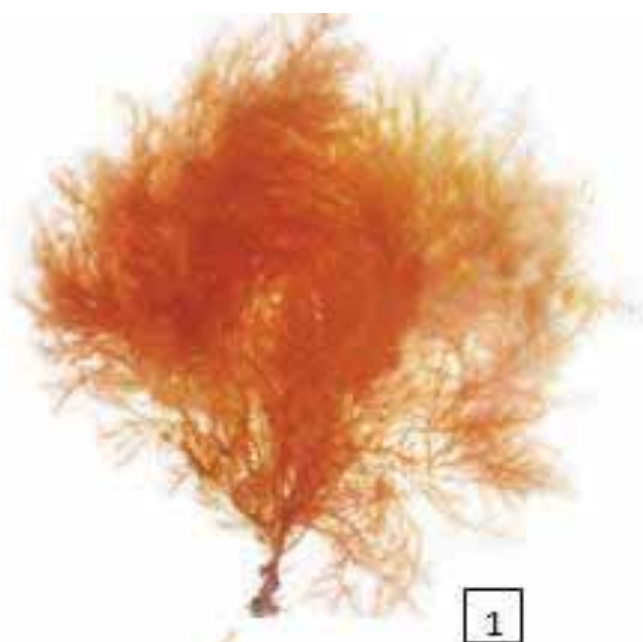
Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 10 м на каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах. Встречается на каменистых мысах среди корковых водорослей. Образует рыхлые куртины в смешанных фитоценозах нижней литорали.

Низкобореально-субтропический приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена на материковом побережье Японского моря и у берегов о. Монерон.

Подписи к рисункам

1. *Dasya sessilis*, покрытая моносифонными веточками (уменьш. в 3 раза)
2. *D. sessilis* после опадения моносифонных веточек
3. Поперечный срез слоевища *Дазии сидячей* с 4 периферическими сифонами и отходящими от коры моносифонными веточками (ув. 10^x)
4. Женский гаметофит *Д. сидячей*
5. Фрагмент женского гаметофита *дазии* с карпоспорофитами (ув. 4^x)
6. Цистокарпы на боковых побегах
7. Стихидии с тетраспорангиями среди моносифонных веточек (ув. 10^x)
8. Куртина *Д. сидячей* в смешанном фитоценозе нижней литорали





Порядок **Ceramiales**

Семейство **Rhodomelaceae**

Polysiphonia japonica Harv.

Полисифония японская

Слоевище кустистое грубонитевидное, покрыто корой, 3-15 см высоты темно - красного цвета. Ветвление неправильно очередное, одностороннее или дихотомическое. Нижние ветви длинные прямые, отходят от осевого побега под широким углом. Конечные веточки короткие, суживаются у верхушки, образуя метелочки. Слоевище членистое, полисифонного типа строения. Членики образованы одним центральным и 4 крупными периферическими сифонами. Прикрепляется подошвой или ризоидами.

Вегетирует в течение года со сменой нескольких поколений. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в мае. Цистокарпы шаровидные с остилью на вершине, развиваются на конечных веточках. Тетраспорангии формируются продольными рядами в коре боковых веточек.

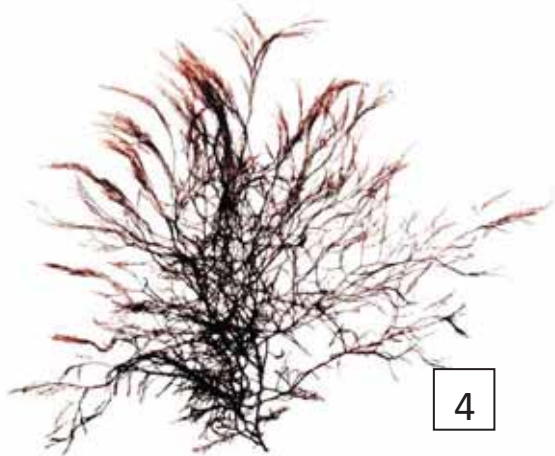
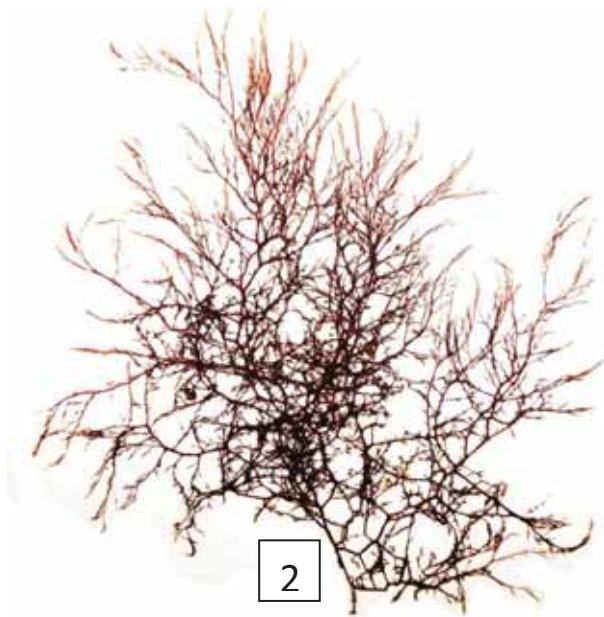
Обитает на литорали и верхней сублиторали, в открытых и закрытых ваннах до глубины 3 м на разнообразных грунтах. Растет на створках моллюсков, панцирях ракообразных. Часто эпифитирует на водорослях и морских травах. На литорали в смешанных фитоценозах образует небольшие плотные куртины.

Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, западное побережье о. Сахалин, Курильские о-ва.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Polysiphonia japonica* (натур. вел.)
2. Женский гаметофит с карпоспорофитами *Полисифонии японской*
3. Тетраспорофитное слоевище *П. японской*
4. Поперечный срез слоевища *полисифонии* (ув. 20^x)
5. Выход карпоспор из цистокарпов *П. японской* (ув. 10^x)
6. Продольные ряды тетраспорангиев в коре веточек у *полисифонии* (ув. 10^x)
7. Куртины *П. японской* в нижней литорали в фитоценозе кораллиновых
8. Открытая литоральная ванна со сплошным покрытием слоевищами *П. японской*





Порядок Ceramiales

Семейство Rhodomelaceae

Polysiphonia morrowii Harv.

Полицифония Морроу

Слоевище кустистое грубонитевидное не покрытое корой, 5-20 см длины темно - красного или красно - коричневого цвета. Ветвление очередное, ветви отходят под острым углом от осевого побега. Ветви с короткими крючковидными веточками, сплетающимися слоевища в дернину. Конечные веточки оттопыренные, снабжены многочисленными изогнутыми шипиками. Слоевище членистое, полисифонального типа строения, с 4 периферическими сифонами. Прикрепляется ризоидами.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения формируются в мае. Цистокарпы кувшинообразной формы образуются на конечных веточках. Тетраспорангии появляются продольными рядами в коровом слое конечных веточек. После рассеивания спор шипики опадают и слоевище постепенно разрушается. Проростки появляются в сентябре - октябре. Молодые слоевища не имеют шипиков.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 15 м, в открытых и закрытых ваннах на скалистом, илисто - песчаном с камнями и ракушкой грунтах. Растет на мысах в условиях сильной прибойности. Прикрепляется к раковинам моллюсков и эпифитирует на водорослях. Доминирует весной и в первой половине лета.

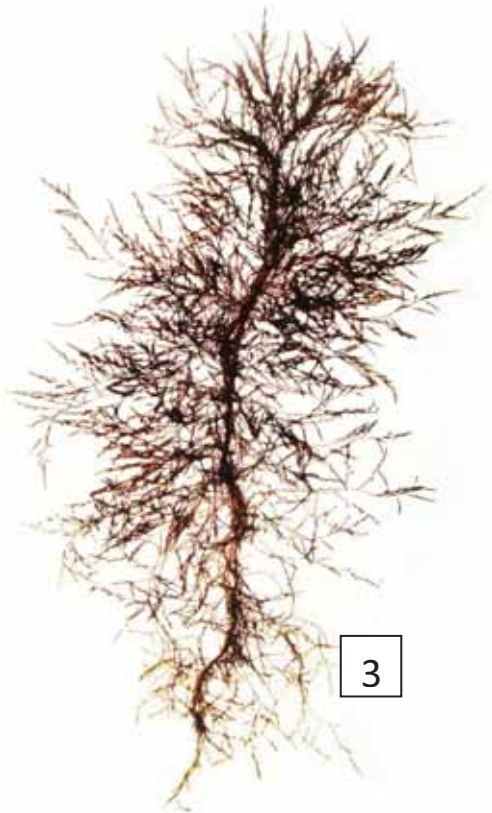
Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

В Японии известна как вид, содержащий сильные антиоксиданты.

