

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова  
Институт биологии моря им. А.В. Жирмундского  
Дальневосточного отделения Российской Академии Наук  
Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Дальневосточный государственный университет"

Белоус О.С., Титлянова Т.В., Титлянов Э.А.

**Морские растения  
бухты Троицы и смежных акваторий  
(Залив Петра Великого, Японское море)**

УДК 582.26  
ББК

**Морские растения бухты Троицы и смежных акваторий (Залив Петра Великого, Японское море) / О.С. Белоус, Т.В. Титлянова, Э.А. Титлянов; Изд-во «Дальнаука».**  
Владивосток, 2013. 263 с.

ISBN

В настоящем издании представлены данные по морфологии, классификации, химическому составу и использованию морских растений.

Часть книги представляет собой руководство (атлас) для определения массовых видов водорослей и морских трав бухты Троицы (Приморский край, Хасанский район) и смежных акваторий. В атласе даются описания наиболее распространенных видов морских растений. Представлены морфологические признаки, условия обитания и рекомендации по практическому использованию.

Для студентов, аспирантов и преподавателей биологического и химического факультетов, для морских биологов, экологов, ботаников и специалистов по ма-рикультуре, а также для всех кого интересует подводная флора.

Ответственный редактор: академик РАН Горовой П.Г.

Рецензенты: к. б. н. Суховеева М.В., д. б. н. Васьковский В.Е.



## Оглавление

Введение .....	6
<b>1. Историческая и физико-географическая характеристика бухты Троицы .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Морские растения.....</b>	<b>9</b>
2.1. Классификация морских растений .....	10
2.2. Морфологические признаки .....	12
2.2.1. Морские травы.....	12
2.2.2. Макроводоросли ( <i>Chlorophyta</i> , <i>Ochrophyta</i> , <i>Rhodophyta</i> ).....	12
2.2.3. Морфофункциональные формы макрофитов.....	14
2.2.4. Экологические группы бентосных водорослей.....	16
2.3. Размножение .....	16
<b>3. Химический состав морских растений.....</b>	<b>19</b>
3.1. Красные водоросли ( <i>Rhodophyta</i> ).....	20
3.1.1. Белки и свободные аминокислоты.....	20
3.1.2. Углеводы.....	21
3.1.3. Органогалогеновые, фенольные и полифенольные соединения.....	25
3.1.4. Жиры и жирные кислоты.....	26
3.1.5. Стерины.....	27
3.1.6. Витамины.....	27
3.1.7. Пигменты .....	27
3.2. Бурые водоросли ( <i>Ochrophyta</i> ).....	28
3.2.1. Белки и свободные аминокислоты.....	28
3.2.2. Углеводы.....	29
3.2.3. Таннины и полифенольные соединения.....	33
3.2.4. Жиры и жирные кислоты.....	34
3.2.5. Витамины.....	37
3.2.6. Минералы.....	37
3.2.7. Вещества, определяющие вкус и аромат бурых водорослей.....	37
3.3. Зеленые водоросли ( <i>Chlorophyta</i> ).....	38
3.3.1. Азотистые вещества.....	38
3.3.2. Углеводы.....	39
3.3.3. Вещества, содержащие фенольные и полифенольные компоненты.....	41
3.3.4. Жиры .....	41

3.3.5. <i>Пигменты</i> .....	43
3.3.6. <i>Витамины</i> .....	43
3.3.7. <i>Минеральные вещества</i> .....	44
3.3.8. <i>Вещества, придающие запах и вкус блюдам из зеленых водорослей</i> ...	44
3.4. <i>Морские травы (Magnoliophyta)</i> .....	45
<b>4. <i>Морские растения бухты Троицы и смежных акваторий</i></b> .....	<b>47</b>
Отдел Rhodophyta (Красные водоросли).....	56
Отдел Ochrophyta (Бурые водоросли).....	152
Отдел Chlorophyta (Зеленые водоросли).....	214
Отдел Magnoliophyta (Цветковые растения).....	244
Указатель латинских названий макрофитов.....	250
Используемые биологические и географические термины.....	252
Литература.....	252

*www.algology.ru*

## Введение

Морские растения — это древнейшие фотосинтезирующие организмы, значение которых для всего живого трудно переоценить. Они служат не только пищей, убежищем и субстратом для нереста морских обитателей, но также являются ценнейшими источниками для получения лекарственных препаратов, пищевых добавок, лечебно-профилактических и косметических средств, благодаря содержанию в них целого ряда веществ, обладающих биологической активностью.

В эту книгу авторы включили и описали виды морских растений, встреченные ими в бухте Троицы. В книге (атласе) представлены подводные фотографии и снимки гербарных образцов, собранных во время экспедиций и проведения летней морской биологической практики студентам отделения биоорганической химии и биотехнологии Института химии и прикладной экологии Дальневосточного Федерального Университета (ИХПЭ ДВФУ) на Морской экспериментальной станции (МЭС) Тихоокеанского института биоорганической химии Дальневосточного отделения Российской Академии Наук.

Описания видов включают данные по их морфологии, экологии, жизненным циклам и распространению в морях Мирового океана, а также их использованию в различных отраслях промышленности и медицине. Ботаническая номенклатура водорослей дана согласно базе данных <http://www.algabase.org> (2012). Для определения водорослей была использована следующая литература: Виноградова, 1976; Перестенко 1980, 1994; Атлас массовых видов..., 2008; Клочкова, 1996; Клочкова и др., 2009, I и II том; Сосудистые растения., 1987; Зинова, 1967; Титлянов и др., 1993; Abbott et al., 1976; Lindeberg et al., 2010; Tokuda et al., 1994; Tseng, 1983).

Атлас подготовлен специально для студентов и преподавателей отделения биоорганической химии и биотехнологии ИХПЭ ДВФУ. Студенты познакомятся с классификацией морских растений, морфологией, с особенностями их размножения, узнают много интересного об их использовании. В книге подробно описаны химические вещества водорослей и морских трав, что, несомненно, окажется полезным для будущей работы молодых ученых. Книга также предназначена для широкого круга читателей: школьников, учителей, преподавателей, студентов, туристов и для тех, кто интересуется жизнью морских обитателей Дальнего Востока.

Авторы выражают благодарность Левенец И.Р. за предоставленные гербарные образцы, Белоусу М.С. и водолазам МЭС ТИБОХ ДВО РАН за помощь в сборе материала, Дроздову А.Л. за помощь в организации сбора материала и ценные советы, и всем сотрудникам лаборатории хемотаксономии ТИБОХ ДВО РАН за постоянную поддержку.

## 1. Историческая и физико-географическая характеристика бухты Троицы

Бухта Троицы ( $42^{\circ}38'55''$  с.ш.  $131^{\circ}06'17''$  в.д.) глубоко вдается в северную часть залива Посъета (Бровко, 2003). Впервые она была обследована Василием Бабкиным в 1863 году и названа в честь праздника — Святой Троицы, именно в этот день офицеры экспедиции производили обследование данного участка побережья и обнаружили бухту (рис. 1). По результатам работ в 1862-1863 гг. гидрографической экспедиции составлены первые карты залива Петра Великого с крупномасштабными планами бухт, а в 1888 г. в бухте Троицы были произведены тщательные гидрографические работы экипажем корвета «Витязь»\* (<http://www.wikipedia.org>).

Бухта Троицы (рис. 1) вдается в материк на 6 км, ширина бухты у входа 1,7 км, глубина до 30 м. На западе бухта отделяется от залива Посъета полуостровом Зарубина, где находится международный порт с одноименным названием. Южная часть полуострова Зарубина имеет вид правильного треугольника. Берега полуострова возвышенные и обрывистые. Полуостров соединен с материком узким низким перешейком. В западной части бухты находится гавань Силач. В центре гавани расположен остров Браузера. В восточной части — в окрестностях села Андреевка, бухта Троицы вдается в северо-восточный берег залива Китовый между мысом Слычкова и мысом Стенина, расположенным к востоку от мыса Слычкова.



Рис. 1. Карта-схема бухты Троицы и смежных акваторий

Западный и восточный берега бухты Троицы высокие, скалистые, изрезаны несколькими бухточками. Выступающие от этих берегов мысы Шульца, Неприметный, Небольсина, МаксUTOва, Варгина и Андреева окаймлены рифами. Вдоль берега бухты тянется песчаный пляж. В бухту Троицы впадает несколько рек (наибольшая р. Андреевка) и ручьев. На берегу бухты имеются населенные пункты, наиболее крупный — поселок Зарубино. Глубины по направлению к берегу постепенно уменьшаются. Северная часть бухты мелководна (Лоция Японского моря, 1972). Административно бухта входит в состав Хасанского района Приморского края России.

В бухте Троицы наблюдается пестрая картина распределения донных осадков. У крутых берегов скал, крупные камни простираются до глубины 3-6 м, сменяясь далее галечным, песчаным и песчано-илистым грунтом. Иногда коренные породы у берега прикрыты гравием, галечником или песком.

В вершинах бухт преобладают песчаные и илистые грунты. Здесь часты мелкоалевритовые илы и крупные алевриты, аккумуляция которых происходит в спокойной воде в центральной пониженной части бухты (Петренко, 1975). Бухта Троицы замерзает в конце декабря, начале января, но в течение всей зимы лед у входа в бухту взламывается волнением. Очищение бухты ото льда происходит в конце марта (Лоция Японского моря, 1972).

Территория района расположена в умеренном климатическом поясе. Самые теплые месяцы — июль и август. Средняя температура воздуха в это время колеблется от +20°С до +25°С. Температура воды поверхностных слоев в августе 23° С, а в полузакрытых бухточках даже 25-26° С. В верхнем 5-10 м слое воды температура по вертикали изменяется мало и существенно зависит от времени суток и состояния погоды. На глубине 20 м при слабом перемешивании вод она может быть меньше, чем на поверхности, на 5-6° С.

Движение воды в бухте осуществляется под влиянием, как постоянных, так и временных (волновых, сгонных и др.) течений. От Корейского полуострова до залива Посъета и бухты Троицы доходит ветвь теплого Цусимского течения. С севера от Татарского пролива вдоль берегов Приморья проходит холодное Приморское течение.

В открытой части залива Петра Великого соленость поверхностных вод обычно находится в пределах 32-34 ‰. Однако в устьях рек и во время ливневых дождей в полузакрытых бухтах вода сильно опресняется. В бухте Троицы соленость воды обычно колеблется в пределах 30-32‰ (Атлас океанов, 1974).



**Василий Матвеевич Бабкин (1813–1876)** – русский гидрограф, исследователь побережья Приморского края.

Родился в пригороде Санкт-Петербурга 27 декабря 1813 года в семье офицера. В 1831 году окончил штурманское училище. В 1855 году был удостоен звания капитана и переведён на Дальний Восток. 23 июля 1860 г. На винтовой шхуне «Восток» под командованием лейтенанта П.Л. Овсянникова начал гидрографическое исследование берегов Приморья с залива Владимира. Экспедицией были открыты бухты Евстафия, Преображение, Мелководная, Успения, Козьмина, Врангеля. В 1862–1863 годах руководил экспедицией на клипере «Разбойник», корветах «Новик» и «Калевала» по заливу Петра Великого. На основании собранного материала в 1863–1865 годах Морским министерством России изданы первые русские морские карты побережья Приморского края и залива Петра Великого – «Карта западного берега Японского моря от залива Святого Владимира до залива Америка», в 1868 году издан «Атлас Восточного океана». Экспедициями Василия Бабкина даны десятки картографических названий, в основном по названию кораблей Тихоокеанской эскадры и именам офицеров этих кораблей.

В 1864 году был произведён в звание полковника, в 1870 году – генерал-майора. В 1875 уволен со службы. Умер 13 марта 1876 года.

\*Корвет «Витязь» (с 1 февраля 1892 - крейсер I ранга) заложен 16 августа 1883, спущен на воду 23 октября 1884. Строился на верфи «Галерного острова» в Санкт-Петербурге кораблестроителем П.А. Титовым под наблюдением корабельного инженера А.Е. Леонтьева. Водоизмещение 3200 т, мощность 3000 л.с., скорость 14 уз., экипаж 372 чел.; вооружение: 10 - 152 мм, 4 - 87 мм, 10 - 47 мм орудий. В 1886-89 под командованием капитана I ранга С.О. Макарова совершил 387-дневное кругосветное плавание (Кронштадт - Магелланов пролив - Приморье - Индийский океан - Балтика), во время которого были проведены важные океанографические исследования в Тихом океане, положенные в основу работы С.О. Макарова «Витязь» и «Тихий океан» (1894). В 1891 корвет совершил переход на Дальний Восток, где нес крейсерскую и стационарную службу, занимался описью побережья Корейского полуострова. 28 апреля 1893 разбился на камнях в районе порта Гензан (Вонсан) у побережья Кореи. В память о научных заслугах название «Витязь» выбито на фронтоне океанографического музея в Монако в числе самых известных кораблей науки. В честь корабля названа бухта в заливе Посьета залива Петра Великого.

## 2. Морские растения

Морскими растениями мы называем все автотрофные организмы, обитающие в море, содержащие хлорофилл *a* и осуществляющие процесс фотосинтеза с созданием органических веществ из двуокиси углерода (или бикарбоната) и воды с выделением молекулярного кислорода за счет энергии света. Морские растения представлены микро- и макроорганизмами, обитающими в толще воды (фитопланктон), на дне (фитобентос) или на искусственном субстрате (фитообрастания). Фитопланктонные организмы — это в основном одноклеточные микроводоросли, свободно дрейфующие в водной толще и неспособные противостоять течению. Фитобентосные организмы — одноклеточные и многоклеточные растения, живущие на поверхности грунта или внутри него. Фитообрастатели это микро- и макроводоросли, обрастающие плавающие или лежащие на дне естественные и искусственные предметы (субстраты). Обитают морские растения в супралиторала-

ли, на литорали, и в сублиторали в пределах эуфотической зоны, но основная их масса произрастает в умеренных широтах до 20 м глубины, где световой энергии достаточно для вегетации и размножения большинства массовых видов.

Морские растения играют огромную роль в жизни океана. Являясь первичными продуцентами органического вещества, они занимают начальную ступень пищевых цепей и служат основной пищей для рыб, морских ежей, крабов и амфипод, также они поставляют кислород для их дыхания. Крупные макрофиты — это среда обитания многочисленных морских животных (рыбы, ракообразные, моллюски и их личинки), одновременно это субстрат для обрастания, на котором обычно поселяются эпифитные бактерии, микроводоросли и ряд прикрепленных животных, таких как гидроиды, мшанки и фораминиферы. На старых слоевищах макроводорослей и листьях морских трав поселяется множество эпифитных и эндифитных водорослей и сапрофитных морских грибов. После отмирания морские растения образуют органический детрит — важнейший источник питания донных сообществ. Водоросли могут выделять в окружающую среду органические кислоты, полисахариды, аминокислоты, антибиотики, витамины и токсины (Голлербах, Штина, 1969) и тем самым регулировать продукцию и размножение других организмов и влиять на качество природных вод. Кроме этого они способны накапливать и утилизировать некоторые органические соединения, соли тяжелых металлов, радионуклеиды, являясь активными агентами самоочистки загрязненных вод. Водоросли являются индикаторами при экологическом мониторинге, посредством которого контролируются последствия антропогенных изменений (Водоросли, 1989).

Неблагоприятные изменения в структуре сообщества морских растений могут привести не только к снижению продуктивности шельфа, но и к значительному сокращению численности многих животных.

В главе “Морские растения” кратко описаны некоторые биологические, физиологические и экологические характеристики основных групп бентосных макроводорослей.

## 2.1. Классификация морских растений

Классификация живых и вымерших организмов осуществляется методами таксономии и систематики. Таксономия объединяет организмы по морфологическим и анатомическим признакам в группы называемые таксонами, в то время как систематика ищет родство (эволюционные связи) между таксонами. В альгологии (науке о водорослях), таксономия Линнея является доминирующей. По современной Линнеевской таксономии морские растения, описанные или упоминаемые в этой книге, принадлежат двум империям и четырем царствам. В империю *Eukaryota* входят царства: *Plantae*, *Chromista*, *Protozoa*, а в империю *Prokaryota* — царство *Bacteria*.

К царству *Plantae* принадлежат морские травы, зеленые и красные водоросли. Морские травы входят в Отдел *Magnoliophyta* (цветковые растения). Зеленые водоросли — в Отдел *Chlorophyta*, красные водоросли — в Отдел *Rhodophyta*.

Царство *Chromista* включает в себя бурые водоросли, принадлежащие Отделу Ochrophyta и диатомовые водоросли, принадлежащие Отделу Bacillariophyta. В царство *Protozoa* входят одноклеточные водоросли динофлагеллаты, принадлежащие Отделу Myzozoa. Царство *Bacteria* включает синезеленые водоросли, принадлежащие Отделу Cyanobacteria.

В каждый отдел входят классы, в классы — порядки. В порядок включены семейства, в семейство — роды. Род может состоять из одного или многих видов. В одном виде может выделяться несколько форм. Главные различия между представителями определенных отделов находятся в соматической и репродуктивной структуре их клеток, протекании их жизненных циклов, а также в химии их фотосинтетических пигментов и запасных продуктов.

Каждому виду дается двойное (бинарное) научное название (биномиальная номенклатура): первое — родовое название и второе — видовое. Первая буква родового названия пишется с большой буквы, видовое название — с маленькой буквы и оба названия выделяются курсивом или подчеркиванием. Обычно бинотинал сопровождается фамилиями авторов, описавших этот вид. В настоящее время название растения определяется “Международным кодексом ботанической номенклатуры” (МКБН) и входит в международную базу данных по водорослям (Guiry, Guiry, 2011).

Следуя этому кодексу, например, номенклатура красной водоросли *Grateloupia turuturu*, будет выглядеть таким образом:

#### Классификация

Империя	Eukaryota	
Царство	Plantae	
Подцарство	Biliphyta	
Отдел	Rhodophyta	
Подотдел	Eurhodophytina	
Класс	Florideophyceae	
Подкласс	Rhodymeniophycidae	
Порядок	Halymeniales	
Семейство	Halymeniaceae	
Род	Grateloupia	
Вид	Grateloupia turuturu	

## 2.2. Морфологические признаки

### 2.2.1. Морские травы

Морфология морских трав подобна морфологии высших цветковых растений, имеющих корни, стебли, листья, цветки и плоды.

### 2.2.2. Макроводоросли (Chlorophyta, Ochrophyta, Rhodophyta)

Форма тела (слоевища, таллома) морских макроводорослей варьирует от относительно простой (состоящей из одной или нескольких клеток) до высокодифференцированной (разделенной на органы подобные листьям, стеблям и корням высших растений) (рис. 2).

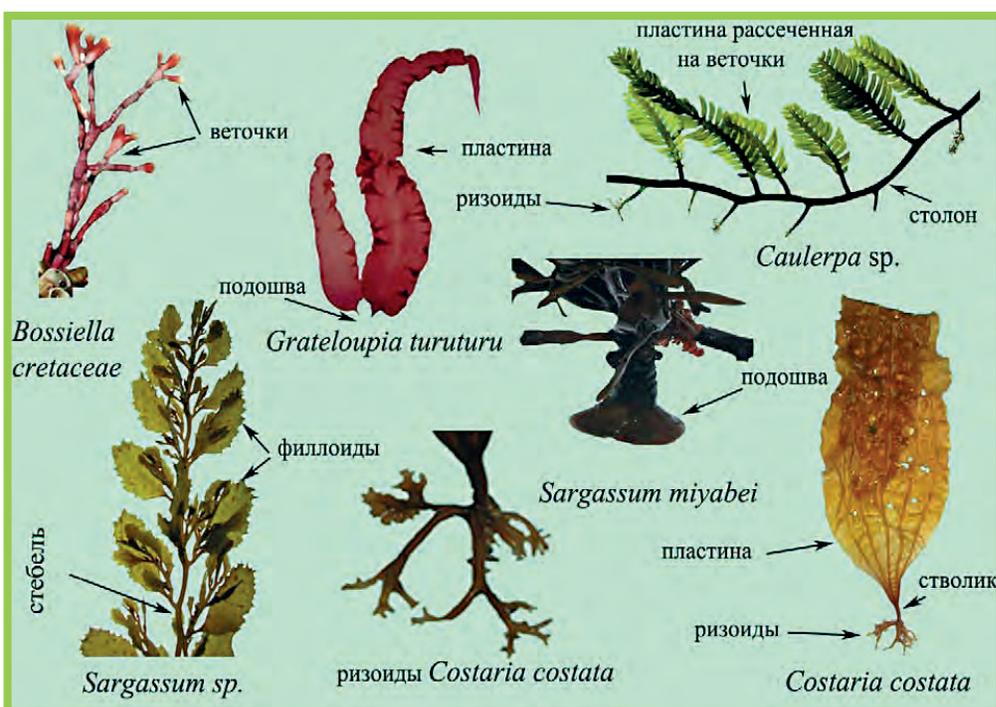


Рис. 2. Морфология морских макроводорослей

В слоевищах различают части талломов, служащие для прикрепления водорослей к субстрату (подошвы, ризоиды или корнеподобные выросты). Прикрепляющиеся части талломов водорослей, адаптированные к различным типам субстратов, представляют собой видоизмененные базальные клетки с ризоидальными нитями, многоклеточные образования, которые могут быть дисковидными, пальцевидными, шнуроподобными или другими хорошо развитыми формами. Сразу за ризоидальной частью таллома следует стеблеподобный вырост таллома (ножка, “стебель”), поддерживающий листоподобный вырост слоевища (пластину), хотя у многих видов этих образований нет, а ризоидальная часть таллома сразу переходит в пластину.

Пластина может быть толстой, тонкой, пленчатой, нитчатой, целой или рассеченной. Стелющиеся побеги (столоны), соединяющие вертикальные пластины иногда называют “корневищем”.

Слоевища водорослей-макрофитов могут быть самыми разнообразными по внешнему виду (по форме): нитевидными, пластинчатыми, шаровидными (мешковидными), шнуровидными, кустистыми и др. (рис. 3).

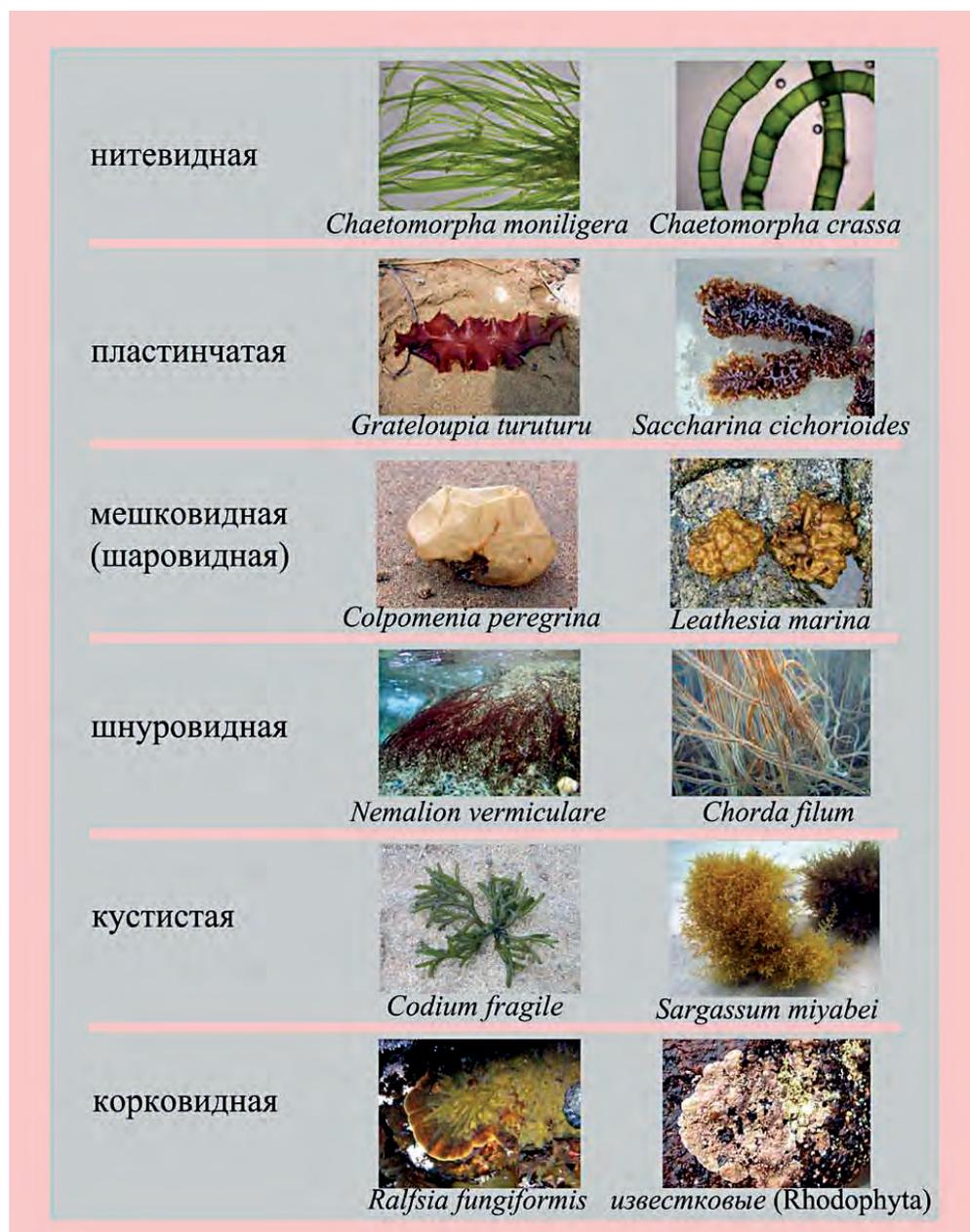


Рис. 3. Разнообразные формы внешнего вида водорослей-макрофитов

Тип ветвления растений является важной морфологической характеристикой при таксономической идентификации водорослей. Макроводоросли имеют в основном такие типы ветвления, как поочередный, дихотомический (трихотомический), односторонний, супротивный, неправильный и мутовчатый (рис. 4).

### 2.2.3. Морфофункциональные формы макрофитов

Описание водорослевых сообществ и их сукцессий невозможно без разделения представителей большинства родов макроводорослей на группы, объединяющие их не по номенклатурному положению, а по основным близким специфическим морфологическим признакам, а также по их роли в подводных экосистемах. Так, например, тонкие нитчатые, листовидные, трубчатые и разветвленные формы водорослей, талломы которых часто построены из одного или двух слоев клеток, способны улавливать наибольшее количество света (и минеральных веществ), по сравнению с другими морфофункциональными формами растений, фотосинтезируя с высокой скоростью. Такие формы являются основными продуцентами биомассы в подводных экосистемах и являются главным источником пищи для травоядных животных. Эти быстрорастущие и короткоживущие (эфемерные) формы обычно занимают литоральную и самую верхнюю часть сублиторальной зоны.

В противоположность вышеописанным формам, мясистые, грубые мешковидные, толстокожистые, жесткоставчатые формы в большинстве случаев покрыты толстой кутикулой и состоят из большого числа клеточных слоев, стенки их клеток построены из множества целлюлозных тяжей. Как правило,

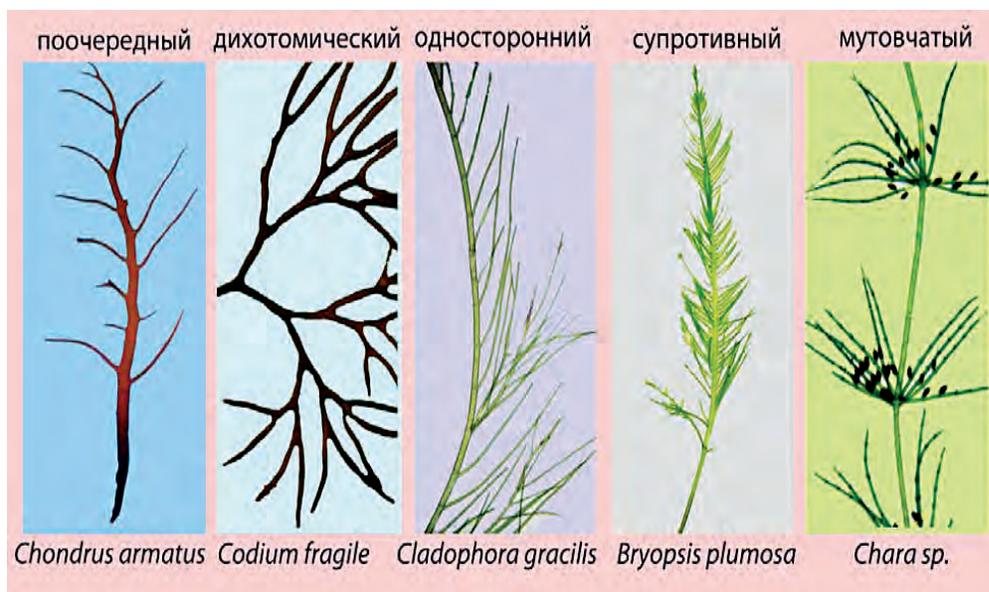


Рис. 4. Основные типы ветвления слоевищ макроводорослей

эти растения медленнорастущие и долгоживущие. Эти морфофункциональные формы водорослей плохо поедаются травоядными животными из-за их жесткой текстуры, а иногда из-за присутствия в них токсичных веществ. В подводных экосистемах они часто служат субстратом для поселения водорослей-эпифитов и животных-эпибионтов.

Кораллиновые водоросли, образующие обизвествленные бугорчатые корки часто растут в тех местах, где тонкие и мягкие водоросли не могут противостоять воздействию волн, они принимают участие в строительстве карбонатного основания рифа (на коралловом рифе), особенно в местах с низкой освещенностью.



Рис. 5. Экологические группы бентосных водорослей



Рис. 6. Споры зеленых, красных и бурых водорослей

#### 2.2.4. Экологические группы бентосных водорослей

По характеру местообитания среди бентосных водорослей выделяют следующие экологические группы (рис. 5):

*Примечание:* При написании главы была использована следующая литература: Taylor, 1960; Bold, Wynne, 1978; Перестенко, 1980; Littler, Littler, 1984, 2000; Судницина, 2005; Larkum et al., 2006.

#### 2.3. Размножение

Многоклеточные водоросли имеют три основных способа размножения: **вегетативный, бесполой и половой**. Наиболее простым является **вегетативное размножение**, когда водоросль размножается фрагментами слоевищ (*Ectocarpus*, *Gracilaria*), образованием дочерних слоевищ на базальном диске (*Chondrus*, *Fucus*), или на концах стелющихся ризоидов (*Sargassum miyabei*), или специальными образованиями — вегетативными почками (пропагулами) (*Sphacelaria spp.*). **Вегетативное размножение**, в сущности, представляет собой форму бесполого размножения, осуществляемого вегетативными частями таллома.

**Бесполой способ размножения** осуществляется специальными спорами, которые возникают на материнском слоевище (спорофите) в результате редуционного деления (мейоза). Благодаря наличию жгутиков, они могут быть подвижными — зооспоры (Chlorophyta, Ochrophyta) и неподвижными — апланоспоры, моноспоры и тетраспоры (Rhodophyta и диктиотовые водоросли из отдела Ochrophyta) (рис. 6). Споры имеют гаплоидный ( $n$ ) набор хромосом и, прорастая, дают начало половой фазе цикла развития — гаметофиту, на ко-

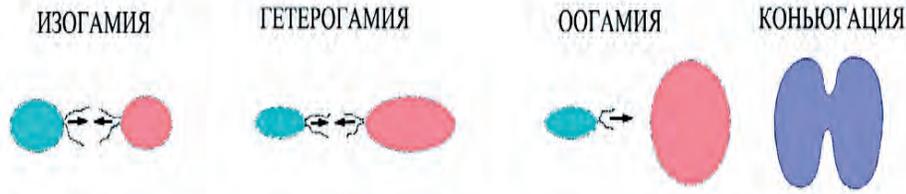


Рис. 7. Типы полового процесса у водорослей

тором возникают мужские (антеридии) и женские (оогонии) органы полового размножения, из которых развиваются половые клетки (гаметы).