Подписи к рисункам

1. Куртина *Polysiphonia morrowii* (уменьш.)
2. Поперечный срез слоевища *P. morrowii* (ув. 20^x)
3. Женский гаметофит *Полицифонии Морроу* с карпоспорофитами
4. Рассеивание карпоспор из цистокарпа *полицифонии* (ув. 10^x)
5. Тетраспорофитное слоевище *П. Морроу*
6. Тетраспорангии в коре спорофита *П. Морроу* (ув. 10^x)
7. Куртины *П. Морроу* на камнях верхней сублиторали у приморского побережья
8. Открытая сублиторальная ванна с зарослями *П. Морроу* в б. Киевка





Порядок **Ceramiales**

Семейство **Rhodomelaceae**

Pterosiphonia bipinnata (P. et R.) Falkenb.

Птеросифония двуперистая

Слоевище кустистое обильно разветвленное 10-15 см высоты темно - красного или каштанового цвета. Ветвление очередное. Конечные веточки с разветвленными острыми шипиками расположены в одной плоскости, образуя на верхушках ветвей ажурную структуру. Слоевище членистое с 12-14 периферическими сифонами. В основании таллома развиваются стелющиеся побеги, прикрепляющиеся ризоидами.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в марте. Цистокарпы яйцевидные с остиолью на вершине, развиваются на коротких веточках – трихобластах. Тетраспорангии образуются в полисифонных веточках по одному в каждом сегменте.

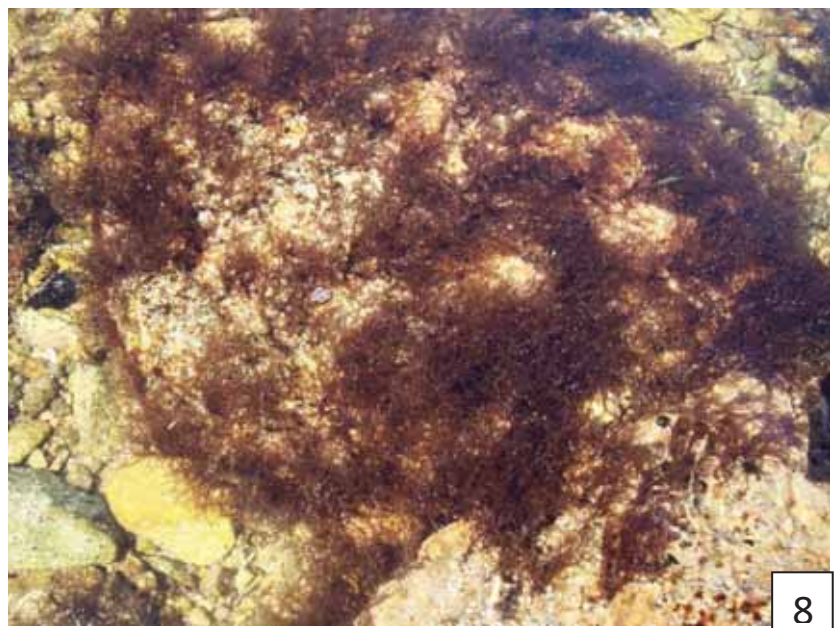
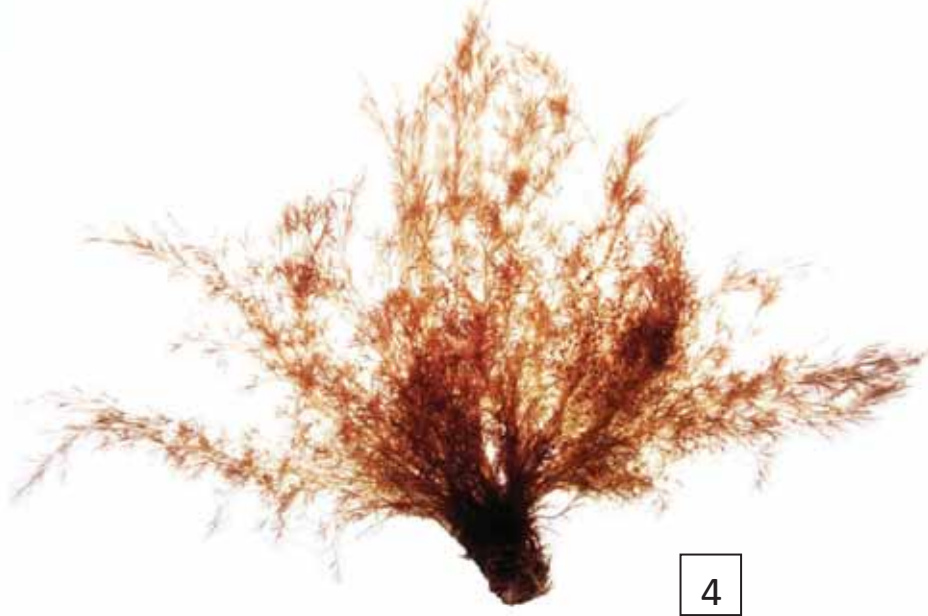
Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 10 м на каменистом, скалистом грунтах и раковинах моллюсков. Растет одиночными растениями или небольшими дернинами под пологом крупных водорослей. Поселяется и на искусственных субстратах.

Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Pterosiphonia bipinnata* в натуральную величину
2. Членистая структура слоевища *P. bipinnata* (ув. 10^x)
3. Поперечный срез слоевища *Птеросифонии двуперистой* (ув. 10^x)
4. Женский гаметофит с карпоспорофитами *П. двуперистой* (натур. вел.)
5. Фрагмент женского гаметофита *птеросифонии* с цистокарпами (ув. 3^x)
6. Цистокарпы с остиолью на трихобластах женского гаметофита *птеросифонии* (ув. 10^x)
7. Фрагмент спорофита *П. двуперистой* с тетраспорангиями в члениках (ув. 10^x)
8. Поселение *П. двуперистой* на каменистой литорали б. Киевка





Порядок Ceramiales

Семейство Rhodomelaceae

Odonthalia corymbifera (Gmel.) J. Ag.

Одонтоалия щитконосная

Слоевище кустистое плотное 10-30 см высоты каштанового или темно - красного цвета. Ветвление очередное. Ветви плоские без ребра до 4-5 мм ширины, расположены в одной плоскости. Конечные веточки с шиловидными прямыми или серповидно изогнутыми шипиками. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Активный рост приходится на апрель-август. Цикл развития изоморфный. Органы размножения образуются в июне на верхушках ветвей или на маленьких адвентивных веточках по их краю. Цистокарпы снабжены шпорообразным выростом по верхнему краю обертки. Тетраспорангии развиваются в укороченных веточках, стихидиях по 1-3 в члениках.

Обитает в сублиторали до глубины 20 м на скалистом и каменистом грунтах. Может поселяться на дне глубоких литоральных ванн. Встречается в смешанных зарослях с крупными водорослями, иногда образует небольшие по протяженности заросли.

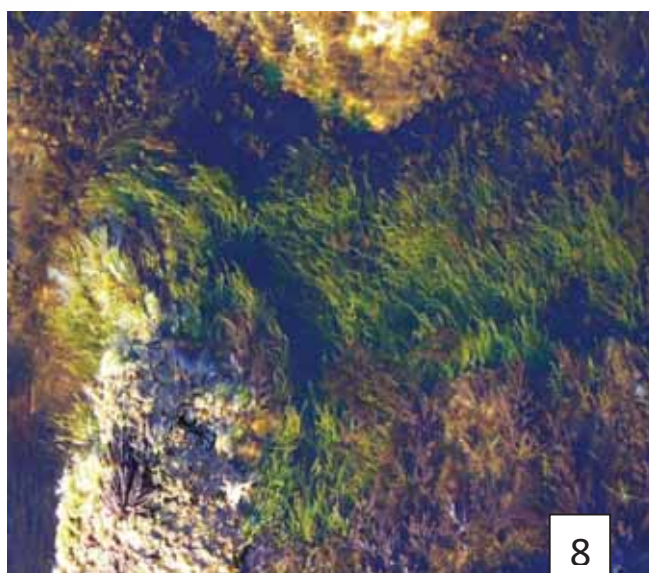
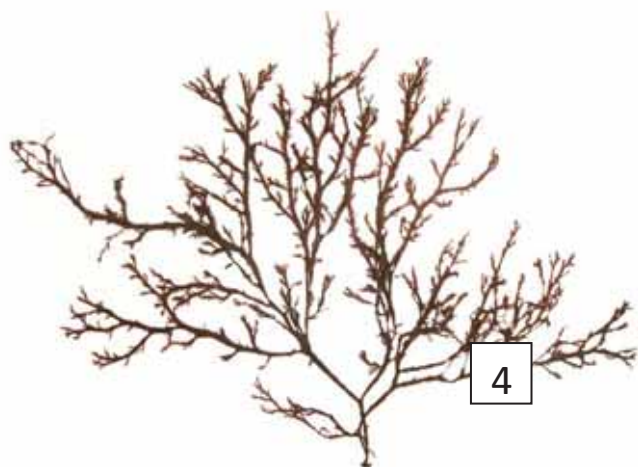
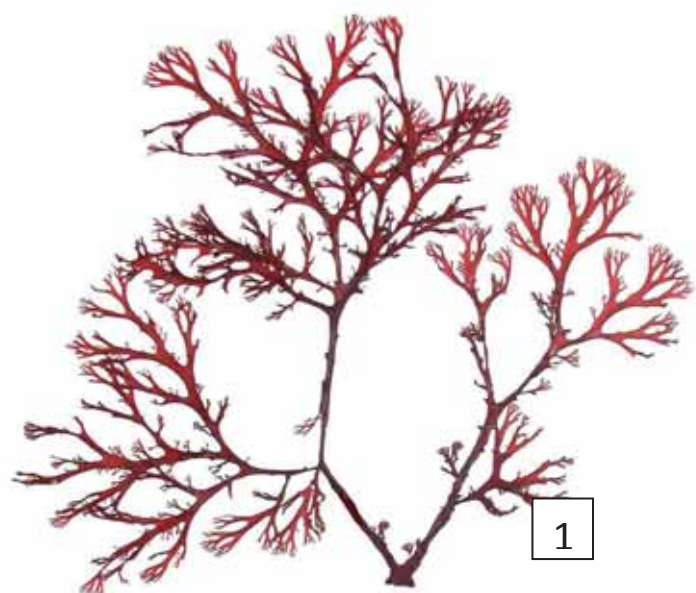
Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Используется как сырье для получения фикоколлоида *одонтолана*. Потенциально - промысловый вид.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Odonthalia corymbifera* (уменьш. в 3 раза)
2. Фрагмент стерильной ветви с шиловидными шипиками на конечных веточках
3. Конечная веточка слоевища *Одонтоалии щитконосной* с прямыми шиловидными шипиками (ув. 10^x)
4. Женский гаметофит *О. щитконосной* с карпоспорофитами (уменьш.)
5. Фрагмент женского гаметофита с цистокарпами на адвентивных веточках
6. Цистокарп *О. щитконосной* со шпорообразным выростом (ув. 10^x)
7. Тетраспорангии в укороченных веточках - стихидиях (ув. 10^x)
8. *О. щитконосная* в смешанном фитоценозе водорослей и морских трав верхней сублиторали





Порядок Ceramiales

Семейство Rhodomelaceae

Odonthalia ochotensis (Rupr.) J. Ag.

Одонталия охотская

Слоевище кустистое разветвленное до 35 см высоты коричнево - красного цвета. Ветви узколинейные 0,5-1,5 см ширины с округлыми пазухами и жилкой. Главные побеги вальковатой формы, по направлению к вершине уплощаются. Жилка в нижней части слоевища выпуклая, в верхних ветвях утончается и к вершине исчезает. Конечные веточки покрыты мелкозубчатыми острыми шипиками. Прикрепляется подошвой.

Вегетирует в течение года. Активный рост происходит в апреле-июле. Цикл развития изоморфный. Органы размножения образуются на мелких верхушечных веточках. Цистокарпы со шпорообразным выростом. Тетраспорангии образуются в стихидиях.

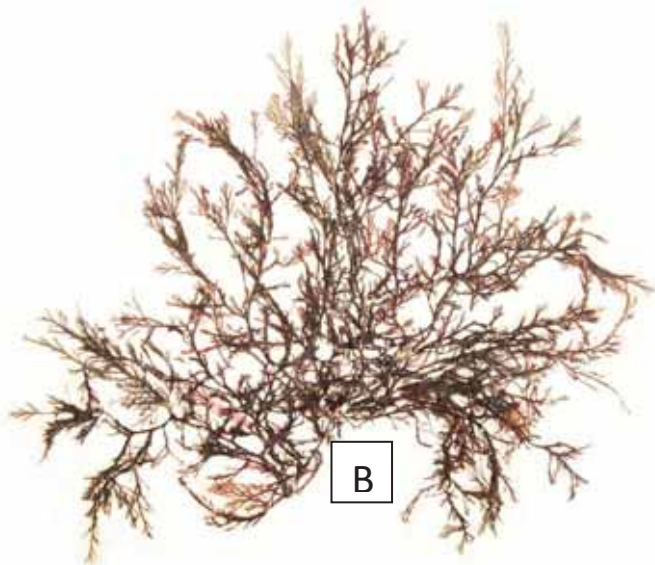
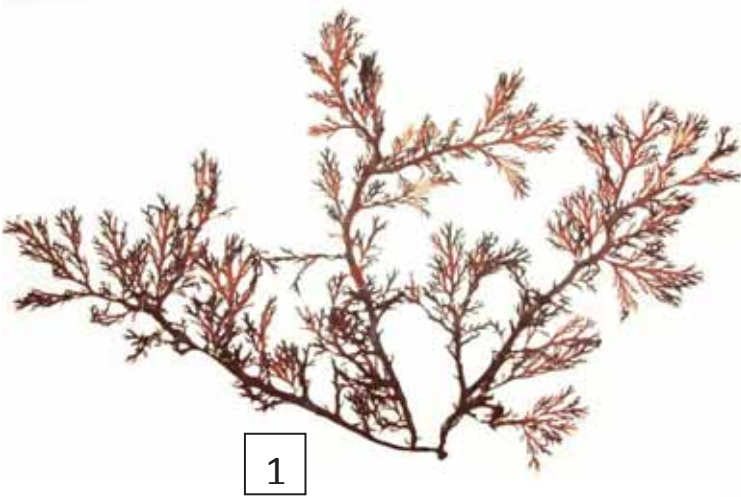
Обитает в сублиторали до глубины 20-25 м на скалистом и каменистом грунтах. Зарослей не образует. Поселяется среди крупных водорослей в смешанных фитоценозах.

Широкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

Подписи к рисункам

1. *Odonthalia ochotensis* внешний вид: А - стерильное слоевище; Б - женский гаметофит; В – тетраспорофит (уменьш. в 3 раза)
2. Вершинка слоевища *Одонталии охотской* с мелкозубчатыми шипиками (ув. 10^x)
3. Фрагмент женского гаметофита *О. охотской* с цистокарпами (ув. 3^x)
4. Цистокарпы *О. охотской* (ув. 10^x)
5. Тетраспорангии *О. охотской* в стихидиях (ув. 10^x)





Порядок Ceramiales

Семейство Rhodomelaceae

Neorhodomela larix (Turn.) Masuda

Неородомела лиственничная

Слоевище жесткое разветвленное до 25 см высоты темно – коричневого почти черного цвета. Ветвление обильное, неправильно очередное. Осевой побег и боковые ветви вальковатые. Ветви покрыты шиповатыми веточками, располагающимися спирально. Прикрепляется подошвой, от которой развивается несколько побегов.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в мае на шиповатых веточках и развиваются до сентября - октября. Цистокарпы шаровидные. Тетраспорангии образуются в стихидиях, собранных пучками в пазухах шипиков. После выхода спор веточки - шипики разрушаются и опадают.

Обитает на литорали, в литоральных и сублиторальных ваннах и в сублиторали до глубины 25 м на каменистом и скалистом грунтах. Часто встречается на открытых каменистых мысах и на литорали с сильным прибоем. Образует разреженные заросли в литоральной зоне, на больших глубинах встречается отдельными куртинами. Сопутствует зарослям ламинариевых водорослей.

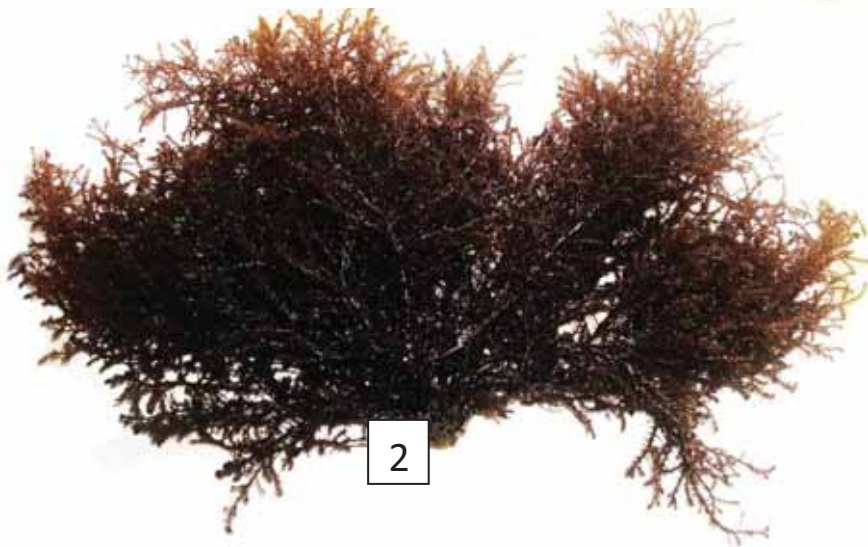
Широкобореальный вид.