**Половое размножение** происходит путем слияния репродуктивных клеток (гамет). Гаметы, так же как споры, могут быть подвижными, т.е. снабжены жгутиками (зеленые и бурые водоросли) или неподвижными (красные водоросли). Существует три основных типа полового размножения (рис. 7): **изогамия** — слияние подвижных гамет одинаковой формы и равной величины (изогаметы); **гетерогамия** (или анизогамия) — слияние подвижных гамет разной величины (анизогаметы) и **оогамия** — слияние небольшой подвижной мужской гаметы и большой неподвижной женской гаметы (яйцеклетки). Гаметы формируются в гаметангиях: мужские гаметы образуются в антеридиях, женские — в оогониях. Существует еще один тип полового процесса —

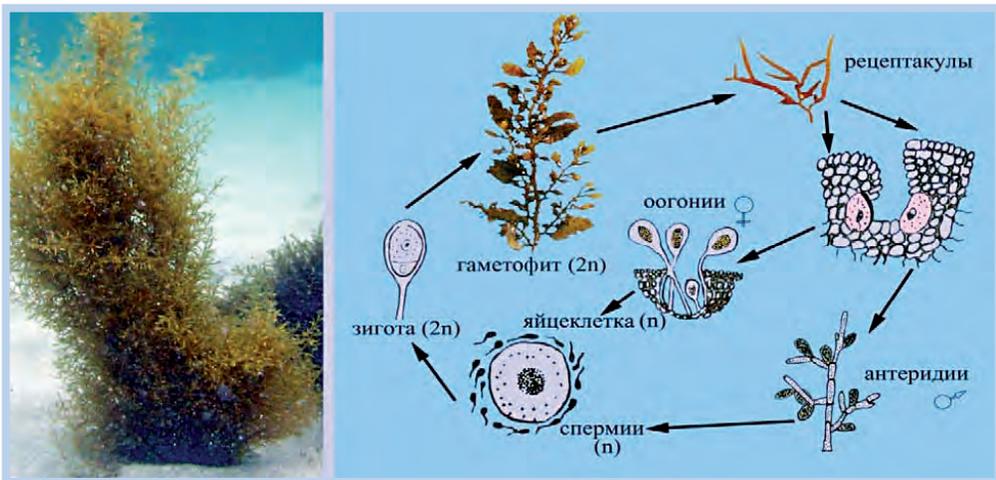


Рис. 8. Последовательность стадий развития в жизненном цикле бурой водоросли *Sargassum miyabei* (жизненный цикл без чередования соматических генераций)

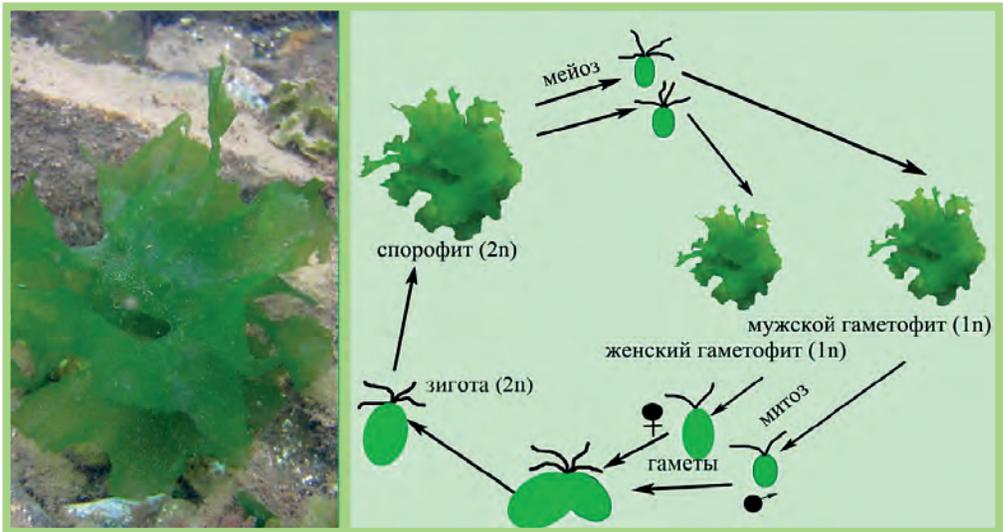


Рис. 9. Последовательность стадий развития в жизненном цикле зеленой водоросли *Ulva lactuca* (жизненный цикл с двумя соматическими генерациями)

**конъюгация**, при котором сливаются две обычные вегетативные клетки, как бы исполняющие роль гамет.

Во многих высокодифференцированных формах морских водорослей репродуктивные клетки могут формировать отчетливые структуры в виде фертильных («плодущих») зон (пятен) на поверхности таллома, называемых сорусами и подушковидных структур, называемых нематециями. Репродуктивные органы могут располагаться также в полостях таллома — в концептакулах, открывающихся одной или несколькими порами. Иногда органы размножения развиваются на специализированных частях ветвей — рецептакулах. Жизненные циклы макроводорослей (онтогенез) протекают без чередования или с чередованием двух-трех соматических генераций (рис. 8, 9, 10). Гаметофитные (размножающиеся половым путем) генерации и спорофитные (размножающиеся бесполом путем) генерации могут быть морфологически одинаковыми (изоморфные), или разными (гетероморфные). Во время спорофитной фазы жизненного цикла, посредством мейоза, продуцируются мейоспоры, развивающиеся в гаметофитные мужские и женские растения.

Таким образом, спорофит имеет двойной набор хромосом (диплоидный  $(2n)$  спорофит), а гаметофиты имеют только один набор хромосом (гаплоидный  $(n)$  гаметофит).

Гаметофиты продуцируют гаметы посредством митоза. Гаметы сливаются, образуя зиготу, которая развивается в спорофитное растение. У большинства видов красных водорослей с высокоразвитой морфологией (рис. 9, *Gracilariopsis longissima*) присутствует третья соматическая генерация (фаза) — диплоидный карпоспорофит с двойным набором хромосом  $(2n)$ , развивающийся из зиготы и паразитирующий на женском гаметофите. Карпоспорофит продуцирует ре-

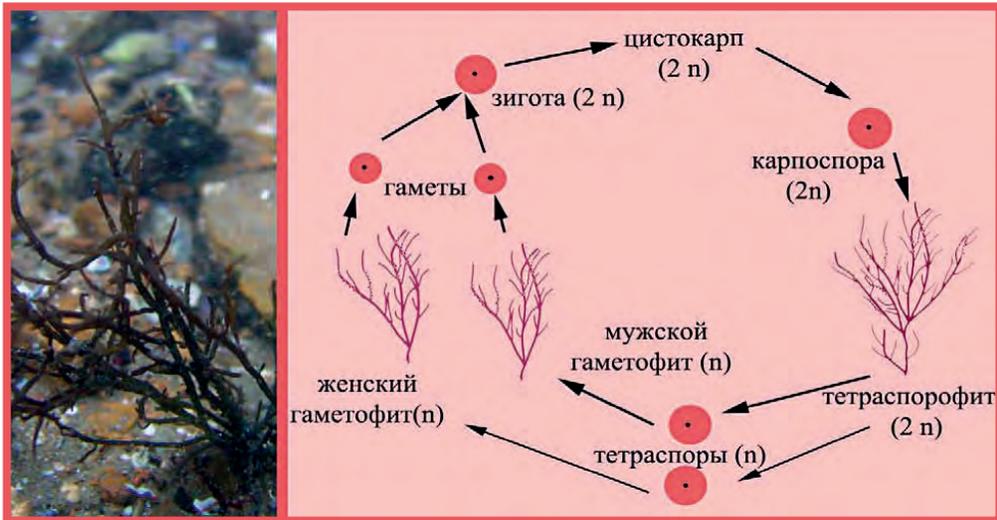


Рис. 10. Последовательность стадий развития в жизненном цикле красной водоросли *Gracilariopsis longissima* (жизненный цикл с тремя соматическими генерациями)

продуктивные клетки — карпоспоры, развивающиеся в карпоспорангиях. Карпоспоры дают спорофит (или тетраспорофит), образование спор (тетраспор) на котором идет при помощи мейоза. Тетраспоры развиваются в гаметофитные мужские и женские растения, завершая жизненный цикл водоросли.

*Примечание:* при написании главы была использована следующая литература: Taylor, 1960; Bold, Wynne, 1978; Перестенко, 1980.

### 3. Химический состав морских растений

Морские и наземные растения состоят из одних и тех же химических элементов и групп органических и неорганических соединений. Однако существует большое количество органических веществ, специфичных как для водорослей вообще, так и для отдельных их групп. В нашем кратком разделе по химии морских растений мы остановимся только на полезных для человека веществах.

Собранные в море свежие водоросли содержат от 80 до 90% воды и соответственно от 10 до 20% сухих веществ. Они состоят из углеводов (от 30 до 60%), белков (от 5 до 30%), жиров (от 0.1 до 2% в расчете на сух. массу) и других органических и неорганических веществ. Минеральные соединения (зола) составляют от 7 до 36% сух. массы.

Наиболее ценными для человека органическими веществами морских растений являются углеводы и витамины, а также минеральные вещества (йод, кальций, железо и др.).

### 3.1. Красные водоросли (Rhodophyta)

#### 3.1.1. Белки и свободные аминокислоты

Содержание общего белка в красных водорослях варьирует от вида к виду. Так, у *Porphyra* spp. из Японии отмечено очень высокое содержание белков, например у *P. yezoensis* оно достигало 43% от сух. массы (Nisizawa et al., 1987). Содержание азотистых соединений (преимущественно общего белка) у красных водорослей дальневосточных морей России варьирует от 6.5% у *Gracilaria vermiculophylla*, до 27.1% сух. массы у *Ahnfeltia tobuchiensis*. Содержание белка в водорослях зависит от сезона. Так, у *Chondrus armatus* (залив Измены, о. Кунашир), анализированного в разные месяцы, наименьшее количество общего белка (8.5%) было отмечено в июле, а наибольшее (11.6% от сух. массы) — в сентябре (Суховеева, Подкорытова, 2006).

Аминокислотный состав белков красных водорослей представлен 16 аминокислотами (аланин, аргинин, аспарагиновая кислота, валин, гистидин, глицин, глутаминовая кислота, лейцин, лизин, метионин, пролин, серин, тирозин, треонин, цистин, фенилаланин) и не отличается от аминокислотного состава белков зеленых и бурых водорослей (Суховеева, Подкорытова, 2006). Однако лизина и аргинина в белках красных водорослей было обнаружено больше, чем в зеленых и бурых (Lourenc et al., 2002). Белки красных водорослей перевариваются ферментами и бактериями желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) человека, наличие в их составе незаменимых аминокислот повышает их питательную ценность.

*Лектины* — белки способные химически связываться с моно - или олигосахаридами, вызывая их агглютинацию. Лектины способствуют агглютинации эритроцитов, обладают избирательной митогенной активностью в отношении различных субпопуляций эритроцитов, что находит применение в медицине. В водорослях лектины находятся, главным образом, в клеточных стенках. Белки, классифицируемые как лектины, имеют разную структуру и объединяются в группу веществ больше по функциональным признакам, чем по химической структуре. Лектины включены во многие биологические процессы в организме, например, во взаимоотношение между хозяином и патогенными организмами, в межклеточный транспорт, в индукцию апоптоза и др. Лектины из водорослей используются человеком в борьбе с вирусными заболеваниями, болезнями крови, а также при иммунодефиците (Ziółkowska, Włodawer, 2006). Так, из *Gracilaria verrucosa* [= *Gracilariopsis longissima*] было выделено три лектина-гемагглютина. Первый, названный GVA-1, был гликопротеином с низким содержанием углеводов (Shiomi et al., 1981), второй — протео-гликан (Kano et al., 1992), и третий — гликопротеин с высоким содержанием углеводов, проявляющий свойства гемагглютинов, содержащий, в основном, галактозу (97.8%), а также фруктозу, глюкозу, ксилозу и глюкозамин (Kakita et al., 1997).

### 3.1.2. Углеводы

#### *Низкомолекулярные сахара*

Свободные низкомолекулярные сахара, как и во всех других растениях, представлены, в основном, промежуточными и конечными продуктами фотосинтеза. Среди этих сахаров в наибольшем количестве найдена сахароза, ее количество достигало 2% от сух. массы и зависело от вида водоросли, ее возраста и условий обитания. Дюльцит и сорбит — основные сахароспирты красных водорослей (Суховеева, Подкорытова, 2006).

#### *Запасные углеводы*

**«Багрянковый» крахмал.** Большинство красных водорослей запасают внутри хлоропластов и вне их гликоген или «багрянковый» крахмал (БК) (Percival, McDowell, 1967). БК представляет длинную цепочку, связанных между собой, молекул глюкозы (обычно 15 остатков) с большим количеством боковых ветвей ( $\alpha$  1-4-связанные остатки глюкозы с 1-6-связанными боковыми ветвями). У представителей порядков Porphyridiales и Bangiales в состав крахмала входит также амилоза (Cole, Sheath, 1990; McCracken, Cain 1981). По физико-химическим свойствам БК находится между гликогеном животных и крахмалом растений.

Содержание крахмала в красных водорослях зависит от видовой принадлежности, а также от условий произрастания водорослей и колеблется от 0 до ~20% сух. массы. В условиях низкой освещенности, или в темноте, крахмал красных водорослей расходуется на синтез агара и каррагинана. БК хорошо переваривается и усваивается человеческим организмом (Palevitz, Newcomb, 1970).

**Флоридозид** был обнаружен у представителей всех порядков Rhodophyta за исключением Ceramiales. Флоридозид представляет собой или гликозид 2-0-\**-D*-галактопиранозилглицерол (2-0-\**-D*-galactopyranosylglycerol) или  $\alpha$ -*D*-галактопиранозилглицерол ( $\alpha$ -*D*-galactopyranosylglycerol) (Karsten, 1999; Simon-Colin et al., 2002). Его содержание (оба изомера) у представителей порядка Bangiales (*Porphyra* и *Bangia*) может быть выше 30% от сух. массы (Karsten, 1999). Представители порядка Ceramiales аккумулируют химически близкое соединение — дигениазид или  $\alpha$ -*D*-маннопиранозил-(1-2)-глицерат (digeneaside,  $\alpha$ -*D*-mannopyranosyl-(1-2)-glycerate) (Kremer, 1978). Флоридозид, как и БК, является полноценным питательным продуктом, а также используется в медицине (Craigie, 1974).

#### *Полисахариды клеточных стенок*

**Целлюлоза** — один из структурных компонентов клеточных стенок красных водорослей, находящаяся в них в кристаллической или аморфной форме. Содержание целлюлозы в клеточных стенках невелико (Барашков, 1972), она не переваривается в ЖКТ человека.

В клеточных стенках некоторых красных водорослей (*Porphyra*, *Bangia*) присутствуют маннаны. Маннаны представляют линейную цепочку полисахаридов,

где остатки маннозы связаны 1-4-гликозидными связями. Подобно целлюлозе, маннаны могут образовывать кристаллическую структуру. В структуру клеточных стенок также входят ксиланы, где остатки ксилозы соединены 1-3- и 1-4-гликозидными связями. В отличие от целлюлозы и маннанов, ксиланы могут частично разветвляться.

Сульфатированные полисахариды. Основными полисахаридами клеточных стенок (а часто и межклеточников) красных водорослей, составляющих основную массу органического вещества всего растения, являются сульфатированные полисахариды (СПС).

СПС агар состоит из двух химических компонентов: агарозы (рис. 11) и агаропектина в соотношении 7:3. Агароза — нейтральный полисахарид с линейной структурой повторяющихся единиц, названных агаробиозой. Агаропектин — кислый полисахарид, содержащий сульфатированный эфир пировиноградной кислоты и D-глюкуроновую кислоту вдобавок к агаробиозе. Содержание сульфата в агаре относительно низкое (от 3.5 до 9.7%). Агар не растворяется в холодной воде, он абсорбирует воду и разбухает, образуя рыхлый гель, который при подогреве до 80° С или выше, плавится и образует вязкий раствор (Arasaki, Arasaki, 1983). Важнейшей физико-химической характеристикой агара, определяющей его качество при использовании, является прочность геля. Основными химическими свойствами, определяющими качество агара, являются также содержание в нем агарозы, увеличивающей прочность геля, и сульфатов, снижающих его прочность. В *Gracilaria truncata* была найдена новая форма агара, молекулы которого метилированы во всех шести позициях D-галактозы и в двух позициях L-галактозы. С метилированием молекул значительно уменьшается способность агара образовывать гель (Furieux et al., 1990).

Агар содержится в красных водорослях следующих порядков: Gelidiales, Cryptonemiales, Ceramiales и Gigartinales (Usov, Klochkova, 1992). Водоросли, содержащие агар, названы агарофитами. Агар получают в основном из

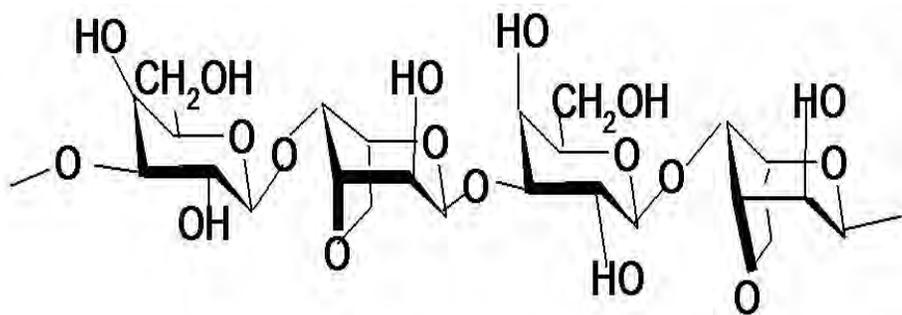


Рис. 11. Структурная формула агарозы

представителей следующих родов: *Ahnfeltia*, *Gelidium*, *Gloiopeltis*, *Gracilaria*, *Gracilariopsis*, *Hydropuntia*, *Mazzaella* и *Pterocladia*. Содержание агара в водорослях колеблется в зависимости от вида и условий выращивания (от 10 до 50% сух. массы). Из всех изученных водорослей наибольшее содержание агара отмечено у видов рода *Gracilaria*, а наибольшая прочность геля — у видов родов *Gelidium* и *Ahnfeltia* (Титлянов и др., 1993).

Агар используется во многих областях человеческой деятельности: около 90% агара потребляется в пищевой промышленности, остальное используется в сельском хозяйстве и медицине (как культуральная среда для проростков растений и бактерий) и в других отраслях. Основное свойство агара — образование прочного геля, устойчивого к бактериальному воздействию определяет его использование в медицине и в различных отраслях промышленности (Chapman, Chapman, 1980).