На российском Дальнем Востоке распространена во всех районах побережья.

В Японии используют для получения антибактериальных средств и антиоксидантов.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Neorhodomela larix* (уменьш. в 3 раза)
2. Куртина женских гаметофитов *Неородомелы лиственничной* с обильными шиповатыми веточками и карпоспорофитами (уменьш.)
3. Фрагмент женского гаметофита *Н. лиственничной* с цистокарпами (натур. вел.)
4. Доминирование *Н. лиственничной* в фитоценозе каменистых литоральных ванн у берегов южного Приморья
5. Заросли *Н. лиственничной* на камнях верхней сублиторали южного Приморья (о. Путятина)





Порядок **Ceramiales**

Семейство **Rhodomelaceae**

Neorhodomela teres (Perest.) Perest.

Неородомела вальковатая

Слоевище кустистое жесткое 15-35 см высоты шоколадно- бурого цвета. Ветвление спиральное, одностороннее и пучковатое. Центральная ось вальковатая до 1,5 мм толщины. Боковые ветви разветвленные и покрыты шиловидными веточками 5-15 мм длины. Прикрепляется дисковидной подошвой и столонами, отходящими от подошвы и нижней части главного побега.

Вегетирует в течение года. Активный рост происходит в апреле - мае. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в июне. Шаровидные цистокарпы развиваются группами в пазухах шиловидных веточек. Тетраспорангии образуются в стихидиях, собранных пучками.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 20 м на скалистом и каменистом грунтах. Зарослей не образует. Встречается в смешанных фитоценозах водорослей одиночными растениями. Эпифитирует на крупных водорослях.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Курильские о-вов.

Подписи к рисункам

1. *Neorhodomela teres*: А – стерильное слоевище, Б – женский гаметофит, В – тетраспорофит (уменьш. в 2 раза)
2. Фрагмент женского гаметофита *Неородомелы вальковатой* с карпоспорофитами (натур. вел.)
3. Фрагмент тетраспорофита *Н вальковатой* с пучками стихидиев с тетраспорангиями



A



Б

1



B



2



3



Порядок Ceramiales

Семейство Rhodomelaceae

Laurencia nipponica Yamada

Лорансия ниппонская

Слоевище хрящеватое кустистое до 30 см высоты красновато- бурого цвета с желто-зеленым оттенком, покрыто корой. Осевой побег хорошо выражен. Ветвление очередное или супротивное. Длина боковых ветвей укорачивается по направлению к вершине, придавая слоевищу пирамидальное очертание. Конечные веточки короткие, на концах закругленные. Прикрепляется короткими распростертыми побегами, отходящими от нижней части слоевища - ризомами.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. Органы размножения появляются в мае. Цистокарпы булабовидной формы с остиолью, располагаются на верхних веточках. Тетраспорангии образуются в стихидиях, параллельными рядами под корой. После рассеивания спор слоевища обрастают эпифитами и обесцвечиваются.

Обитает на литорали и в сублиторали до глубины 5-6 м на скалистом и каменистом грунтах и раковинах моллюсков. Предпочтительные места поселения - каменистые мысы, покрытые известковыми водорослями. Встречается небольшими куртинами или отдельными слоевищами в смешанных зарослях.

Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о. Сахалин и Курильских о-вов.

Представители рода в странах юго-восточной Азии употребляют в пищу, а также используют как сильное антигельминтное средство в Мексике и антибактериальное - на Филиппинах.

Подписи к рисункам

1. *Laurencia nipponica*. А – взрослое слоевище (уменьш. в 3 раза), Б – ювенильное слоевище (увел. в 2 раза), В – слоевище в конце вегетации (уменьш.)
2. Поперечный срез слоевища *Лорансии ниппонской* (ув. 10^х)
3. Фрагмент женского гаметофита *Лорансии ниппонской* с карпоспорофитами
4. Цистокарпы *Л. ниппонской* с рассеивающимися карпоспорами (ув. 10^х)
5. Пояс *Л. ниппонской* по нижней границе скалистой литорали южного Приморья



A



Б

1



B



2



3



4



5



Порядок **Ceramiales**

Семейство **Rhodomelaceae**

Chondria dasyphylla (Wood.) Ag.

Хондрия густолистная

Слоевище кустистое мягкое пирамидального очертания до 15 см высоты покрыто корой красновато-бурого цвета. Хорошо выражен осевой побег. Ветвление очередное. Длина боковых ветвей к вершине уменьшается. Конечные веточки булавовидной формы с закругленной вершинкой. Прикрепляется подошвой, от которой поднимаются несколько побегов.

Вегетирует в течение года. Цикл развития изоморфный. В июле на конечных веточках образуются тетраспорангии. В августе на боковой поверхности мелких веточек появляются шаровидные цистокарпы с остиолью.

Обитает на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали до глубины 10 м на каменистом и илисто – песчаном с вкраплением камней грунтах. Встречается вдоль границ поселений морских трав *Phyllospadix iwatensis* и *Zostera marina*. Часто эпифитирует.

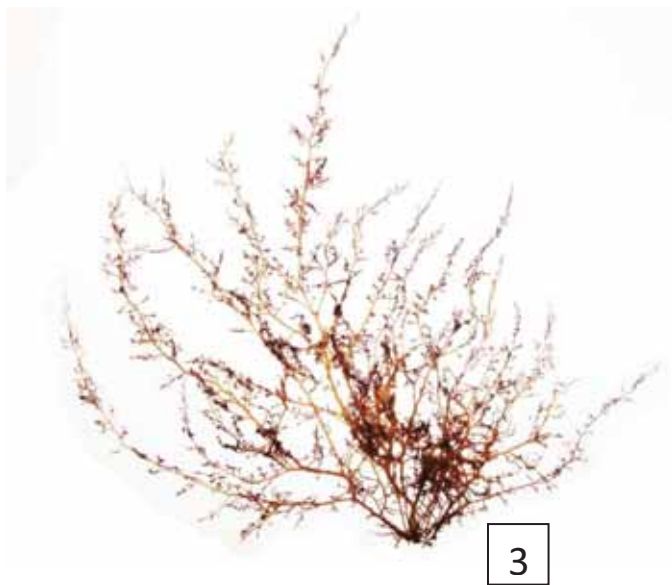
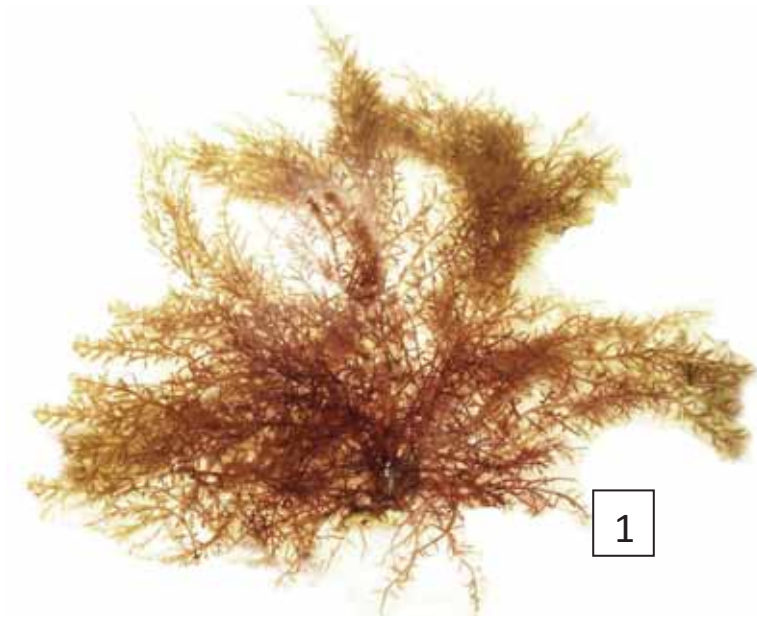
Низкобореальный приазиатский вид.

На российском Дальнем Востоке распространена в Японском и Охотском морях: материковое побережье, берега о-ва Сахалин, Курильские о-вов.

Представители рода используют в народной медицине как антигельминтное, противомикробное, противогрибковое средство.

Подписи к рисункам

1. Внешний вид *Chondria dasyphylla* (уменьш. в 2 раза)
2. Осевой побег таллома *Хондрии густолистной*
3. Женский гаметофит *Х. густолистной* с карпоспорофитами
4. Цистокарп со зрелыми карпоспорами (ув. 10^х)
5. Фитоценоз морских макрофитов (*Phyllospadix*+*Ulva*+*Chondria*) в верхней сублиторали южного Приморья
6. Пояс *Х. густолистной* на границе зарослей *Zostera marina* в б. Киевка



ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 8

- Жизнь растений.** Т. 3 Водоросли, лишайники. М.: Просвещение. 1977. 487 с.
- Зинова А. Д., Макиенко В. Ф.** Новый вид рода *Phyllophora* (Rhodophyta) из Японского моря // Нов. сист. низш. раст. 1972. Т. 9. С. 60-64.
- Макиенко В. Ф., Зинова А. Д.** К исследованию *Nienburgia angusta* A. Zin. (Rhodophyta, Delesseriaceae) // Нов. сист. низш. раст. 1976. Т. 13. С. 21-39.
- Морские водоросли.** Муниципальный музей г. Ибараки. 2001 64 с.
- Растения мира.** Приложение к газете "Асахи". Еженедельник. Водоросли. 1979. № 113—115.
- Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С.** Современная ботаника. Т. 1. М. Мир. 1990. 348 с.
- Chihara M.** Rhodophyta, their life histories // Adv. Phycol. Japan. Jena. 1975. P. 137-150.
- Dawson E.Y.** Marine Botany: An Introduction. N.Y. Chicago-London, 1966. 371 p.
- Drew K. M.** Genetics and algal life-histories // Nature. 1948. N 4085. P. 223-225.
- Feldmann J.** Les cycles reproduction des algues et Leurs rappots avec la phylogenie // Rev. cytol. et biol. veget. 1952. Vol. 13. P. 1-49.
- Kylin H.** Anatomie der Rhodophyceen. Handbuch der Pflanzenanatomie. Anatomie der Rhodophyceen. 2. Teilband: Algen. Berlin, 1937. Bd 6. 347 p.
- Lee I. K., Makienko V. F., Kurogi M.** On the structure and reproductive organ of *Halosaccion grandiforme* (Gmelin) Ruprecht, Rhodophyta // Jap. Journal of Phycology. 1979. Vol. XXVII. No. 1. P. 25-30.
- Oltmanns F.** Morphologie und Biologie der Algen. Zweite Aufl., Jena, 1922. Bd 2. 439 p.
- Searles R.B.** The strategy of the red algal life history // Amer. Natur. 1980. Vol. 115, No. 1. P. 113-120.
- Smith G.M.** Cryptogametic Botany. Vol. 1. Algae and Fungi. N.Y. London: McGraw-hill Book Company, 1938. P. 1-350.
- <http://www.seaweeds of Alaska>**

СЛОВАРЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕРМИНОВ

Фикология – наука о водорослях - располагает набором специальных терминов, используемых только при изучении водорослей. В то же время в фикологии невозможно обойтись без чисто ботанической, гидробиологической, биохимической и общебиологической терминологии. Краткий словарь представляет собой перечень наиболее часто употребляемых терминов при сборе, изучении и практическом использовании водорослей, с которыми может столкнуться начинающий исследователь. Незнание многих из них может значительно осложнить работу, так как не позволит самостоятельно провести обработку сборов и идентификацию видов, учесть экологические особенности расселения водорослей, понять их образ жизни, циклы развития, способы размножения и биохимический состав слоевищ.

А

Абориген — коренной обитатель местности, истари живущий в данном месте, но не обязательно здесь же и возникший (автохтон), может быть древним пришельцем, т.е. *аллохтоном*.

Автогамия — самооплодотворение у одноклеточных водорослей, при котором сливаются два гаплоидных ядра в общей цитоплазме.

Автотроф — организм, синтезирующий органическое вещество из неорганических соединений с использованием энергии Солнца или энергии, освобождающейся при химических реакциях.

Агар — полисахарид красных водорослей, представляет собой смесь агарозы и агаропектина. Прочность агаровых гелей определяется количеством агарозы.

Агаронос (агарофит) — красная водоросль Rhodophyta: *анфельция*, *гелидиум*, *грацилярия* и немногие другие — источник получения *агара*.

Адвентивный — пришедший извне, чуждый, вселившийся в данную местность из другого сообщества (*adventor* — пришелец, *adventicius* — пришлый, чуждый).

Адельфопаразит (Feldmann, 1952) — паразитическая красная водоросль, филогенетически близкородственная хозяину принадлежащая тому же семейству, что и хозяин.

Аллохтон — организм, проникший в данную местность при расселении из центра происхождения; пришелец, изначально заселившийся в данную местность.

Альгинат — соль альгиновой кислоты, входящей в состав клеточных оболочек и межклетников бурых (Phaeophyta) водорослей.

Альгология — устаревшее, этимологически неверное название науки о водорослях — *фикологии*.

Анизогамия (гетерогамия) — слияние двух подвижных гамет неравной величины.

Антеридий — орган полового размножения, в котором образуются подвижные мужские *гаметы* (*антерозоиды*, *сперматозоиды*).

Антерозоид (сперматозоид) — подвижная мужская *гамета*, образующаяся в *антеридии*.

Анцестральный — (лат. en(te) впереди + *cedere* следовать, шествовать) в естественных науках — «предшествующий», «предковый». Исходный, гипотетический, предковый тип жизненного цикла багряннок, в котором чередуются свободноживущие мужской (1) и женский (2) гаметофиты и карпоспорофит (3).

Апикальный — (лат. apex - вершина) расположенный на вершине: *а. клетка*, *а. меристема*.

Апланоспора — неподвижная *спора* бесполого размножения, одетая плотной оболочкой, образующаяся у некоторых водорослей при неблагоприятных условиях.

Апогамия — образование новых организмов без слияния *гамет*.

Апомиксис — различные способы размножения без оплодотворения: *апогамия*, *партеногенез*.

Ареал — область распространения вида или иного *таксона* или сообщества.

Архегоний — женский орган полового размножения, содержащий яйцеклетку.

Б

База данных — структурированный организованный набор данных, объединенных в соответствии с некоторой выбранной моделью и описывающих характеристики какой-либо физической или виртуальной системы.

Бентос — совокупность организмов, населяющих дно водоемов.

Булла (лат. bullae -водяной пузырь, полый шарик) — небольшие или более-менее крупные локальные углубления, вмятины, выпуклости на поверхности слоевища, часто служащие одним из таксономических признаков вида (ламинария, костария).

В

Валидация — (*valeo* – иметь силу закона, *valid* - действительный, законный, *validate* – узаконение (Александров, 1913, с. 857): узаконение первоописания вида, приведение его в соответствие с Международными Правилами Номенклатуры.

Ветвь карпогонная — короткая клеточная нить (ветвь), состоящая из 3–5 (иногда больше) клеток, нижняя из которых преобразуется в *карпогон*.

Волоски многоклеточные — однорядные многоклеточные выросты на поверхности *слоевища* некоторых бурых водорослей, имеющие *интеркалярную* зону роста, расположенную у основания волоска.

Г

Галактан — полисахарид, состоящий из остатков моносахарида – галактозы.

Галактофукан — полисахарид бурых водорослей, содержащий галактозу и фукозу

Гамета — половая клетка, несущая половинный набор хромосом.

Гаметангий — клетка или многоклеточное образование, продуцирующее половые клетки (*гаметы*).

Гаметангий многогнездный – орган или клеточная структура, в которой в процессе образования гамет содержимое делится перегородками на камеры, где и образуются гаметы.

Гаметофит — гаплоидная фаза развития растения, на которой развиваются органы полового размножения – гаметангии; половой этап жизненного цикла водорослей, в результате развития которого образуются органы полового размножения (*гаметангии*) и половые клетки (*гаметы*).

Гаплоид — организм, в клетках которого содержится гаплоидный (половинный) набор хромосом, образующийся в результате *мейоза* (*редукционного деления*).

Гаплонт — организм, в цикле развития которого все клетки гаплоидны, диплоидна только *зигота*.

Гель (*от лат. gelo- застываю, разг. студень*) - структурированная дисперсная система, в которой высокомолекулярное вещество образует трехмерную сетку, обладающую пластичностью и упругостью.

Генерация — фаза в *цикле развития* организма в онтогенезе; потомство особей предыдущей ядерной фазы (поколения): *гаметофитов* или *спорофитов*; разовое потомство одной особи или популяции, состоящее из особей одной ядерной фазы.

Гербарий — (*лат. herba – трава*) коллекция собранных и высушенных растений.

Гетерогамия (*анизогамия*) – слияние разных по величине гамет.

Гонимобласт — пучок нитей, развивающихся от оплодотворенного *карпогона* или от *плаценты цистокарпа* красных водорослей и несущих на концах *карпоспорангии*.

Д

Двудомность (раздельнополость) — мужские и женские органы размножения, развивающиеся на разных особях (слоевищах в случае водорослей).

Диплоид — клетка или особь с двойным (полным) набором хромосом в ядре.