Агароиды содержатся практически во всех красных водорослях как агарофитах, так и каррагинанофитах, присутствие большого количества агароидов снижает полезные для человека свойства СПС. Если гелидиум (*Gelidium*) содержит только агар, обладающий вышеперечисленными свойствами, то клеточные стенки грацилярии лишь частично состоят из агара. Они содержат в значительных количествах близкий по строению полисахарид — агароид, представляющий собой полимер, состоящий из связанных пар остатков моносахаридов: 3-связанную D-галактозу-4-сульфат и 4-связанную L-галактозу-2,3-дисульфат (D-galactose-4 sulphate и 4-linked L-galactose-2,3-disulphate). В построении агароидов может также участвовать 3,6-ангидро-L-галактоза (Murano, 1995).

Каррагинаны. Особенно богаты каррагинанами представители таких родов, как *Ahnfeltiopsis*, *Betaphycus*, *Callophyllis*, *Chondracanthus*, *Chondrus*, *Eucheuma*, *Gigartina*, *Hypnea*, *Kappaphycus*, *Mastocarpus* (Усов, 2001). В основе молекулярной структуры этих линейных полисахаридов лежит Δ-галактоза и ее производные, остатки которых соединены регулярно чередующимися  $\beta 1 \rightarrow 4$  и  $\alpha 1 \rightarrow 3$  связями. Разнообразие каррагинанов обусловлено тем, что 4-0-замещенный остаток может быть или галактозой, или ее 3,6-ангидрид производным, а также различной степенью сульфатирования гидроксильных групп. В соответствии со структурными особенностями повторяющихся звеньев, выделяют 6 главных типов каррагинанов, имеющих различные физико-химические свойства: каппа- ( $\kappa$ ), лямбда- ( $\lambda$ ), йота- ( $\iota$ ), мю- ( $\mu$ ), ипсилон- ( $\nu$ ) и тета- ( $\theta$ ) каррагинаны (Подкорытова и др., 1994; Суховеева, Подкорытова, 2006). Наиболее часто встречаются три формы каррагинана:  $\kappa$ ,  $\iota$  и  $\lambda$  (рис. 12, 13, 14).

К-каррагинан содержит одну сульфатную группу в молекуле галактопиранозы в положении 4, растворяется в воде при температуре 80° С и образует гель в присутствии катионов калия;  $\iota$ -каррагинан с двумя сульфгидридными группами в обоих углеводных остатках растворяется при температуре 30—40° С, способен к гелеобразованию в присутствии катионов кальция; и  $\lambda$ -каррагинан содержит три сульфатированных группы, растворяется в воде при комнатной температуре, являясь наиболее гидрофильным и не образующим геля. Образование гелей

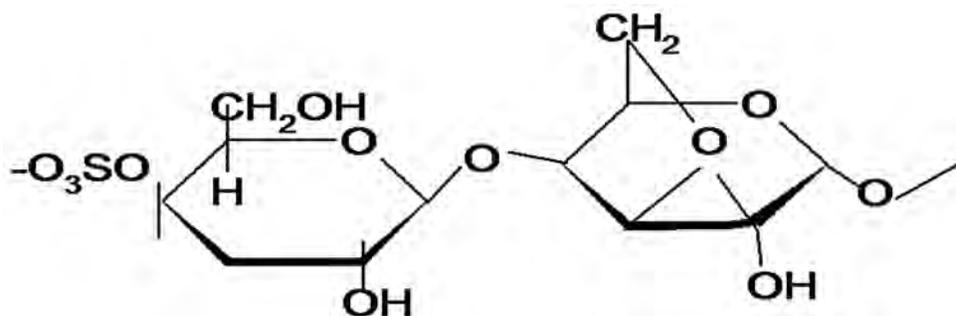


Рис. 12. Структурная формула каппа-каррагинана

каррагинанами имеет место только при спиралевидной форме их молекул, что возможно при наличии в повторяющейся структуре полисахарида галактозного остатка с  $\alpha$ -С-4-связью. Все, образующие гель, каррагинаны содержат 3,6 ангидромот (связь) на галактозных остатках от  $\alpha$ -С-1 к  $\alpha$ -С-4 положению, обеспечивая таким образом спиралевидную форму молекулы. В водорослях могут присутствовать сразу несколько форм каррагинанов, а также могут образовываться их гибридные формы.

Каррагинаны широко используются в пищевой промышленности, имея свойства загустителей, стабилизирующих и гелеобразующих компонентов. Они влияют на свойства материалов, с которыми смешиваются, и как агар, применяются в производстве хлебобулочных изделий, молочных продуктов, различного рода напитков, в консервировании мяса и рыбы, а также - как диетическая добавка. Каррагинаны, также как и агар, не перевариваются в ЖКТ человека.

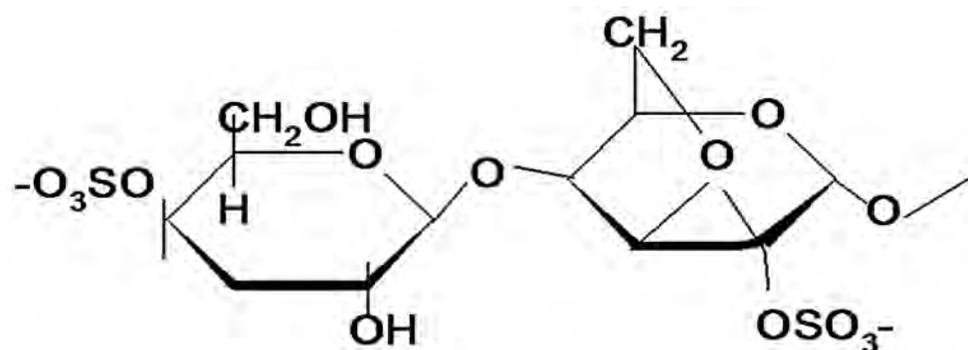


Рис. 13. Структурная формула йота-каррагинана

### 3.1.3. Органогалогеновые, фенольные и полифенольные соединения

Всего в природе найдено более 3500 органогалогеновых соединений, из них органохлоринов — более 2000, органобромидов — более 1700, органоиодидов — около 100 и органофлуоридов — около 30. Эти соединения в большинстве своем проявляют биологическую активность: антигельминтную, антимикробную и анти-вирусную (Gribble, Gilchirst, 1999).

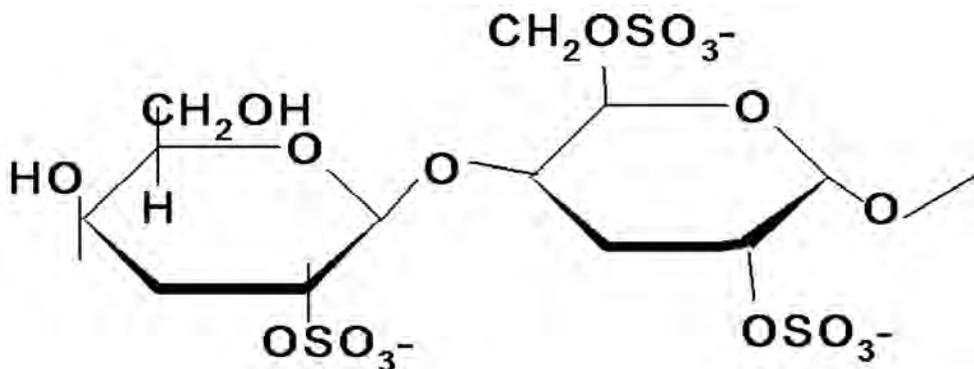


Рис. 14. Структурная формула лямбда-каррагинана

Красные водоросли накапливают некоторые из органогалогеновых соединений в значительных количествах. Так, виды рода *Laurencia* богаты галогенированными терпеноидами и особенно сесквитерпеноидами. В настоящее время из разных видов лорансии выделены сесквитерпеноиды: рогиоленин А и В, и obtuzenol из *Laurencia obtusa* (Aydoğmus et al., 2004); препацифенол эпоксид, джонстонол, пацифенол из *L. composita*; С-саб (15) ацетогенин, окамураллен и др. из *L. majuscula*; купалауринол, циклолауринол из *L. venusta* (Masuda et al., 2002); паннозан — из *L. pannosa* (Suzuki et al., 2001); калензанол — из *L. microcladia* (Guella et al., 2001; Guella, Pietra, 2004).

Кроме сесквитерпеноидов из *Laurencia viridis*, были выделены бромидные производные тритерпенов, близкие по структуре к тирсиферолу (Manriquez et al., 2000). Красные водоросли также содержат галогенированные вторичные метаболиты, например, у *Delisea pulchra* был обнаружен галогенированный фуранон (Rogers et al., 2000); а в *Plocamium hamatum* найдены 11 галогенированных монотерпенов (Kunig et al., 1999).

Красные водоросли накапливают полифенольные и фенольные вещества. Многие из этих соединений являются ядовитыми для животных и защищают растения от поедания. Например, в красной водоросли *Odonthalia corymbifera* обнаружен бромфенол, защищающий ее от поедания моллюском *Haliotis discus* (Kurata et al., 1997).

Бромфенольные соединения, выделенные из красных водорослей, имели антиопухолевый эффект, а также понижали уровень глюкозы в крови (Kurihara,

2007). Два галогенированных компонента элатол и изо-обтузол, выделенные из *Laurencia majuscula*, ингибировали рост колоний *Staphylococcus epidermis*, *Klebsiella pneumonia* и *Salmonella* sp. Их антибиотическое действие было эквивалентно коммерческим антибиотикам (Vairappan, 2003).

### 3.1.4. Жиры и жирные кислоты

Красные водоросли содержат все классы липидов, свойственные растениям: гликолипиды, фосфолипиды и нейтральные липиды. Жирнокислотный состав липидов различных водорослей примерно одинаков, в то же время отдельные виды отличаются количественным соотношением жирных кислот (ЖК) в липидах. В липидах красных водорослей обязательно присутствуют миристиновая, пальмитиновая и стеариновая насыщенные ЖК, среди которых преобладает последняя. В красных водорослях, по сравнению с другими, особенно велико содержание полиненасыщенных ЖК, таких как эйкозапентаеновая и арахидоновая, предшественников простагландинов, лейкотриенов и других эйкозаноидов. Некоторые красные водоросли в значительном количестве содержат простагландины, например, у *Gracilaria verrucosa* из Японского моря их обнаружено более 2500 мкг/г сыр. массы (Imbs et al., 2001).

Некоторые виды особенно богаты полиненасыщенными ЖК, так например, в слоевищах *Palmaria stenogona* (Японское море) содержание эйкозапентаеновой кислоты составляло более чем 70% от общего количества ЖК, а в *Gracilaria verrucosa* — более чем 50% арахидоновой кислоты. *Corallina pilulifera*, *P. stenogona*, *Laurencia nipponica*, *Polysiphonia morrowii* могут быть интересны как потенциальные источники эйкозапентаеновой кислоты (Khotimchenko, Gusarova, 2004).

В красных водорослях в значительных количествах найдены некоторые редкие полярные липиды — инозитолфосфорилцерамиды, являющиеся биологически активными веществами (Хотимченко, 1985, 2003; Sánchez-Machado et al., 2004; Khotimchenko, Vas'kovskii, 2004).

Содержание отдельных классов липидов и ЖК непостоянно в процессе онтогенеза. Так, у *G. verrucosa* (прикрепленная форма) из Японского моря фосфолипиды (преимущественно фосфатидил холин) были основной группой липидов в проростках. Гликолипиды доминировали в молодых талломах тетраспорофитов и во взрослых гаметофитах. Содержание запасных липидов (триацилглицеролов), было в 2—3 раза выше в проростках и молодых талломах по сравнению со взрослыми особями (Хотимченко, 2003).

У *Tichocarpus crinitus* композиция отдельных классов липидов и ЖК зависела от световых условий обитания растений. Слабый свет (8—10% фотосинтетически активной радиации падающей на воду, ФАРп) индуцировал накопление структурных липидов, таких как сульфоквиновозилдиацилглицерол, фосфатидилглицерол и фосфатидилхолин. На ярком свете (70—80% ФАРп) накапливались запасные липиды — триацилглицеролы. Содержание большинства ненасыщенных ЖК было выше на слабом свете, чем на сильном (Khotimchenko, Yakovleva, 2005).

Из-за незначительного содержания, жиры красных водорослей не представляют особой пищевой ценности. В то же время, важными для здоровья человека являются полиненасыщенные ЖК-эйкозапентаеновая и арахидоновая, а также их производные — простагландины, находящиеся в водорослях.

### 3.1.5. Стерины

Стерины или стероидные спирты являются подгруппой стероидов с гидроксильной группой в 3-позиции А-кольца. Растительные стерины называются фитостеринами. Фитостерины могут блокировать абсорбцию холестерина и снижать его количество в крови.

Подобно холестерину, растительные стерины являются амфифильными и входят в состав всех мембран, особенно плазматических, наружных митохондриальных и мембран эндоплазматической сети. У многих красных водорослей основным фитостерином является холестерин, хотя другие виды содержат больше десмостерина, редко — 22-дегидрохолестерина и только некоторые — следы С-28 и С-29 стеринов (Goat, Goodwin, 1972).

Содержание стеринов у многих видов красных водорослей из дальневосточных морей России составляло 0.01—0.05%, среди них преобладал холестерин, а также значительным было содержание десмостерина и 22-дегидростерина. У подавляющего большинства видов водорослей преобладал холестерин, а у некоторых видов, например у родимении, в равных количествах присутствовали холестерин и десмостерин, в порфире превалировал десмостерин, а у хипнеи — 22-дегидростерин. У гелидиевых было обнаружено от 5 до 12 индивидуальных стеринов, а также значительным было содержание С26—С29 стеринов. У гигартиновых водорослей состав стеринов был достаточно беден (Кизеветтер и др., 1981).

### 3.1.6. Витамины

Красные водоросли содержат большинство витаминов, необходимых человеку, но особенно богаты (по сравнению с зелеными и бурными водорослями) витаминами группы В. Так, в дальневосточных видах гелидиума, грацилярии и порфиры было найдено 0.05—0.46 мг/% сух. массы витамина В1, 0.08 мг/% витамина В3, 1.0 мг/% витамина В6, 0.029 мг/% витамина В12 (Кизеветтер и др., 1981). У *Porphyra tenera* из Японии содержание витамина В1 составляло 0.12—0.25 мг/%, витамина В2— 0.89—1.24 мг/%, витамина В3— 2.6—10.0 мг/%, витамина В6— 1.04 мг/%, витамина В9— 0.088 мг/%, витамина В12— 0.013—0.29 мг/% сух. массы (Arasaki, Arasaki, 1983).

### 3.1.7. Пигменты

Красные водоросли содержат следующие фотосинтетические пигменты: хлорофилл а, фикоэритрин, фикоцианин, аллофикоцианин, β-каротин; ксантофил-

лы (лютеин, энтероксантин, неоксантин, микоксантофил). Пигменты красных водорослей полезны человеку в питании, медицине и используются в пищевой промышленности как стойкие красители. В последнем случае особенно ценится фикоэритрин (красный пигмент), которого нет ни в высших растениях, ни в бурых и зеленых водорослях.

### 3.2. Бурые водоросли (*Ochrophyta*)

Бурый цвет морских макрофитов из Отдела *Ochrophyta* определяют пигменты содержащиеся в хлоропластах: желтые и оранжевые каротиноиды, зеленый хлорофилл *a* и зеленовато-коричневые хлорофиллы  $c_1$  и  $c_2$ . Основными отличительными от других макрофитов хемотаксономическими признаками бурых водорослей являются: наличие фотосинтетических пигментов хлорофиллов  $c_1$  и  $c_2$ , а также ксантофилла фукоксантина; построение клеточных стенок из целлюлозы и альгиновой кислоты; накопление ламинарана и маннитола, как основных запасных продуктов.

Для человека бурые водоросли особенно ценны, как малокалорийная и здоровая пища, а также как единственный источник получения важнейших природных продуктов — альгинатов. Бурые водоросли и продукты из них широко используются во многих отраслях, особенно в медицине, пищевой промышленности и в сельском хозяйстве (Levring et al., 1969; Chapman., Chapman, 1980; McConnaughey, 1985; Itoh et al., 1993; Kaufmann et al., 1998; Crouch., Van Staden , 1999; Hudson et al., 1999; Pulz, 2000; Heo et al., 2004; 2008; Lee et al., 2004; Matsuda et al., 2005; Kato et al., 2007; Patra et al., 2008).

Для бурых водорослей, как и для высших растений, вода является основным компонентом клеток, и на ее долю приходится от 60 до 93% сыр. массы, что прежде всего зависит от видовой принадлежности, морфологии и анатомии слоевищ, их возраста и места произрастания растения (осушная или неосушная зона). Сухое вещество водорослей состоит из органических (60-85%) и минеральных (15-40%) веществ (Кизеветтер и др., 1981; McDermid, Stuercke, 2003) и зависит не только от видовой принадлежности, но также от стадии жизненного цикла и условий обитания водорослей (Бухрякова, Леванидов, 1969; Шмелькова и др., 1973; Matsuyama et al., 1982; Суховеева, Подкорытова, 2006).

#### 3.2.1. Белки и свободные аминокислоты

Содержание всех азотистых соединений в бурых водорослях дальневосточных морей России колеблется в широких интервалах — от 3.6 до 17.0% сух. массы. В пределах одного района (например Сахалино-Курильского) водоросли могут значительно различаться по количеству общего белка: от 4.2 % в *Costaria costata* до 16.2% сух. массы в *Agarum clathratum*.

Белки *Saccharina japonica*, *L. angustata* и *Cymathaere japonica* состоят из 17 аминокислот (8 из них являются незаменимыми аминокислотами). В гидро-

лизатах ламинариевых водорослей количественно преобладали следующие аминокислоты: глутаминовая (1.4-4.3% сух. массы), аспарагиновая (1.0-1.5% сух. массы) и треонин (Суховеева, Подкорытова, 2006). Белки бурых водорослей более чем на 90% перевариваются в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) человека (Aguilera-Morales et al., 2005). Perez-Lorenzo et al., 1998; Nomura et al., 2000; Chernikov et al., 2007). Лектины бурых водорослей проявляют антибиотическую активность (Liao et al., 2003).

В бурых водорослях найдено 23 свободных аминокислоты — это аланин, аллоизолейцин, аргинин, аспарагиновая кислота, хондрин, цистеиновая кислота, D-цистеиноливая кислота, глутаминовая кислота, глицин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, орнитин, фенилаланин, пролин, серин, таурин, треонин, триптофан, тирозин, валин. В наибольшем количестве накапливаются такие аминокислоты, как аланин, глутаминовая кислота, глицин, пролин, треонин; из незаменимых аминокислот в наибольшем количестве встречается лизин (Arasaki, Arasaki, 1983). Отличительной чертой аминокислотного состава бурых водорослей является присутствие йодоаминокислот — это моно- и дийодтирозин (Boney, 1966), йод также входит в состав других азотистых соединений (Барашков, 1972). Содержание отдельных свободных аминокислот в бурых водорослях, прежде всего зависит от видовой принадлежности, так если *Undaria pinnatifida* содержит 34.6 мг лизина на 100 г сух. массы (мг/%), то *Sargassum confusum* содержит 27.5 мг/% аспарагиновой кислоты и не содержит лизина, а *U. pinnatifida* содержит только 5.4 мг/% аспарагиновой кислоты (Arasaki, Arasaki, 1983).

### 3.2.2. Углеводы

Бурые водоросли богаты углеводами, их общее содержание, например в водорослях дальневосточных морей России может достигать 74% сух. массы (Суховеева, Подкорытова, 2006). Их можно разделить на 4 группы в зависимости от химической структуры и функционального значения: растворимые сахара цитоплазмы и вакуолей, запасные полисахариды, нерастворимые структурные полисахариды и растворимые структурные полисахариды клеточных стенок. Растворимые моно-, ди- и олигосахара, а также запасные полисахариды имеют пищевую ценность, т.е. перевариваются в ЖКТ человека (Nakajima et al., 2002); нерастворимые структурные полисахариды являются растительными волокнами (используются в пищевых добавках); растворимые полисахариды клеточных стенок не имеют пищевой ценности (не перевариваются в ЖКТ человека), но широко используются в промышленности, как желирующие вещества и загустители.

#### *Низкомолекулярные сахара*

Состав растворимых моно- и олигосахаров бурых водорослей мало отличается от такового высших растений, а также зеленых и красных водорослей, в которых обнаружены: глюкоза, фруктоза, сахароза, манноза и другие промежуточные и конечные продукты фотосинтеза.

### Запасные углеводы

К запасным углеводам бурых водорослей относят конечные продукты фотосинтетического метаболизма — полисахарид ламинаран, представляющий собой полимер D-глюкозы и сахаро-спирт маннит (Craigie, 1974; Arasaki, Arasaki, 1983; Schaffelke, 1995).

Ламинаран, выделенный из бурой водоросли *Chorda filum* содержал 1-гликозилированный и 1,6-бис-гликозилированный остаток D-маннита. Последний структурный элемент был найден в ламинаранах впервые. Структурное исследование ламинаранов из 6 других бурых водорослей, показало, что полисахариды состоят в основном из (1→3)-связанных β-D-гликопиранозных остатков с небольшим числом (1β6)-гликозидных связей в цепях. Остатки маннита не были определены в ламинаранах из 2х видов *Cystoseira* (Usov, Chizhov, 1993). Был изучен ламинаран бурой водоросли *Eisenia bicyclis*, принадлежащей к семейству Laminariaceae. Средняя степень полимеризации ламинарана из этой водоросли равнялась 22, он отличался линейной структурой и состоял из β-1,6- и β-1,3-связанных глюкозных остатков и не содержал маннита (Maeda, Nisizawa, 1968).

Ламинаран накапливается как в хлоропластах, так и в цитоплазме фотосинтезирующих клеток, в хлоропластах ламинаран может образовывать подобно крахмалу обкладку пиреноидов или пластоглобулы, которые лежат в строме хлоропласта (Bisalputra, Bisalputra, 1969; Камнев, 1989). Ламинаран переваривается кишечными бактериями (*Clostridium butyricum*) в ЖКТ человека (Nakajima et al., 2002).

Содержание ламинарана у водорослей может достигать 30% сух. массы, у сублиторальных водорослей Японии оно колеблется между 2 и 10% сух. массы (Boney, 1966; Arasaki, Arasaki, 1983). Количество запасных углеводов зависит не только от вида водоросли, но и от условий ее обитания, особенно световых, а также от стадии развития растения (Lüning, 1990) и значительно изменяется в зависимости от сезона (Gagne et al., 1982; Schaffelke, 1995; Gevaert et al., 2001). Запасные углеводы у ламинарий накапливались в летние месяцы, зимой и весной, их содержание резко падало (Gagne et al., 1982; Lüning, 1990; Gevaert et al., 2001).

Маннит, образуется, как и глюкоза уже в первые минуты фотосинтеза, являясь конечным продуктом этого процесса, однако он не запасается внутри хлоропласта, а транспортируется в цитоплазму и далее от клетки к клетке, являясь основным транспортным продуктом бурых водорослей, снабжающим энергией окислительно-восстановительные процессы. Так у ламинарии, маннит переносится по клеткам, имеющим структуру, близкую к ситовидным трубкам высших растений в зону интеркалярной меристемы. У *Chorda filum* маннит переносится из верхней в нижнюю часть таллома, у *Sargassum pallidum* из филлоидов в точки роста (Титлянов, Пешеходько, 1973). Содержание маннита в бурых водорослях дальневосточных морей колеблется от 4.7±1.1% (*Laminaria angustata*) до 17.9±2.3% сух. массы (*L. japonica*), у водорослей Курильских островов от 6.7% (*A. angusta*) до 4.7% сух. массы (*L. bongardiana*) (Усов, Клочкова, 1994; Суховеева, Подкорытова, 2006).

### Полисахариды клеточных стенок

Структура клеточных стенок бурых водорослей образована, главным образом волокнами целлюлозы, имеющей несколько другое строение, чем целлюлоза высших растений или зеленых водорослей, в ее цепь кроме глюкозы включены другие моносахара (Boney, 1966). Основными растворимыми полисахаридами клеточных стенок и межклетников бурых водорослей являются альгиновая кислота и фукоидан. Альгиновая кислота (рис. 15 А) присутствует в растениях в виде альгинатов — солей металлов, преимущественно кальция, магния, натрия, калия (Суховеева, Подкорытова, 2006). По молекулярной структуре альгиновая кислота является гетерополисахаридом, построенным из двух уруновых кислот — β-D-маннуруновой и L-L гулуруновой, связанных 1,4 связями. Структура альгиновой кислоты близка к пектину высших наземных растений, который является полимером D-галактуруновой кислоты. Альгиновая кислота — сильно обводненный, бесцветный, структурированный гель. Она способна связывать более чем пятидесятикратное количество воды. Сухие альгиновая кислота и альгинаты двухвалентных металлов не растворяются ни в одном из известных растворителей, принимая воду, они набухают, образуя гель (исключение составляет альгинат магния, который растворяется в воде). Полностью замещенные альгинаты одновалентных металлов хорошо растворяются в воде, образуя вязкие и клейкие растворы. При сушке эти растворы образуют эластичные пленки.

Содержание альгиновой кислоты в слоевищах бурых водорослей зависит от вида и в среднем колеблется от 20 до 30% сух. массы. Содержание альгиновой кислоты у *L. japonica*, культивируемой на юге Дальнего Востока России (на второй год культивирования) составляло около 30 % сух. массы (Суховеева, Подкорытова, 2006). Тропическая водоросль *Turbinaria ornata*, обитающая на коралловых рифах Таити, содержала в среднем альгиновой кислоты 19.2±1.3% сух. массы (Zubia et al., 2008). Сезонные колебания содержания альгинатов могут составлять более 10%.

Не только содержание, но и физико-химические свойства и даже химическое строение альгиновой кислоты и альгинатов зависят от видовой принадлежности растений, стадии их жизненного цикла и времени года. Так, у 17 видов водорослей дальневосточных морей России выход альгината колебался от 3.0±1.0 % (*Agarum clathratum*) до 27.0±2.2% сух. массы (*Costaria costata*); содержание золы в альгинатах колебалось от 21.4±1.8% (*A. marginata*) до 25.7±1.3% сух. массы (*L. japonica*); вязкость 0.2% водного раствора (измеренная в Пас./103) — от 7.6±1.8 (*Alaria marginata*) до 24.7±1.3 (*L. angustata*); молекулярная масса (измеренная в кДальтонах) — от 125±40 (у *A. marginata*) до 444±90 (*L. angustata*) (Суховеева, Подкорытова, 2006). На *S. polycystum* из Индии была установлена корреляция между увеличением вязкости альгинатов и повышением содержания α – L-гулуруновой кислоты в структурных блоках (Saraswathi et al., 2003).

Небезинтересным является распределение альгинатов по растению, так на *L. japonica* установлено, что ее пластины содержат 62% D-маннуруновой и 38% α - гулуруновой кислоты, а ризоиды соответственно 35 и 65%. Таким образом,

наибольшее количество  $\alpha$ -гулуруоновой кислоты, отвечающей за вязкость альгинатов содержится в пластине, затем в ризоидах, а наименьшее в черешках (Суховеева, Подкорытова, 2006). У *S. polycystum* альгината было больше всего в филлоидах, но альгинаты с наибольшей вязкостью были найдены в черешке (Saraswathi et al., 2003).

Альгиновая кислота и альгинаты не перевариваются в желудочно-кишечном тракте человека, т. е. они не имеют пищевой ценности. Человек использует следующие химические и физико-химические свойства альгинатов: (1) способность альгинатов захватывать воду и образовывать структурированный гель; (2) способность молекулы полисахарида альгиновой кислоты и ее солей, имеющих длинные и прочные цепочки ковалентно соединенных уроновых кислот, растворяясь в воде, образовывать вязкие растворы, а при высыхании - тонкую и прочную пленку; (3) способность альгинатов связывать ковалентными связями тяжелые металлы и особенно радиоактивные элементы (Stephen, William, 2006).

Фукоидан (рис. 15Б) является следующим важным полисахаридом клеточных стенок. Впервые он был выделен из *Fucus vesiculosus*, а в настоящее время найден в большинстве бурых водорослей. Фукоидан — это полимер молекул фукан-сульфата и сахара L-фруктозы-4-сульфата связанных главным образом в 1, 2 позиции, реже в 1, 3 или 1, 4 позиции, содержащий небольшие количества галактозы, ксилозы и уроновой кислоты.

Количество фукоидана в бурых водорослях может колебаться в большом диапазоне, значительно большем, чем количество альгиновой кислоты. Достаточно высокое содержание фукоидана найдено в водорослях порядка *Fucales*. Так, *Fucus vesiculosus* из Белого моря содержал фукоидана от 13.4 до 16.5%, а *Ascophyllum nodosum* от 10.0 до 11.5% сух. массы (Репина и др., 2004). У дальневосточного вида *Fucus evanescens* найдено фукоидана от 7.7 до 13.6% сух. массы. Бурые водоросли Курильских островов содержат фукоидана от 1.0% (*Laminaria angusta*) до 4.7% сух. массы (*L. bongardiana*). Водорослью наиболее богатой фукоиданом, вероятно, является *Saundersella simplex* (Камчатский полуостров), которая содержит до 20.4% сух. массы этого вещества (Усов и др., 2001, Zvyagintseva et al., 2003).

Фукоидан является одним из строительных материалов клеточной стенки, поэтому его содержание, прежде всего, зависит от морфо-анатомических характеристик слоевищ, а также от стадии развития растений, и внешних условий. Молекулярное строение фукоидана также зависит от вида или морфологической формы растения. На девяти видах бурых водорослей из Японии было показано, что три вида из порядка Laminariales содержали фукоидан, построенный только из фукозы, с другой стороны фукоиданы представителей родов *Eisenia*, *Undaria*, *Alaria* и *Fucus* имели более сложную структуру и содержали другие сахара кроме фукозы (Fujikawa, Nakashima, 1975).

Фукоиданы, как и альгиновая кислота не перевариваются ЖКТ человека и не имеют пищевой ценности, они не образуют структурированных гелей, вязких растворов или прочной пленки. Главным полезным свойством фукоиданов является высокое содержание (около 30% на сух. массу фукоидана) сульфат эфиров, что

широко используется в медицине (Suzuki et al., 1980; Takahashi, 1983; Maruyama et al., 1987, 2007; Ellouali et al., 1993; Zhuang et al., 1995; Shibata et al., 1999; Ponce et al., 2003; Matsumoto et al., 2004; Li et al., 2006; El-Shora, Youssef, 2007).

### 3.2.3. Таннины и полифенольные соединения

Таннины (рис. 15В), или растительные полифенольные соединения (флор-таннины) широко представлены во всем растительном царстве. Найдены они, главным образом в вакуолях и в клеточных стенках растений. Находясь в этих изолированных участках клеток, таннины мало участвуют в общем метаболизме и только после разрушения клеток вступают в реакцию с веществами поврежденной ткани. В центре молекулы таннина находится углевод (обычно D-галактоза), гидроксильная группа которого частично или полностью эстерифицирована фенольными соединениями, такими как галлиевая или элаговая кислоты. Таннины, гидролизованные слабой кислотой или слабым основанием, продуцируют углевод и фенольные кислоты.

Конденсированные таннины, известны как проантоцианидины, они являются полимерами, состоящими из 2 до 50 (иногда больше) флавоноидных единиц соединенных С-С связями, которые не восприимчивы к расщеплению гидролизом. Гидролизуемые таннины и большинство конденсированных таннинов являются в основном водорастворимыми веществами. Кроме таннинов в водорослях встречаются другие полифенолы и фенольные соединения — это флавоноиды, гормоны, бромфенолы, микоспорины (micosporins) и др.

Содержание флортаннинов в бурых водорослях, может достигать 10% в расчете на сух. массу (Ragan, Glombitza, 1986; Van Alstyne, Paul, 1990; Schoenwaelder, Clayton, 1998; Nakai et al 2006).

Были определены сезонные вариации в содержании вкусовых компонентов у трех видов бурых водорослей (*Padina arborescens*, *Sargassum siliquastrum* и *Lobophora variegata*), собранных в водах Гонг Конга: 2-бромфенол, 4-бромфенол, 2,4-дибромфенол, 2,6-дибромфенол и 2,4,6-трибромфенол. Общее содержание бромфенолов различалось в зависимости от сезона, наибольшее содержание этих веществ в водорослях было найдено зимой. Содержание бромфенолов в *L. variegata* было наибольшим по сравнению с остальными видами (Chung et al., 2003). В экспериментально поврежденных слоевищах фукуса концентрация полифенольных компонентов увеличивалась на 20% в сравнении с неповрежденными растениями. Увеличение концентрации полифенолов в экспериментально поврежденных слоевищах хорошо коррелировало с уровнями этих соединений в растениях, поврежденных травоядными животными (Van Alstyne, 1988).

Фенольные соединения в бурых макроводорослях аккумулируются главным образом в специальных структурных образованиях — физиодах, формирующихся на периферии медуллярных клеток и в межклеточных пространствах. Физиоды были обильны в вегетативных и репродуктивных клетках водорослей рода *Dictyota*. Реакция окрашивания показала, что они содержат фенольные или таннин-подобные

соединения (Ragan, 1976; Schoenwaelder, Clayton, 1998). Танины и полифенольные соединения, найденные в водорослях, проявляют биологическую активность и используются как в народной, так и в современной официальной медицине (Sugiura et al., 2007). Они показывают противовирусный, антибактериальный, антипаразитический и антираковый эффекты (Anggadiredja et al., 1997; Shibata, 2008).

### 3.2.4. Жиры и жирные кислоты

В бурых водорослях, также как в красных и зеленых общее содержание сырых жиров не велико и составляет, например у саргассумов Гавайских островов около 3% сух. массы (McDermid, Stuercke, 2003); у водорослей из Атлантики, содержание жира не превышало 2% у *Alaria esculenta*, составляло 0.5% у *Laminaria saccharina*, колебалось между 2 и 7% у *Ascophyllum nodosum* и между 1-2% у *Laminaria digitata* (Indergaard, Minsaas, 1991). Анализы более 100 видов бурых водорослей из 16 порядков показали, что все они содержат следующие липиды: гликолипиды и фосфолипиды (Eichenberger et al., 1993; Bhaskar, Miyashita, 2005).