Диплонт — организм, все клетки которого диплоидны.

Диск базальный — орган прикрепления слоевища (см. *подошва*).

Дихотомия — ветвление, в результате которого точка роста разделяется на две, дающие одинаковые ветви.

З

Зигота — диплоидная клетка, образующаяся в результате слияния *гамет*; начальная стадия развития зародыша.

Зооид — подвижная генеративная клетка: *зооспора* или *гамета*.

Зооспора — подвижная *спора* бесполого размножения, снабженная жгутиками.

И

Изогамия — слияние двух равных по величине и форме подвижных *гамет*.

Изоморфный — морфологически одинаковый (сходный).

Интеркалярный (вставочный) — зона роста, расположенная между двумя различными типами клеток или тканей.

К

Канза — приспособление для добычи морской капусты.

Карпогон — женская половая клетка багрянок.

Карпоспора — *диплоидная спора* красных водорослей, образующаяся после оплодотворения *карпогона*.

Карпоспорангий — *спорангий* красных водорослей; клетка, покрытая оболочкой, в которой развивается *карпоспора*.

Карпоспорофит — *диплоидная фаза* в трехфазном жизненном *цикле развития* красных водорослей, которая считается отдельной третьей фазой багрянок. Он ведет паразитический образ жизни на женском гаметофите и морфологически представлен в виде *цистокарпа* — «плодущего тела» красных водорослей, в котором формируются диплоидные карпоспоры.

Каррагинан — сульфатированный полисахарид красных водорослей, который, как и агар, состоит из остатков D-галактозы и 3,6-ангидро-L-галактозы.

Кислота альгиновая – полисахарид бурых водорослей, содержащий остатки D-маннуроновой и L-гулууроновой кислот. В водорослях находится в виде солей (альгинатов) различных макро- (кальций, калий, магний, натрий) и микроэлементов (железо, цинк, хром и другие).

Кислоты карбо́новые — органические (углеводородные) соединения, содержащие одну или несколько карбоксильных групп –COOH.

Клетка апикальная — клетка, расположенная на вершине ветви или *таллома*.

Клетка ауксилярная — специализированная клетка высших красных водорослей, в которую переходит ядро *зиготы* после оплодотворения *карпогона*, в результате чего начинается развитие *гонимобласта*.

Клетка базальная — клетка, лежащая в основании однорядного *слоевища*, служащая для прикрепления его к субстрату.

Клетка glandулярная — крупная клетка в поверхностном слое пластин бурых водорослей, заполненная фукозаном. В молодых частях слоевища эти клетки желтые, в старых частях - они темно-бурые или черные.

Коккоидный тип строения — структура слоевища, характеризующаяся одиночными или соединенными в колонии клетками разнообразной формы, снабженными твердой оболочкой, в вегетативном состоянии лишенными жгутиков.

Колониальная структура — клетки монадной структуры, объединенные слизью.

Конус мелкоклеточный — конусовидное образование из 7-12 мелких клеток в продольном ряду, расположенный на расстоянии 2-5 мм от следующего конуса на продольном срезе слоевища представителей рода *Ahnfeltia*, появляющийся в период диапаузы (остановки роста слоевища в длину).

Концептакул — углубление в слоевище, в котором развиваются органы размножения (*циклоспоровые*, *кораллиновые*), открывающееся на поверхность специальным отверстием — *остиолью*.

Конъюгация — тип полового процесса, при котором происходит слияние протопластов и ядер двух обычных сблизившихся вегетативных клеток.

Космополит (от греч. *cosmopolites* – гражданин мира) – виды растений или животных, встречающиеся на большей части территории Земли, т.е. имеющие очень широкий ареал.

Криптостом — углубление на поверхности *слоевища*, в котором развиваются волоски (*фукусовые*, *пунктариевые*).

Л

Ламинаран — полисахарид бурых водорослей, состоящий из остатков глюкозы, запасное вещество.

Литораль — прибрежная полоса морского дна, периодически (обычно дважды в сутки) обнажающаяся во время отлива и затопляемая в прилив.

М

Макрофиты — крупные растения (из водорослей: красные, бурые, некоторые зеленые и харовые) и водные травы.

Маннит (маннитол) — шестиатомный спирт из группы моносахаридов. Встречается в соке некоторых высших растений, грибов, водорослей. При выделении образуются кристаллы, сладкие на вкус.

Мейоз (редукционное деление) — образование половых клеток (*гамет*) в результате деления ядра, сопровождающееся уменьшением (редукцией) числа хромосом вдвое.

Меристема — группа или зона активно делящихся клеток; *м.* может располагаться на вершине (*апикальный рост*), на поверхности (*диффузный*), по краю слоевища (*краевой*) или между пластиной и стволиком ламинариевых (*интеркалярный*, или *вставочный рост*).

Меристема апикальная — зона делящихся клеток на вершине *таллома*.

Меристема интеркалярная — зона делящихся клеток на каком-то участке *слоевища* (между пластиной и стволиком у ламинариевых).

Меристодерма — поверхностный слой активно делящихся клеток, служащих для увеличения *слоевища* в толщину у крупных бурых и некоторых красных водорослей.

Метаболиты — органические вещества, образующиеся в живом организме в результате обмена веществ.

Монадная структура — тип слоевища, характеризующийся наличием одного или нескольких жгутиков, с помощью которых водоросль активно движется в воде, встречается среди одноклеточных, колониальных и ценобиальных форм.

Моноспора — *спора*, развивающаяся в *спорангии* в единственном числе.

Моноспорангий — покрытый оболочкой *спорангий*, в котором развивается единственная спора (*моноспора*).

Н

Нематаций — выпуклое полусферическое образование на поверхности *слоевища*, состоящее из вертикальных клеточных нитей, на концах которых, или среди них, развиваются органы размножения (*моноспорангии*, *тетраспорангии*, *сперматангии*).

Нити ассимиляционные — однорядные неветвящиеся нити коры, состоящие из окрашенных клеток и служащие для фотосинтеза.

Нитчатая структура — строение слоевища, характеризующееся объединением неподвижных клеток в продольные простые или разветвленные нити.

Нить (ветвь) карпогонная — клеточная нить *слоевища* багрянок, конечная клетка которой преобразуется в *карпогон*. Число клеток *к.н.* разное у различных таксономических групп (3–4 или более) и не всегда постоянное.

Нить осевая — см. *тип строения одноосевой*.

О

Обрастатели — организмы (бактерии, губки, мшанки, гидроиды, водоросли, ракообразные, моллюски), поселяющиеся на судах и различных гидротехнических сооружениях, а также на других морских организмах, в том числе и на водорослях.

Однодомность (обоеполость) — мужские и женские гаметы развиваются на одном слоевище.

Оогамия — половой процесс, в результате которого сливаются крупная неподвижная женская *гамета* (*яйцеклетка*) и мелкая подвижная мужская *гамета* (*антерозоид, сперматозоид*).

Оогоний — женская репродуктивная клетка, внутри которой развивается *яйцеклетка*.

Остиоль — отверстие на вершине *цистокарпа* или *концептакула*, служащее для выхода спор или гамет.

П

Папиллы — короткие сосочковидные выросты по краю или на поверхности слоевищ. *Папиллы* бывают стерильные, т.е. без органов размножения или фертильные — несущие органы размножения (*мастокарпус*).

Парафизы — крупные стерильные клетки или клеточные нити на поверхности *слоевища*, прикрывающие *спорангии*.

Партеногенез — девственная форма полового размножения, когда женские половые клетки развиваются без оплодотворения.

Перикарп — оболочка *цистокарпа* красных водорослей, состоящая из одного или нескольких слоев диплоидных клеток.

Перфорации — сквозные отверстия на пластинах некоторых водорослей-макрофитов (*костария, агарум, родимения, ульва* и др.).

Пиреноиды — мелкие бесцветные органоиды клеток водорослей.

Пластина — более или менее широкое, плоское, листовидное слоевище или его часть.

Плацента — крупное образование на дне *цистокарпа* красных водорослей, развивающееся после слияния клеток, от которого развиваются нити *гонимобласта*, несущие на вершине *карпоспорангии*.

Подошва (базальный диск) — плотное многорядное плоское или конусовидное образование у основания *слоевища*, служащее для прикрепления его к субстрату.

Полисифонный — состоящий из длинных клеток (сифонов), которые располагаются вдоль слоевища параллельными рядами, образуя членики (*полисифония*).

Почка вегетативная (пропагула — побег, росток, отпрыск) — специализированный орган вегетативного размножения бурых водорослей рода *сфацелария*, состоящий из ножки и нескольких лучей-отростков. Важный таксономический признак видов рода *Sphacelaria*.

Прокариоты (дробянки) — царство низших организмов (бактерии, цианобиты), не имеющих в клетке оформленного ядра и, как следствие, полового размножения.