Диацилглицерилгидроксиметилтриметил-бета-аланин (DGTA) присутствовал в водорослях из порядков *Dictyotales*, *Notheiales*, *Fucales*, *Durvillaeales*. DGTA был найден как основной липидный компонент в 8 видах бурых водорослей из Японии: *Ishige okamurai*, *Dictyota dichotoma*, *Pachydictyon coriaceum*, *Padina arborescens*, *Hizikia fusiformis*, *Sargassum horneri*, *S. ringgoldianum* и *S. thunbergii*. В тоже время фосфатидилхолин не был найден ни в одной из этих водорослей, за исключением *I. okamurai*. В 5 других видах: *Colpomenia sinuosa*, *Endarachne binghamiae*, *Scytosiphon lomentaria*, *Eisenia bicyclis*, *Undaria pinnatifida* фосфатидилхолин был главным липидным компонентом. Состав жирных кислот DGTA в *D. dichotoma* и *H. fusiformis* был подобен таковому у фосфатидилхолина *U. pinnatifida*, основными составляющими были 16:0, 18:2 и 20: 5 (а также 16:1 в *D. dichotoma*) ЖК (Araki et al., 1991).

*Laminaria japonica* и *L. cichorioides* из Японского моря содержали нейтральные липиды, гликолипиды, фосфолипиды и свободные жирные кислоты. Гликолипиды были основным классом липидов в этих водорослях и состояли в основном из пальмитиновой, олеиновой и полиненасыщенных жирных кислот (Хотимченко, 1985; Khotimchenko, Kulikova, 1999). Анализ 30 видов бурых водорослей Японского моря из разных порядков показал, что все они содержат липиды, свойственные водорослям из других морей. Кроме того, у представителей порядков *Ectocarpales*, *Chordariales*, *Dictyotales*, *Desmarestiales*, *Scytosiphonales*, *Laminariales* и *Fucales* были найдены новые не содержащие аминокислоты фосфолипиды (Khotimchenko, Titlyanova, 1996).

Содержание липидов и их отдельных классов значительно варьирует в зависимости от сезона года и внешних условий (Li et al., 2002; Nelson et al., 2002), от жизненного цикла растений (Reed et al., 1999), а также в зависимости от местонахождения на растении (слоевище, черешок, ризоиды) (Kulikova, Khotimchenko, 2000; Хотимченко, 2003). Однако каких либо общих закономерностей влияния этих факторов на количество и соотношения липидов пока установить не удалось.

Несмотря на систематические, морфологические и экологические различия, которые существуют между разными видами бурых водорослей, они содержат сходные компоненты жирных кислот, но различаются по их соотношению. Основными жирными кислотами бурых водорослей являются пальмитиновая, олеиновая, а также полиненасыщенные жирные кислоты с 18 (18:2n-6, 18:3n-3, 18:4n-3) и 20 (20:4n-6, 20:5n-3) атомами углерода. Для всех бурых водорослей характерно относительно высокое содержание C<sup>18</sup> и C<sup>20</sup> полиеновых жирных кислот, которое варьирует от 29,6 до 69,8% суммы ЖК, что является главной особенностью отличающей бурые водоросли от красных и зеленых (Хотимченко, 2003).

Из-за незначительного содержания жиров в бурых водорослях, они не имеют особой пищевой ценности. В то же время ценность для здоровья человека представляют находящиеся в них полиненасыщенные жирные кислоты, а также их производные — простагландины. Показано, что ненасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты и их эфиры проявляют антиопухолевую активность (Nishikawa et al., 1976; Tolnai, Morgan, 1966; Mertin, Hunt, 1976). Было показано, что некоторые липидные фракции из бурых водорослей *Sargassum ringgoldianum* и *Laminaria angustata* высоко эффективны против фибросаркомы (Noda et al., 1989, 1990). Имеется предположение, что жирные кислоты индуцируют изменения в строении жиров опухолевых клеток (Ito et al., 1982).

#### Стерины

Стерины или стероидные спирты являются подгруппой стероидов с гидроксильной группой в 3-позиции А-кольца. Если гидроксильная группа на А-кольце полярна, то остаток на алифатической цепи не полярна. Растительные стерины называют фитостеринами. Предполагают, что они могут блокировать абсорбцию холестерина в крови человека и замедлять образование холестериновых бляшек (Arasaki, Arasaki, 1983).

Основными стеринами в бурых водорослях, как по распространению, так и по количеству являются фукостерин (рис. 15 Г) и саргастерин. Фукостерин был найден в таких водорослях как *Analipus japonicus*, *Alaria crassifolia*, *Costaria costata*, *Eisenia bicyclis*, *Laminaria japonica*, *L. digitata*, *L. hyperborea*, *L. saccharina*, *Ascophyllum nodosum*, *Cystophyllum hakodatense*, *Pelvetia canaliculata*, *Sargassum ringgoldianum*, а саргастерин в *Eisenia bicyclis* и *S. ringgoldianum* (Arasaki, Arasaki, 1983). В стерольной фракции бурой водоросли *Fucus virsoides*, был обнаружен только один стерин-фукостерин, составляющий 92% общих стеринов. Высокое содержание фукостерина характерно для многих видов бурых водорослей, особенно для представителей рода *Fucus*, где содержание фукостерина в стерольной фракции составляло от 78% в *F. evanescens* и до 99-100% в *F. vesiculosus* и *F. serratus* (Ikekawa et al., 1968). Бурые водоросли кроме фукостерина содержат также изофукостерин (Kapetanović et al., 2005).

В стерольной фракции бурых водорослей из Черного моря (*Punctaria latifolia* и *P. plantaginea*) было определено 15 стеринов, из которых основными были холестерин (45% в *Punctaria plantaginea* и 76% в *P. latifolia*) и 24-метиленхолестерин (24-methylenecholesterol), последний присутствовал в высокой концентрации в

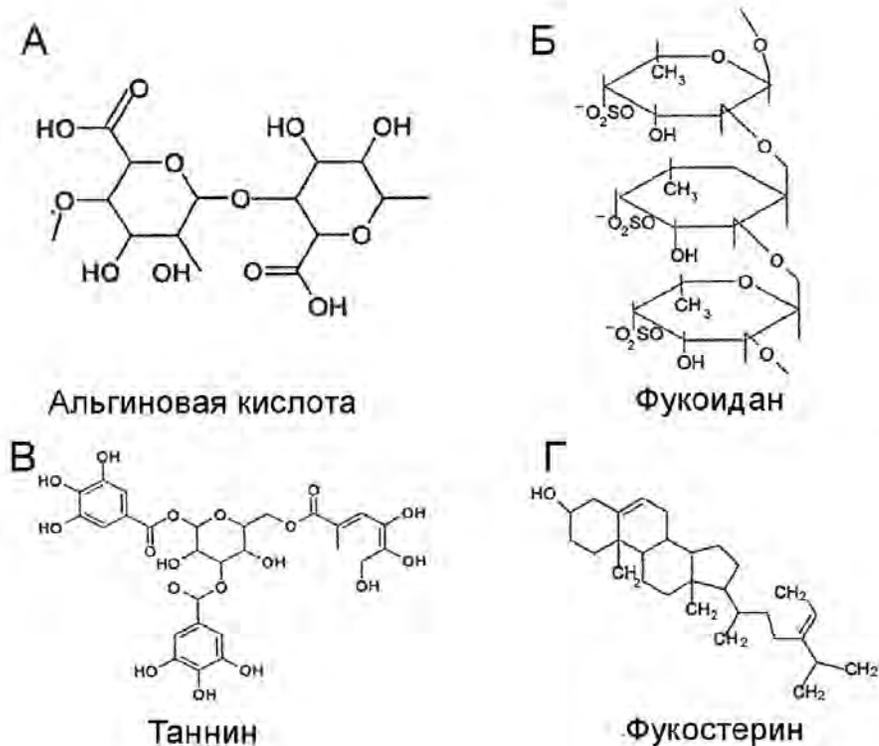


Рис. 15. Структурные формулы полезных веществ из бурых водорослей

*Punctaria plantaginea* (28.6%). Характерный для бурых водорослей фукостерин в обоих видах был в низкой концентрации (Kamenarska et al., 2003). Содержание фукостерина в *Scytosiphon lomentaria* составляло 76% от всех стероидов, относительно высокой была концентрация 24-метилхлестерина (15%). *Zanardinia prototypus*, *Cystoseira barbata* и *C. crinita* из Черного моря, содержали более 80% С29-стероидов из общей стероидной фракции. Фукостерины были основными стероидами всех трех видов (Kamenarska et al., 2003). В *Cystoseira adriatica* из Адриатического моря главными стероидами были холестерин и стигмаст-5-ен-3 $\beta$ -ол (stigmast-5-en-3 $\beta$ -ol), а обычный для бурых водорослей фукостерин был найден в низкой концентрации. В то же время стероидная фракция бурой водоросли *Fucus virsoides*, содержала более 90% фукостерина (Karpetanović et al., 2005).

На дальневосточных видах бурых водорослей *Laminaria japonica* и *Sargassum pallidum*, было показано, что ни состав, ни содержание стероидов не изменяются в течение года (Kostetsky et al., 2004).

### 3.2.5. Витамины

Бурые водоросли содержат большинство витаминов, необходимых человеку: провитамин А ( $\beta$ -каротин), Е, К, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, С, РР. Так в ламинарии провитамина А содержится в 2 раза больше, чем в томатах и в 100 раз больше, чем в яблоках; витамина В<sub>1</sub> в водорослях содержится столько же, сколько в томатах и шпинате; В<sub>2</sub> — столько же, сколько в шпинате и в 10 раз больше, чем в томатах, яблоках и капусте; В<sub>3</sub> - в два раза больше, чем в шпинате и в 10 раз больше, чем в яблоках, капусте и томатах; В<sub>6</sub> - в два раза больше, чем в шпинате и капусте и в 10 раз больше, чем в яблоках; витамина С в бурых водорослях найдено столько же, сколько в томатах и в два раза больше, чем в яблоках. Бурые водоросли также ценны присутствием витаминов В<sub>12</sub> и Е (Arasaki, Arasaki, 1983; De Roeck-Holtzhauer et al., 1991).

### 3.2.6. Минералы

По составу минералов — бурые водоросли не отличаются от других, однако некоторые из минералов накапливаются в них в больших количествах и более доступны для человека, чем в красных и зеленых водорослях (Барашков, 1972). Высокое содержание йода отмечено в дальневосточных фукусовых водорослях: у *Fucus evanescens* до 0.1%, у *Cystoseira crassipes* 0.07%, у *Silvetia babingtonii* — 0.09% сух. массы (Кизеветтер и др., 1981). В *Laminaria* sp. найдено 193-471 мг/% йода, в *Eisenia bicyclis* 98-564 мг/%, *Sargassum confusum* — 300 мг/%, *Hizikia fusiforme* — 40 мг/%, *Undaria pinnatifida* 18-35 мг/%. В среднем, виды *Laminaria* содержат йода в 1000 раз больше, чем мясо каракатицы и крабов, в 500 раз больше, чем мясо рыбы, в 500 раз больше, чем красные водоросли (*Porphyra tenera*) и в десятки и сотни тысяч раз больше, чем овощи и фрукты (Arasaki, Arasaki, 1983).

Содержание йода в водорослях неодинаково в течение их жизни и зависит от сезона года и стадии развития растения (Mairh et al., 1998), однако четких закономерностей в содержании йода в зависимости от внешних и внутренних факторов не установлено.

Другими важными для человека минералами являются железо, кальций и натрий. Бурые водоросли содержат их в десятки раз больше, чем овощи и молоко и примерно столько же, как сухая рыба или семена кунжута (Arasaki, Arasaki, 1983). Больше, чем зеленые и красные водоросли, бурые накапливают тяжелые металлы и радиоактивные элементы, что надо учитывать при сборе водорослей для их использования в пищу в загрязненных районах.

### 3.2.7. Вещества, определяющие вкус и аромат бурых водорослей

Бурые водоросли содержат почти все те же летучие и нелетучие вещества, что и зеленые и красные водоросли, однако их вкус и аромат отличается от последних. Причиной этого, прежде всего, является отсутствие или незначительное

количество в бурых водорослях таких веществ как диметил сульфид акриловой кислоты и спирта фурфурола, а также наличие метилмеркаптана (чего нет у зеленых и красных водорослей) (Arasaki, Arasaki, 1983). Сладкий вкус бурым водорослям придает высокое содержание в них спирта маннита.

### 3.3. Зеленые водоросли (Chlorophyta)

Зеленые водоросли получили свое название из-за цвета их хлоропластов, в которых преобладают зеленые пигменты (хлорофиллы *a* и *b*), маскирующие цвет других, меньших по содержанию желтых и оранжевых пигментов (каротиноидов). Объединенные в Отдел Chlorophyta, зеленые водоросли имеют следующие основные хемотаксономические идентификационные характеристики: обязательное присутствие в тилакоидных мембранах хлоропластов (сгруппированных в виде пластин по 2 и больше) хлорофиллов *a* и *b*; клеточная стенка состоит из целлюлозы и пектина; крахмал является основным запасным продуктом.

По данным Суховеевой и Подкорытовой (2006) в водорослях рода *Ulva*, произрастающих в морях Дальнего Востока России, содержание белков составляет от 10 до 34%, клетчатки — от 2 до 10%, золы — от 10 до 26%. У видов из родов *Cladophora* и *Codium* содержание белков и углеводов было значительно ниже, чем в ульвовых водорослях.

#### 3.3.1. Азотистые вещества

В зеленых водорослях белки составляют наибольшую долю общего азота тканей (82—89%), аминокислоты (всего в гидролизатах белков было обнаружено 16 аминокислот, в том числе 8 незаменимых) — 53—70%, амины — 9—12%, гумины — 7—10% (Суховеева, Подкорытова, 2006).

Из зеленой водоросли *Enteromorpha prolifera* были выделены лектины EPL-1 и EPL-2. Они имели молекулярные массы 60000—70000 Да, показывающие, что EPL-1 и EPL-2 могут ассоциироваться в высокопорядковые агрегаты, возможно в полудимеры и полутетрамеры. Комбинированный участок EPL-2 способен к присоединению D-маннозы и L-фукозы (Ambrosio et al., 2003).

Лектин, выделенный из зеленой водоросли *Ulva pertusa*, был назван UPLI, его молекулярная масса составляла около 23000 Да. Лектин UPLI устойчив к высокой температуре при Ph 6—8. Первичная структура лектина *U. pertusa* (аминокислотная последовательность) отличалась от структуры известных лектинов растений и животных (Wang et al., 2004). Лектин, выделенный из зеленой морской водоросли *Codium fragile*, имел молекулярную массу 60000 Да, и состоял из четырех субъединиц, соединенных дисульфидными мостиками. Этот лектин хорошо агглютинировал клетки крови человека (Roger et al., 1986).

Зеленые водоросли содержат свободные аминокислоты в количестве от 280 до 2060 мг на 100 г сух. массы. В ульвовых водорослях было найдено 19 свободных аминокислот, из них — 9 незаменимых (Arasaki, Arasaki, 1983). Особенно богаты

зеленые водоросли аргинином, аспарагиновой кислотой,  $\alpha$ -цистеиновой кислотой, пролином, серином, глутаминовой кислотой (Кизеветтер и др., 1981). В них также найдены аланин, хондрин, Д-цистеиновая кислота, глицин, изолейцин, лейцин, таурин, тирозин, валин, фенилаланин, триптофан (Arasaki, Arasaki, 1983).

Переваривание белков зеленых водорослей ферментами и бактериями ЖКТ человека было изучено в последнее время как в опытах *in vitro*, так и *in vivo*. Показано, что белок зеленых водорослей переваривается человеком на 60—98% в зависимости от вида водоросли, ее возраста, жизненной формы, а также в зависимости от активности ферментов и бактерий в ЖКТ (Fleurence et al., 1999; Aguilera-Morales et al., 2005).

### 3.3.2. Углеводы

Общее содержание углеводов в слоевищах зеленых водорослей может достигать более 50% сух. массы. Так, уровень углеводов у некоторых видов *Ulva* из Балтийского моря составляет 30—40% на сух. массу (Naroon et al., 2000).

Из растворимых низкомолекулярных углеводов (моносахара и олигосахара), в зеленых водорослях были обнаружены глюкоза, фруктоза, сахароза, рамноза, галактоза, ксилоза (Кизеветтер и др., 1981; Суховеева, Подкорытова, 2006). Запасными полисахаридами (ЗП) зеленых водорослей являются крахмал и фруктан (Arasaki, Arasaki, 1983). Крахмал — наиболее распространенный ЗП зеленых водорослей. Он содержит амилозу и амилопектин в пропорции близкой к крахмалу картофеля. Крахмал накапливается в хлоропластах зеленых водорослей или в виде обкладки белкового тела пиреноида, или в виде зерен, лежащих между тилакоидами.

Крахмал зеленых водорослей легко переваривается и усваивается человеческим организмом. Содержание крахмала в водорослях видоспецифично и зависит от световых условий обитания. Так талломы *U. fenestrata* из Японского моря, выросшие на ярком свете (90% фотосинтетически активной радиации, падающей на воду (ФАРп) содержали крахмала более 400 мг/г сух. массы, а в затенении (10% ФАРп) — около 300 мг/г сух. массы. Другой ЗП — фруктан (полимер фруктозы найден только у представителей порядка Dasycladales (Arasaki, Arasaki, 1983).

Полисахариды, формирующие скелетную структуру клеточной стенки, называют структурными полисахаридами (СП). Основным из СП зеленых водорослей, как и высших наземных растений, является целлюлоза ( $\beta$ -1,4-глюкан), она образует длинные, тонкие, прочные волокна. Физические свойства целлюлозы зеленых водорослей близки к таковым целлюлозы высших растений. В некоторых видах водорослей из родов *Ulva* и *Ulothrix* присутствует целлюлоза, в которой кроме глюкозы присутствуют другие моносахара (Boney, 1966). Количеством целлюлозы определяется прочность талломов водорослей, содержание которой колеблется от 1 до 14% сух. массы.

У водорослей из рода *Bryopsis* скелет клетки состоит из ксилана и небольшого количества (во внешних частях клеточных стенок) глюкана. Ксилан образует

микроволокна с более плотной, чем у целлюлозы упаковкой и со сцеплением волокон друг с другом. Ориентация микроволокон зависит от вида водоросли и может быть от беспорядочной до идеально упорядоченной структуры (Frei, Preston, 1964). Структурные полисахариды зеленых водорослей не перевариваются в ЖКТ человека.

Часть полисахаридов, образующих клеточную стенку, растворяются в воде. В клеточной стенке они образуют микроволокна, которые построены из полимеров, названных ульванами, так как впервые были обнаружены в ульвовых водорослях. Ульваны состоят, главным образом, из рамнозы, глюкуроновой кислоты, ксилозы, глюкозы, галактозы, а также сульфатных групп и являются типичными сульфатированными полисахаридами (СПС) (Суховеева, Подкорытова, 2006).

Содержание ульванов в водорослях колеблется в зависимости от вида и условий выращивания, в среднем в ульвовых водорослях содержится до 25% ульванов (сух. массы). Ульваны растворяются только в горячей воде, на холоде они образуют гель. Они плохо перевариваются в ЖКТ человека, поэтому могут быть использованы как “безкалорийный” наполнитель в пищевых добавках. В медицине ульваны используются, как растительные волокна, а в косметической промышленности, как вещества, омолаживающие кожу. Не только ульваны, но и другие СПС присутствуют в клеточных стенках и межклетниках зеленых водорослей, это, в основном,  $\alpha$ -L-арабинан сульфаты, рамнан сульфаты и др. Три основных группы гетерополисахаридов составляют клеточные стенки зеленых водорослей. Это глюкуроноксилорамнаны, глюкуроноксилорамногалактаны и ксилоарабиногалактаны. Молекулы этих СПС сильно разветвлены и не содержат в основной цепи регулярно повторяющихся единиц. Некоторые из СПС связаны ковалентно с белками и характеризуются как протеогликаны. В СПС включены такие нейтральные и кислые моносахара, как D-глюкоза, D-галактоза, D-манноза, L-галактоза, L-рамноза, L-фукоза, D-ксилоза а также D-мануриновая кислота, D-гулуриновая кислота, L-гулуриновая кислота и другие.

Водорастворимые полисахариды *Codium fragile* и *C. vermilara* представлены сульфатированными арабинанами и галактанами и (или) сульфатированными арабиногалактанами (Ciancia et al., 2007a, b). Водоросли из рода *Cladophora*, содержат СПС, который на 58.3% состоит из галактозы, на 31.8% из арабинозы, на 10.6% из ксилозы, на 16.9% из сульфата и близок по строению к полисахариду из кодиума.

Большинство СПС, найденных в зеленых водорослях, обладают биологической активностью. Структурные полисахариды и СПС входят в группу веществ, называемых растительными волокнами, которых в зеленых водорослях может содержаться до 60% на сух. массу. Эти структурированные волокна растительных полисахаридов широко используются в производстве биологически активных добавок (БАД) и в медицине (Ciancia et al., 2007a).

### 3.3.3 Вещества, содержащие фенольные и полифенольные компоненты

Фенольные соединения широко распространены в морских макрофитах, они участвуют в процессах роста и репродукции, а также защищают растения от патогенных организмов. Интерес к фенольным соединениям связан с их значением как антиоксидантов в предупреждении и лечении сердечнососудистых, раковых и других тяжелых заболеваний.

Известно, что в зеленых водорослях *Caulerpa* и *Dasycladus* аккумулируются кумарины, способные абсорбировать ультрафиолетовые лучи (Kubitzki, 1987). Кумарины являются фенольными производными с характерными бензопирановыми ядрами (Murray et al., 1982). Присутствие в кумаринах орто-дигидроксильных групп придает им антиоксидантные свойства. Был выделен и идентифицирован главный химический компонент этих веществ, придающий им антиоксидантные свойства — 3,6,7-тригидроксикумарин (ТНС) (Menzel et al., 1983). Талломы зеленой средиземноморской макроводоросли *Dasycladus vermicularis* содержали около 20 мг/г сыр. массы 3,6,7-тригидроксикумарина (Pérez-Rodríguez et al., 2001), который был равномерно распределен в клеточных стенках и вокруг мембран вакуолей.

Сезонные изменения в содержании бромфенолов и бромпероксидазной активности были изучены в зеленой морской водоросли *Ulva lactuca*. Результаты показали, что бромфенольный состав и бромпероксидазная активность были высокими в летний сезон и низкими — в зимний (Flodin et al., 1999).

### 3.3.4. Жиры

Зеленые водоросли бедны жирами, их содержание составляет от <1 до 7% сух. массы или от 1.6 до 36.2 мг/г сыр. массы слоевищ (Кизеветтер и др., 1981; Хотимченко, 2003; Nelson et al., 2002). *Ulvaria oxysperma* из Бразилии содержала от 0.5 до 3.3% жиров (De Padua et al., 2004). В *Ulva* spp. из Балтийского моря жиров было отмечено от 3.5 до 4.4% сух. массы (Naroon et al., 2000).

Жиры водорослей содержат насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты (ЖК). Так, жиры *Cladophora sauteri* на 76% состоят из ненасыщенных и на 24% из насыщенных жирных кислот (Суховеева, Подкорытова, 2006). Зеленые водоросли близки по составу ЖК с наземными растениями, однако по содержанию отдельных кислот они могут сильно отличаться от последних. Так, водоросли значительно больше, чем наземные растения, содержат олеиновой и  $\alpha$ -линоленовой кислот. В зеленых водорослях, также как в красных и бурых, пальмитиновая кислота является одной из основных по содержанию, и составляет от 15.0 до 41.4% суммы ЖК. Из других насыщенных кислот в представителях этого отдела всегда присутствуют миристиновая и стеариновая ЖК. Зеленые водоросли способны синтезировать и накапливать в существенных количествах полиненасыщенные ЖК с 16 атомами углерода, главным образом, гексадекатриеновую и гексадекатетраеновую ЖК. Одной из особенностей состава ЖК зеленых водорослей является высокое содержание полиненасыщенных ЖК с 18 атомами углерода: линоленовой,  $\alpha$ -линоленовой,

и октадекатетраеновой, которые в сумме могут составлять от 20 до 55% ЖК. Зеленые водоросли способны синтезировать полиненасыщенные ЖК с 20 атомами углерода, но содержание их значительно ниже, чем в бурых и красных водорослях (Хотимченко, 2003).

Ульвовые водоросли накапливают наибольшее количество липидов в сравнении с другими зелеными водорослями. Основными липидами у ульвовых являются полярные липиды (44—94% от общего содержания жиров) и стерины (3—8%). Они содержат в основном 16:0, а также 18:2 (n—6), 18:3 (n—3), 18:4 (n—3) и 18:1 (n—7) ЖК, а также некоторое количество С22 полиненасыщенных ЖК (Nelson et al., 2002).

С. В. Хотимченко (2003) показала, что у зеленых водорослей из рода *Codium* (Японское море) главными ЖК были 16:0, 18:1 (n—9), 18:2 (n—6), 18:3 (n—3) и 16:3 (n—3), которые вместе составляли 65% от всех ЖК. Виды *Codium* отличались от других представителей порядка *Bryopsidales* высоким содержанием 18:1 (n—9) кислоты. В представителях рода *Halimeda* были найдены ненасыщенные ЖК, содержащие 24, 25 и 26 атомов углерода.

Содержание липидов и отдельных ЖК в водорослях значительно варьирует в течение года и зависит от внешних условий (Li et al., 2002; Nelson et al., 2002). Так, например, наибольшее количество жиров у водорослей северо-восточной Пацифики накапливается в зимне-весеннее время. Однако каких-либо общих закономерностей влияния внешних и внутренних факторов на количество и соотношения липидов и ЖК у зеленых водорослей установить не удалось (Kulikova, Khotimchenko, 2000; Хотимченко, 2003). Из-за незначительного содержания, жиров в водорослях, они не имеют особой пищевой ценности. В то же время, ценность для здоровья человека представляют находящиеся в них полиненасыщенные ЖК. Показано, что полиненасыщенные ЖК из морских водорослей и их эфиры проявляют антиопухолевую активность (Tolnai, Morgan, 1966; Mertin, Hunt, 1976; Nishikawa et al., 1976), а некоторые липидные фракции высоко эффективны против фибросаркомы (Noda et al., 1989, 1990).

#### Стерины

Представители отдела Chlorophyta содержат такие стерины, как цитостерин, хондриластерин, пориферастерин, 28-изофукостерин, эргостерин, холестерин и др. (Arasaki, Arasaki, 1983). Основными стеринами в экстракте зеленой водоросли *Ulva lactuca* из Адриатического моря были найдены холестерин (34%) и изофукостерин (26%), в меньших количествах — стигмастерины, а также 22-дегидрохолестерин, эргост-5(22)-диен-3 $\beta$ -ол и эргост-5-ен-3 $\beta$ -ол (Karpetanović et al., 2005). По данным других исследователей изофукостерин был основным стеринном *U. lactuca* (Siddhanta et al., 2002). *Codium dichotomum* из Адриатики содержал в основном клеростерин, который составлял 93.5% от суммы всех стеринов. Этот стерин характерен и для других видов рода *Codium* (Siddhanta et al., 2002). Иногда в представителях этого рода в значительных количествах присутствовал эргоста-5,25-диен-3 $\beta$ -ол (Karpetanović et al., 2005).

### 3.3.5. Пигменты

Зеленые водоросли содержат тот же основной набор пигментов, что и высшие растения: хлорофиллы *a* и *b*, каротиноиды:  $\beta$ -каротин, лютеин, виолаксантин, зеаксантин, сифонаксантин (только в порядке *Siphonales*) и др. От бурых и красных водорослей зеленые отличаются наличием хлорофилла *b* и значительно большим общим содержанием хлорофиллов. Так же как представители других отделов, зеленые водоросли накапливают пигменты при затенении. Так, у *Ulva fenestrata* из Японского моря, растущей при освещенности от 1% до 90% ФАРп, содержание пигментов составляло соответственно: хлорофилла *a* — 160 и 1230, хлорофилла *b* — 100 и 750,  $\beta$ -каротина — 9 и 73, лютеина+зеаксантина — 24 и 48, энтероксантина — 6 и 10, виолаксантина — 8 и 47 и неоксантина — 7 и 50 мкг/г сыр. массы (Титлянов, 1983). Высокие концентрации хлорофиллов, каротина и ксантофиллов в водорослях, выросших в тени, делают их особо ценными при приготовлении из них салатов, а также биологически активных добавок к пище.

### 3.3.6. Витамины

Зеленые водоросли по сравнению с другими макроводорослями менее богаты витаминами, так например, провитамина А ( $\beta$ -каротина) они содержат в среднем около 1.8 мг в 100 г сух. массы (мг/%) (Суховеева, Подкорытова, 2006), это в сотни раз меньше, чем в красной водоросли порфире (Arasaki, Arasaki, 1983) В то же время, зеленые водоросли содержат витаминов в 100 раз больше, чем яблоки и в пять раз больше, чем шпинат (Arasaki, Arasaki, 1983). Не очень богаты зеленые водоросли (по сравнению с другими) и витамином В1 (тиамин) (0.09—2.5 мг%). В среднем в зеленых водорослях его содержится в 10 раз меньше, чем, например, в порфире, но в 10 раз больше, чем в томатах, яблоках и капусте. Витамина В2 (рибофлавина) в зеленых водорослях содержится столько же, сколько в шпинате и ламинарии (0.2—0.6 мг%), в два раза меньше, чем в порфире, но в 10 раз больше, чем в яблоках, томатах и капусте. Витамина В3 (никотиновая кислота) содержится столько же, сколько в ламинарии и шпинате (0.75 мг%), в два раза меньше, чем в порфире и в несколько раз больше, чем в яблоках, томатах и капусте. Витамина С (аскорбиновая кислота) столько же, сколько в ламинарии, в два раза меньше, чем в порфире и в томатах, в десять раз меньше, чем в шпинате, но в два раза больше, чем в яблоках. Витамин В12 (кобаламин) в ульвовых водорослях содержится до 1.4 мг%, что в 2–3 раза меньше, чем в порфире и в 10 раз больше, чем в ламинарии. Витамин В9 (фолиевая кислота) содержится в зеленых водорослях от 0.01 до 0.015 мг%, что в 2–3 раза больше, чем в порфире, столько же сколько в бурых водорослях, в два раза меньше, чем в капусте и в 5 раз меньше, чем в шпинате (Arasaki, Arasaki, 1983). Кроме того, в водорослях содержатся витамин Д — около 0.9 мг%; В5 (пантотеновая кислота) — 0.20–0.25 мг%; витамин Е (токоферол) — 0.1–0.18 мг%, витамин В6 (адермин) — 0.03 мг%, витамин Н (биотин) — 0.01

мг%, холин — 6.0 мг%, Вh (инозитол) — 1.0–2.5 мг%, липоевая кислота — 0.017 мг% (Arasaki, Arasaki, 1983; Суховеева, Подкорытова, 2006).

### 3.3.7. Минеральные вещества

Зеленые водоросли, как и все другие морские растения, богаты минеральными веществами. И хотя водоросли содержат практически все минералы необходимые человеку, но особенно богаты кальцием, железом и йодом.

Кальция, в усвояемой человеком форме, зеленые водоросли содержат от 400 до 600 мг%, что в несколько десятков раз больше, чем в капусте, яйцах и шпинате, а также в 5 раз больше, чем в соевых бобах и сушеной рыбе.

Железа в зеленых водорослях содержится в несколько раз больше, чем в других группах водорослей — от 80 до 100 мг%, это в 10 раз больше, чем в сардинах и семенах кунжута и в 50 раз больше, чем в овощах (Arasaki, Arasaki, 1983).

Китайцы и японцы восполняют йодный дефицит пищевыми продуктами, в основном, за счет употребления в пищу водорослей. В зеленых водорослях йода накапливается в десятки раз больше, чем в мясе морских животных и в тысячи раз больше, чем в тканях наземных растений. По данным Кизеветтера с соавторами (1981) содержание (% сух. массы) некоторых минеральных элементов в водорослях морей Российского Дальнего Востока следующее: натрия — 0.9–3.6%, калия — 0.3–1.7%, магния — 1.4–3.1%, кремния — 0.1–0.3%, алюминия — 0.02–0.15%, фосфора — 0.10–0.13%, серы — 1.7–4.0%. Содержание минеральных элементов в зеленых водорослях непостоянно и зависит от вида, сезона года и условий обитания. Микроэлементный состав зеленых водорослей морей Дальнего Востока России также не постоянен: марганца было обнаружено от 6 до 8 мг/%, меди — от 3 до 180 мг/%, никеля — 60 мг/%, цинка — 60 мг/%, кобальта, рубидия и цезия — следы (Кизеветтер и др., 1981). Водоросли накапливают не только полезные минеральные вещества, но и чрезвычайно вредные, например, ртуть, кадмий, мышьяк, свинец, а также радиоактивные элементы, например, цезий 137, радий 226 и др. (Van Netten et al., 2000).

### 3.3.8. Вещества, придающие запах и вкус блюдам из зеленых водорослей

Свежие водоросли не имеют какого-либо сильного специфического запаха, так как не выделяют летучих веществ. Приготовленные водоросли, имеют и запах, и пикантный вкус, который приобретают при измельчении и при обработке теплой или горячей водой. Основными компонентами аромата и вкуса водорослей является свободный йод, а также соединения, содержащие серу, такие как диметил сульфид и триметиламин.

Диметил сульфид — это летучее соединение с горьким вкусом и сильным запахом (запах сушеной ульвы). В свежих водорослях диметил сульфид присутствует в виде диметил пропиотетина, который под действием ферментов (во время приготовления) превращается в диметил сульфид. Наибольшее содержание диметил

пропиотетина отмечено у представителей родов *Ulva* и *Monostroma*.

Триметиламин в больших количествах находится в несвежей рыбе и является главным источником ее плохого запаха, однако, находясь в небольших количествах в водорослях, он придает им прекрасный аромат. Больше всего триметиламина содержится в тонких талломах водорослей из рода *Ulva*. В сухих талломах водорослей запах слабый, но он усиливается при обработке теплой водой, при этом оксид триметиламида восстанавливается до триметиламина.