Пролиферации (пролификации) — выросты по краю *слоевища* некоторых багрянок (*пальмария*, *родимения*, *грателюния*, *халимения*, *кроссокарпус*), представляющие собой маленькие подобия породившего их *слоевища*.

Пропагула — см. *почка вегетативная*.

Р

Размножение бесполое — размножение, происходящее посредством *спор*, возникающих в результате *мейоза (редукционного деления)*, имеющих половинный набор хромосом и дающих при прорастании половую фазу развития — *гаметофит*.

Размножение вегетативное — образование новой особи из *вегетативной почки (пропагулы)* или фрагмента (части ветви, *ризоида*, *пластины*) родительского *слоевища*.

Размножение половое — процесс, при котором новый организм развивается из *зиготы*, образующейся в результате слияния женской и мужской половых клеток (*гамет*). Типы полового процесса: *изогамия*, *анизогамия (гетерогамия)*, *оогамия*, *родогамия*, *конъюгация*.

Ребро — утолщенная осевая часть плоского слоевища.

Редукционное деление — см. *мейоз*.

Рецептакул — специализированная утолщенная часть верхних ветвей бурых *фукусовых* водорослей, на которой развиваются органы размножения — *концептакулы*, содержащие репродуктивные клетки — оогонии и антеридии.

Ризоиды — нитевидные однорядные или корневидные многорядные (у крупных водорослей) образования, служащие для прикрепления *слоевища* к субстрату.

Родогамия — тип полового процесса красных водорослей, при котором происходит слияние двух неподвижных половых клеток — мелкого спермация и крупной яйцеклетки.

Рост диффузный — рост, который происходит по всему *слоевищу* в результате деления неспециализированных клеток.

Рост интеркалярный (вставочный) — рост в определенном участке слоевища, (например, между пластиной и черешком у ламинариевых) за счет деления клеток *интеркалярной меристемы*.

С

Скафидий — орган размножения бурых *циклоспоровых* водорослей (*концептакул*), в котором развиваются половые клетки.

Сифональный (неклеточный) тип строения — сложно дифференцированное, крупное слоевище, состоящее из клеток, неразделенных перегородками, формально представляющее собой одну гигантскую клетку с многочисленными ядрами (*бриопсис*, *кодиум*).

Слоевище (таллом) — тело водорослей и некоторых высших споровых растений (печеночные мхи), не имеющее деления на органы (стебель, корни, листья, цветки).

Сорус — скопление (группа) органов размножения (*спорангиев*, *антеридиев*) на поверхности слоевища водоросли.

Сперматангий — орган размножения красных водорослей, продуцирующий неподвижную мужскую гамету — *спермаций*.

Сперматозоид (антерозоид) — подвижная мужская *гамета*, имеющая жгутики.

Спермаций — неподвижная мужская *гамета* красных водорослей.

Спора — неподвижная (*апланоспора*) или подвижная (*зооспора*) бесполоя репродуктивная клетка водорослей.

Спорангий — репродуктивная клетка или многоклеточное образование с внутренними перегородками или без, в которой образуются *споры бесполого размножения*.

Спорангий многогнездный — *спорангий*, поделенный перегородками на камеры, в каждой из которых развивается *спора*.

Спорангий одногнездный — клетка, не поделенная перегородками.

Спорофиллы — специальные листовидные выросты на черешке крупных бурых водорослей, на которых образуются *спорангии* (*алария*, *ундария*).

Спорофит — бесполое диплоидное слоевище, этап цикла развития от зиготы до образования спор.

Стихии — специализированные боковые особой формы веточки красных водорослей, на которых развиваются органы размножения.

Столон — стелющийся побег в нижней части таллома.

Структура пластинчатая — слоевище в виде одно-, двух- или многорядной пластины различных очертаний.

Сублитораль — зона морского дна от нижней границы *литорали* до 150 - 200 м глубины.

Супралитораль — пограничная полоса между сушей и морем; участок морского побережья выше уровня прилива, в зоне заплеска.

Т

Таксон — категория, определяющая группы организмов, связанных между собою той или иной степенью родства. Иерархия (соподчинение) *таксонов* различного ранга: вид, род, семейство, порядок, класс, отдел, царство.

Таллом — см. *слоевище*.

Тетраспора — одна из четырех *спор*, образующихся в *тетраспорангии* в результате мейоза.

Тетраспорангий — *спорангий*, покрытый оболочкой, в котором образуются 4 неподвижных *споры* бесполого размножения, прорастающие в гаметофит.

Тип строения мешковидный — слоевище с широкой полостью внутри, окруженной тонкой однослойной или многослойной стенкой (*coilodesme*).

Тип строения многоосевой — структура *слоевища*, в центральной части которого проходит пучок однорядных клеточных нитей.

Тип строения одноосевой — структура *слоевища*, в центральной части которого расположен один ряд клеток (*осевая нить*).

Тип строения трубчатый — слоевище удлиненной формы с полостью внутри, окруженной однорядной (*энтероморфа*) или многорядной (*сцитосифон*) стенкой.

Точка компенсации — глубина, где энергия, которая тратится растениями на дыхание, равна энергии, получаемой ими за счет фотосинтеза.

Трихогина (рецепторная нить) — верхняя часть женского полового органа у многих красных водорослей.

У

Утрикул — вздутый терминальный конец сифонной трубки у некоторых *ульвофициевых* (*codium*).

Ф

Фертильный — плодоносящий.

Фикобионт — водоросль, обитающая в талломе лишайника.

Фикоколлоид — полисахарид водорослей желирующего характера (агар, каррагинан, альгинат).

Фикология — наука о водорослях (греч. *phycos* — водоросль).

Филлоиды — листовидные выросты на слоевищах фукусовых.

Фиталь - зона расселения водорослей и водных трав от литорали до глубин, на которых еще возможен фотосинтез (около 40 м в морях).

Фитопланктон — совокупность микроскопических водорослей, обитающих в толще морских и пресных вод и пассивно передвигающихся под влиянием водных течений.

Фитофаг — животное, поедающее растения.

Фитоценоз — растительное сообщество определенного видового состава и структуры на относительно однородном участке.

Фонтанный тип строения - см. многоосевой.

Фототроф — фотосинтезирующий организм, использующий для фотосинтеза энергию Солнца.

Фукозан — вещество, обладающее свойствами танинов, содержится в glandularных клетках бурых водорослей.

Фукоидан — сульфатированный гетерополисахарид бурых водорослей.

Х

Хемосинтез — тип питания некоторых микроорганизмов; процесс образования органических веществ микроорганизмами без участия солнечной энергии (за счет энергии, получаемой при окислении неорганических соединений: серы, железа, аммиака).

Хемотроф — автотрофный организм, синтезирующий органические вещества за счет энергии окисления химических веществ (аммиака, сероводорода и др.).

Ц

Цианофиты — цианобактерии, *прокариоты*, ранее относимые к водорослям и называвшиеся *синезелеными водорослями*.

Цикл развития — последовательность смены ядерных фаз; развитие организма от *споры* до новых *спор* такой же ядерной фазы.

Цикл развития гетероморфный — чередование *гаметофита* и *спорофита*, различающихся как морфологически (по форме, размерам), так и по набору хромосом, например, микроскопический нитчатый гаметофит и крупный, порой гигантский многометровый спорофит у ламинариевых.

Цикл развития изоморфный — чередование морфологически одинаковых фаз развития, имеющих разный набор хромосом (*диктиотовые*, *эктокарповые*, многие багрянки).

Цистокарп — специальное образование у красных водорослей, возникающее в результате сложного процесса многократных слияний клеток после оплодотворения *карпогона*; третья фаза развития красных водорослей — *карпоспорофит*, представляющий собой *гонимобласт* с *карпоспорами*, окруженный защитной оболочкой — *перикарпом*.

Э

Эврибионт — водоросль, обитающая в широких пределах изменения экологических факторов.

Эврихорный (греч.: *euros* - широкий + греч.: *choras* - место) — широкораспространенный таксон.

Эклипс — водоросль, переживающая неблагоприятное время года в виде особой морфологической формы.

Эндем (греч. *endemos* – местный) — водоросль или водная трава, имеющая узкую площадь расселения, ограниченную температурой или другими экологическими факторами.

Эпифит — растение-обрастатель, поселяющееся на другом растении, но не паразитирующее на нем.

Эфемер — водоросль с двумя или более поколениями, следующими одно за другим в течение года.

УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Acrothrix pacifica Okam. et Yamada
Agarum clathratum Dumor.
Ahnfeltia tobuchiensis (Kanno et Matsub.) Mak.
Ahnfeltiopsis flabelliformis (Harv.) Masuda
Alaria angusta Kjellm.
Analipus japonicus (Harv.) Wynne
Bangia atropurpurea (Roth) Ag.
Blidingia minima (Näg. ex Kütz.) Kylin
Bossiella compressa Kloczc.
Bossiella cretacea (P. et R.) Johansen
Bryopsis plumosa (Huds.) Ag.
Callophyllis rhynchocarpa Rupr.
Campylaephora hypnaeoides J. Ag.
Capsosiphon groenlandicus (J. Ag.) Vinogr.
Ceramium japonicum Okam.
Ceramium kondoi Yendo
Chaetomorpha moniligera Kjellm.
Chondria dasyphylla (Wood.) Ag.
Chondrus armatus (Harv.) Okam.
Chondrus pinnulatus (Harv.) Okam.
Chorda filum (L.) Lamour.
Chordaria flagelliformis (Müll.) Ag.
Chrysomenia wrightii (Harv.) Yam.
Cladophora speciosa Sakai
Cladophora stimpsonii Harv.
Clathromorphum compactum (Kjellm.) Foslie
Coccophora langsdorfii (Turn.) Grev.
Codium yezoense (Tokida) Vinogr.comb. nov.
Coilodesme japonica Yamada
Colpomenia peregrina (Sauv.) Hamel
Congregatocarpus pacificus (Yamada) Mikami
Corallina officinalis L.
Corallina pilulifera P. et R.
Costaria costata (Turn.) Saund.
Cystoseira crassipes (Turn.) Ag.
Dasya sessilis Yamada
Delesseria serrulata Harv.
Desmarestia ligulata (Lightf.) Lam.
Desmarestia viridis (Müll.) Lamour.
Devaleraea microspore (Rupr.) Seliv. et Kloczc.
Dictyopteris divaricata (Okam.) Okam.
Dictyosiphon foeniculaceus (Huds.) Grev.
Dictyota dichotoma (Huds.) Lamour.
Ectocarpus confervoides (Roth) Le Jol.
Enteromorpha clathrata Grev.
Enteromorpha linza (L.) J. Ag.
Enteromorpha prolifera (O. F. Müll.) J. Ag.
Fucus evanescens Ag.
Gelidium vagum Okam.
Gloiosiphonia capillaris (Huds.) Carm.

Gloiopeltis furcata (P. et R.) J. Ag.
Gracilaria austramaritima Przhem.
Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenf.
Grateloupia divaricata Okam.
Grateloupia turuturu Yam.
Halosaccion yendoi (I. K. Lee) Guiry
Hideophyllum yezoense (Yam. et Tok.) A. Zin.
Hyalosiphonia caespitosa Okam.
Kornmannia leptoderma (Kiellm.) Blid.
Laurencia nipponica Yamada
Leathesia difformis (L.) Aresch.
Lithothamnion phymatodeum Foslie
Lomentaria hakodatensis Yendo
Mastocarpus pacificus (Kjellm.) Perest.
Masudaphycus irregularis (Yam.) Lindsr.
Mazzaella cornucopiae (P. et R.) Hommers.
Mazzaella japonica (Mikami) Hommers.
Melanosiphon intestinalis (Saund.) Wynne
Monostroma grevillei (Thur.) Wittr.
Nemalion vermiculare Sur.
Neodilsea yendoana Tokida
Neohypophyllum middendorffii (Rupr.) Wynne
Neorhodomela larix (Turn.) Masuda
Neorhodomela teres (Perest.) Perest.
Nienburgia angusta A. Zin.
Odonthalia corymbifera (Gmel.) J. Ag.
Odonthalia ochotensis (Rupr.) J. Ag.
Palmaria stenogona (Perest.) Perest
Petalonia fascia (Müll.) Kuntze
Phycodrys riggii Gardn.
Phycodrys vinogradovae Perest. et Guss.
Phyllophora orientalis (Zin. et Mak.)
Polysiphonia japonica Harv.
Polysiphonia morrowii Harv.
Porphyra pseudolinearis Ueda
Porphyra seriata Kjellm.
Porphyra variegata (Kjellm.) Hus.
Pterosiphonia bipinnata (P. et R.) Falkenb.
Ptilota filicina J. Ag.
Ptilota phacelocarpoides A. Zin.
Punctaria plantaginea (Roth) Grev.
Ralfsia fungiformis (Gunn.) S. et G.
Rhizoclonium riparium (Roth) Harv.
Saccharina (*Laminaria*) *angustata* subsp. *siberica* (Petr., Sukhov.) Seliv., Zhig., Hans.
Saccharina (*Laminaria*) *cichorioides* (Miyabe) Lane, Mayes, Druehl, Saund.
Saccharina (*Laminaria*) *japonica* (Aresch.) Lane, Mayes, Druehl, Saund.
Saccharina (*Laminaria*) *japonica* f. *longipes* (Miyabe) Seliv., Zhig., Hans.
Sargassum miyabei Yendo
Sargassum pallidum (Turn.) Ag.
Saundersella simplex (Saund.) Kylin
Scytosiphon lomentaria (Lyngb.) Link
Silvetia babingtonii (Harv.) Ser., Cho, Boo et Braw.

Sparlingia pertusa (P. et R.) Saund., Strach. et Kraft
Sphaerotherichia divaricata (Ag.) Kylin
Spongomorpha duriuscula (Rupr.) F.S.Collins
Tichocarpus crinitus (Gmel.) Rupr.
Tokidadendron bullata (Gardn.) Wynne
Turnerella mertensiana (P. et R.) Schmitz
Ulva fenestrata P. et R.
Ulvaria splendens Rupr.
Undaria pinnatifida (Harv.) Sur.
Urospora penicilliformis (Roth) Aresch.

УКАЗАТЕЛЬ РУССКИХ НАЗВАНИЙ ВОДРОСЛЕЙ

Агарум решетчатый
Алария узкая
Акротрикс тихоокеанский
Аналипус японский
Анфельтиопсис вееровидный
Анфельция тобучинская
Бангия темно - пурпурная
Блидингия маленькая
Боссиелла меловая
Боссиелла сдавленная
Бриопсис перистый
Гелидиум беспорядочный
Глойопелтис вильчатый
Глойосифония волосовидная
Грателупия растопыренная
Грателупия турутуру
Грацилярия бородавчатая
Грацилярия южноприморская
Дазия сидячая
Девалерея микроспоровая
Делессерия мелкопильчатая
Десмарестия зеленая
Десмарестия язычковая
Диктиоптерис растопыренный
Диктиосифон укроповидный
Диктиота дихотомная
Каллофиллис клювоплодный
Кампилефора гипнеевидная
Капсосифон гренландский
Кладофора красивая
Кладофора Стимпсона
Клатроморфум плотный
Кодиум йезоенский
Коилодесме японский
Коккофора Лангсдорфа
Колпомения иноземная
Конгрегатокарпус тихоокеанский
Кораллина лекарственная
Кораллина шариконосная
Корнмания тонкокожистая
Костария ребристая
Леатезия неоднородная
Литотамнион бородавчатый
Ломентария хакодатская
Лорансия ниппонская
Мазелла изобильная
Мазелла японская
Мастокарпус тихоокеанский
Масудафикус неправильный
Меланосифон кишковидный

Монострома Гревилля
Немалион червевидный
Неогипофиллум Миддендорфа
Неодилсея Йендо
Неородомела вальковатая
Неородомела листовидная
Одонталлия охотская
Одонталлия щитконосная
Пальмария узкоугольная
Петалония лентовидная
Полисифония Морроу
Полисифония японская
Порфира ложнолинейная
Порфира пестрая
Порфира серийная
Птеросифония двуперистая
Птилота папоротниковидная
Птилота фацелокарповидная
Пунктария подорожниковидная
Ральфсия грибовидная
Ризоклониум прибрежный
Саргассум бледный
Саргассум Миябе
Саундерселла простая
Сахарина (ламинария) узкая
Сахарина (ламинария) цикоревидная
Сахарина (ламинария) японская
Сахарина (ламинария) японская длинноствольная
Сильвеция Бабингтона
Спарлингия продырявленная
Спонгоморфа жестковатая
Сферотрихия растопыренная
Сцитосифон коленчатый
Тихокарпус косматый
Токидадендрон пузырчатый
Турнерелла Мертенса
Ульва продырявленная
Ульвария блестящая
Ундария перистонадрезная
Уроспора кисточковидная
Фикодрис Виноградовой
Фикодрис Ригги
Филлофора восточная
Фукус исчезающий
Халосакцион железковидный
Хиалосифония дернинная
Хидеофиллум йезоенский
Хетоморфа четконосная
Хондрия густолистная
Хондрус перистый
Хондрус шиповатый
Хорда нитевидная

Хордария бичевидная
Хризимения Райта
Церамиум Кондо
Церамиум японский
Цистозира толстоногая
Эктокарпус конфервообразный
Энтероморфа линзовидная
Энтероморфа прорастающая
Энтероморфа решетчатая