Особый характерный вкус блюдам из водорослей придают органические кислоты, ненасыщенные ЖК и глутаминовая кислота. Участвуют в создании вкуса и другие аминокислоты. Глицин и аланин, придают блюдам сладость, а лейцин, изолейцин и валин — слегка горьковатый вкус. Аминокислота таурин, отличающаяся от обычных аминокислот содержанием сульфонильной группы ( $-SO_3H$ ) вместо гидроксильной группы, придает водорослям кислый вкус. Метильное производное таурина (N-метилтаурин) имеет сладкий вкус. Продукты гидролиза белков зеленых водорослей — низкомолекулярные пептиды имеют слегка горьковатый вкус. Пептид бетаин придает водорослям вкус овощей. Летучие альдегиды, такие как фурфурал, валеральдегид и бензальдегид придают водорослям аромат. Терпены, присутствующие в водорослях также придают запах и вкус блюдам из зеленых водорослей (Arasaki, Arasaki, 1983).

### 3.4. Морские травы (Magnoliophyta)

Химический состав морских трав близок к таковому наземных высших растений. Например, морские травы Японского моря (*Zostera asiatica*, *Z. japonica*, *Z. nana*, *Phyllospadix iwatensis*) на 75—81% состоят из воды, содержание сухих веществ колеблется от 19 до 25%. Органических веществ в этих травах содержится от 77 до 85%, минеральных — от 14 до 23%, белка — от 6 до 12%, растворимых углеводов — от 10 до 21%, клетчатки — от 14 до 21% сух. массы (Суховеева, Подкорытова, 2006). Морские травы отличаются от водорослей большим содержанием сухого вещества (в среднем на 20%), меньшим содержанием минеральных веществ (в среднем на 30%) и большим (примерно в 2 раза) содержанием клетчатки, а также значительно меньшим содержанием жиров и йода. В морских травах дальневосточных морей России общее содержание органических веществ изменяется от 77.0% весной до 85.3% сух. массы осенью (Подкорытова и др., 1994).

Основным запасным углеводом в травах является сахароза (90% от общих растворимых углеводов) (Touchette, Burkholder, 2000). Целлюлоза из морских трав близка по химической структуре к целлюлозе наземных высших растений. Так, например, целлюлоза филлоспадикса состоит из тонких, длинных (6—20 мм) шелковистых и прочных волокон. Целлюлоза зостеры состоит из более толстых и коротких (4—5 мм) волокон. Травы редко употребляются в пищу, в основном, из-за их жесткости, обусловленной большим содержанием клетчатки, однако они могут быть использованы, как пищевые добавки, содержащие растительные волокна. В промышленности, в медицине и в сельском хозяйстве находят

применение, преимущественно, вещества клеточных стенок морских трав, из которых наиболее ценны целлюлоза и пектины или пектиноподобные вещества.

По химической природе пектин относится к кислым гетерополисахаридам, полимерная цепь которых, состоит из остатков D-галактуроновой кислоты (или ее метиловых эфиров), имеющих пиранозную форму и соединенных альфа (1–4)-гликозидной связью. Пектины используют, главным образом, в кулинарии, как желирующие вещества при приготовлении джемов и других кондитерских изделий, как наполнители при изготовлении конфет, как стабилизаторы фруктовых соков и молочных напитков, а также в диетическом питании.

Наиболее изученным пектином морских трав является зостерин (рис. 16),

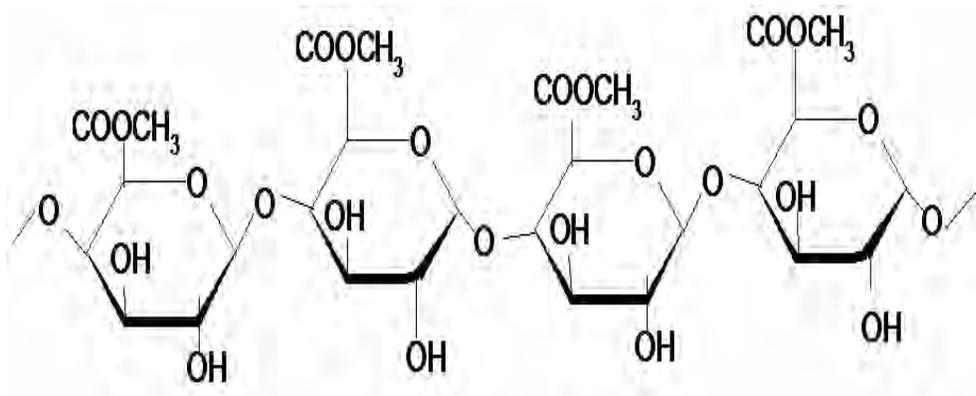


Рис. 16. Фрагмент структуры пектина (зостерина)

выделенный из растений семейства *Zosteraceae*.

Ю.С. Оводов (Ovodov, 1975) описал строение молекулы зостерина, который имеет блоковую структуру и состоит из следующих главных фрагментов: галактуронан, апиогалактуронан и гетерогликаногалактуронан, связанных галактуроновой кислотой или остатками рамнозы. Фрагмент апиогалактуронана отличается устойчивостью к действию пектолитических ферментов и возможно защищает растение от фитопатогенных организмов, он также устойчив к природному процессу разложения и гниения. В кислых растворах, зостерин показывает гелеформирующие свойства и, возможно, поддерживает водный и водно-солевой режим у растений семейства *Zosteraceae*.

Получаемая из зостерина натриевая соль названа зостератом. При создании слабокислой среды, раствор зостерата натрия образует гель, используемый в пищевой промышленности, особенно в кондитерской. Прочность гелей 2%-ных растворов зостератов натрия, полученных из морских трав, не зависит от срока добычи зостеры, а также от ее вида. Физико-химические свойства зостератов близки к таковым солей альгиновых кислот, получаемых из бурых водорослей (Мирошников, 1940; Митина, 1971 цит. по: Суховеева, Подкорытова, 2006). Выход зостерина из морских трав изменяется в достаточно широком интервале и зависит от времени сбора травы, а также от содержания полисахарида в исход-

ном материале, он составляет 11.2—14.3% сух. массы *Z. marina*, 12.1—16.3% — *Z. asiatica*, 11.3% — *Z. japonica* и 11.7% — *Phyllospadix iwatensis*. Наибольший выход зостерина (15—16%) получают в июле—августе (Суховеева, Подкорытова, 2006).

Низкомолекулярные фракции зостерина способны всасываться из желудочно-кишечного тракта человека в кровь и связывать непосредственно в крови вредные вещества, которые вместе с зостерином выводятся из организма с мочой и потом. Высокомолекулярные фракции зостерина, не перевариваясь в ЖКТ, и обладая хемосорбцией, являются антиоксидантами, поглощают вредные вещества (свободные радикалы, металлы и др.) и выводят их из организма (Lee et al., 2007).

Зостерин является основой БАД, приготовленных из морских водорослей и трав. Так, из трав рода *Zostera* в России получают зостерин-ультра (Тихоокеанский институт биоорганической химии, ТИБОХ). В природном зостерине всего 8% низкомолекулярных фракций, а в БАД «зостерин-ультра» — не меньше 30%, поэтому он перспективен в очистке крови от тяжелых металлов и применяется, например, при интоксикации свинцом на свинцово-цинковых комбинатах, или при интоксикации радиоактивными элементами. Зостерин чистит не только кровь, но и ЖКТ от токсинов, имея свойства растворимых пищевых волокон, поэтому его применяют при токсикозах или после инфекционных заболеваний с профилактическими целями. В России выпускают и другие БАДы, содержащие зостерин, например, «Полисорбитол-95» (Компания Востокфарм), содержащий частично зостерин и частично пектины высших растений.

Морские травы содержат большое количество целлюлозы, и некоторые БАДы готовят с включением целлюлозы, как нерастворимых пищевых волокон, в составе препаратов. Целлюлоза из морских трав способствует очищению кишечника и улучшает пищеварение.

#### 4. Морские растения бухты Троицы и смежных акваторий

По результатам наших исследований, проводимых в весенне-летний период с 2004 по 2012 г, в бухте Троицы и смежных акваториях (бухта Песчаная и бухта Гротовая) было обнаружено 102 вида морских растений, из них: красных 49 видов, бурых—35, зеленых—15 и морских трав —3 вида (Табл. 1). Это составляет около 50% от общего списка видов водорослей (225) залива Петра Великого, приводимого Л.П. Перестенко (1980). Также впервые была найдена паразитическая красная водоросль — *Janczewskia morimotoi*.

Все найденные макроводоросли по внешнему виду можно разделить на 6 морфологических форм: нитевидная (*Chaetomorpha* spp.), пластинчатая (*Grateloupia turuturu*, *Saccharina* spp., *Porphyra* spp.), мешковидная (*Colpomenia peregrina*, *Leathesia marina*), шнуровидная (*Chorda filum*, *Nemalion vermiculare*, *Scytosiphon lomentaria*), кустистая (*Codium* spp., *Sargassum* spp., *Desmarestia* spp.), корковидная (*Ralfsia* spp.) (рис. 3).

В течение года растительность на литорали и в сублиторали бухты значитель-

но изменяется. Растительный покров образуют водоросли с разными сроками вегетации: многолетники (*Saccharina* spp., *Corallina* spp., *Sargassum* spp.), макрофиты, вегетирующие большую часть года (*Ulva* spp., *Gloiopeltis furcata*, *Chondrus* spp.) и эфемеры — вегетирующие несколько месяцев в году (*Chaetomorpha* spp., *Lomentaria hakodatensis*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris divaricata*). Макрофиты занимают, как правило, скалисто-каменистые грунты, а на мягких грунтах закрепляется в основном морская трава (*Zostera* spp.). Не прикрепленная к грунту (песок, ил) красная водоросль *Ahnfeltia tobuchiensis* скапливается на дне кустовой и центральной части бухты.

Наиболее широко представлены водоросли в нижней литорали и в сублиторали: *Codium* spp., *Punctaria plantaginea*, *Desmarestia viridis*, *Sargassum* spp. и *Stephanocystis crassipes*. Водоросли верхней литорали немногочисленны, *Corallina pilulifera*, *Nemalion vermiculare*, *Gloiopeltis furcata* образуют пояса на вертикальных поверхностях скал. В супралиторальной зоне морские растения не обнаружены.

В бухте Троицы по количеству видов преобладают красные водоросли, среди которых по количеству растений и их биомассе доминируют *Ceramium kondoi*, *Corallina pilulifera*, *Neosiphonia japonica*, *Polysiphonia morrowii*, *Neorhodomela aculeata*. Редко встречаются: *Porphyra* spp., *Ceramium japonicum*, *Gelidium amansii*, *Champia parvula*. Среди бурых водорослей доминантами являются *Sargassum* spp., *Stephanocystis crassipes*, *Desmarestia viridis*, *Chorda filum*. Зеленые водоросли представлены небольшим количеством видов (15), среди них доминируют *Ulva linza* и *U. lactuca*, отдельные скопления *Chaetomorpha moniligera* встречается только на мысе Андреева и на Водолазной станции.

Морские травы представлены тремя видами: *Phyllospadix iwatensis*, *Zostera marina* и *Z. asiatica* (встречается реже первых двух).

Таблица.1. Морские растения б. Троицы и смежных акваторий

Видовой состав	зона	обилие	Место произрастания
<b>Rhodophyta</b>			
<i>Porphyra inaequicrassa</i> L.P. Perstenko	Л, ВС	ед	б. Идол
<i>Pyropia yezoensis</i> (Ueda) M.S.Hwang & H.G.Choi [ <i>Porphyra yezoensis</i> ]	Л	+	б. Идол
<i>Nemalion vermiculare</i> Suringar	Л	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Gelidium amansii</i> (J.V. Lamouroux) J.V. Lamouroux	нЛ., С	ед	б. Идол
<i>Gelidium vagum</i> Okamura	С	ед	б. Идол
<i>Pachyarthron cretaceum</i> (Postels et Ruprecht) Manza [ <i>Bossiella cretacea</i> ]	Л, ЛВ., С	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Corallina pilulifera</i> Postels et Ruprecht	Л, ЛВ, ВС	+++	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Lithothamnion phymatodeum</i> Foslie	Л, ВС	+	б. Песчаная, м. Слычкова
<i>Masudaphycus irregularis</i> (Yamada) Lindstrom	С	+	б. Рисовая
<i>Mastocarpus pacificus</i> (Kjellman) L.P. Perstenko	Л, ЛЛ	++	м. Андреева, б. Рисовая, Водолазная ст., м. Стенина, м. Слычкова
<i>Chondrus armatus</i> (Harvey) Okamura	нЛ, С	+	м. Андреева, Водолазная ст.
<i>Chondrus pinnulatus</i> (Harvey) Okamura	Л, ЛВ, С	+	м. Андреева, Водолазная ст.
<i>Chondrus yendoi</i> Yamada et Mikami [ <i>Mazzaella cornucopiae</i> ]	нЛ	+	м. Андреева, б. Рисовая
<i>Mazzaella japonica</i> (Mikami) Hommersand	Л, ЛВ, С	+	б. Идол, м. Андреева, б. Рисовая
<i>Gloiosiphonia capillaris</i> (Hudson) Carmichael	нЛ	+	б. Идол, Водолазная ст., б. Песчаная, м. Слычкова

<i>Tichocarpus crinitus</i> (S.G. Gmelin) Ruprecht	Л, С	+	б. Идол, б. Песчаная б. Рисовая, м. Андреева
<i>Gloiopeltis furcata</i> (Postels et Ruprecht) J. Agardh	ВЛ	++	б. Идол, Водолазная ст., м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая, б. Рисовая
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> (Harvey) Masuda	Л, ЛЛ, С	+	м. Андреева, б. Песчаная, б. Рисовая
<i>Callophyllis rhynchocarpa</i> Ruprecht	С	+	б. Идол, Водолазная ст.
<i>Grateloupia acuminata</i> Holmes	НЛ, ВС	+	б. Гротовая, м. Андреева, м. Слычкова
<i>Grateloupia divaricata</i> Okamura	Л, АВ, С	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, м. Слычкова б. Песчаная, б. Гротовая
<i>Grateloupia turuturu</i> Yamada	НЛ, ВС	+	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Гротовая, м. Слычкова
<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> (Kanno et Matsubara) Makienko	С	++	б. Идол, Водолазная ст.
<i>Gracilaria vermiculophylla</i> (Ohmi) Papenfuss	Л, ВС	+	б. Идол,
<i>Palmaria stenogona</i> Perestenko	Л, С	+	б. Идол, б. Рисовая, б. Песчаная
<i>Ptilota filicina</i> J. Agardh	НЛ, С	+	б. Идол, б. Рисовая, б. Песчаная
<i>Campylaephora crassa</i> (Okamura) Nakamura	НЛ, С	++	б. Идол, б. Рисовая, б. Песчаная
<i>Campylaephora hypnaeoides</i> J. Agardh	Л, С	+	б. Идол
<i>Ceramium cimbricum</i> H.E. Petersen	НЛ, ВС	+	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая
<i>Ceramium japonicum</i> Okamura	Л, ВС	+	б. Идол, б. Рисовая

<i>Ceramium kondoi</i> Yendo	Л, ВС	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая
<i>Dasya sessilis</i> Yamada	НЛ, ВС	+	б. Идол, б. Песчаная, б. Рисовая
<i>Delesseria serrulata</i> Harvey	НЛ, ВС	+	б. Идол
<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh	НЛ, ЛВ	+	б. Рисовая
<i>Chondria decipiens</i> Kylin	НЛ, ВС	+	б. Идол
<i>Laurencia nipponica</i> Yamada	Л, ВС	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Janczewskia morimotoi</i> Tokida	Л	ед	м. Слычкова
<i>Neorhodomela aculeata</i> (L.P. Perestenko) Masuda [ <i>Rhodomela larix</i> subsp. <i>aculeata</i> ]	Л, С	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Neorhodomela munita</i> (L.P. Perestenko) Masuda	Л, С	+	б. Идол, б. Рисовая, б. Гротовая
<i>Neosiphonia japonica</i> (Harvey) M.S. Kim et I.K. Lee [ <i>Polysiphonia japonica</i> ]	Л, ВС	+++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Polysiphonia morrowii</i> Harvey	Л, ЛЛ, С	+++	б. Идол, б. Рисовая, б. Песчаная, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Polysiphonia yendoi</i> Segi	Л, ЛВ, С	+	б. Рисовая
<i>Symphocladia latiuscula</i> (Harvey) Yamada	НЛ, ВС	+	б. Идол, б. Рисовая
<i>Symphocladia marchantioides</i> (Harvey) Falkenberg	НЛ	+	б. Идол
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey	НЛ, ЛЛ	ед	б. Идол
<i>Lomentaria hakodatensis</i> Yendo	Л, ВС	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, м. Стенина, м. Слычкова

<i>Chrysymenia wrightii</i> (Harvey) Yamada	Л, ВС	+	б. Идол
<i>Sparlingia pertusa</i> (Postels et Ruprecht) G.W. Saunders, I.M. Strachan et Kraft [ <i>Rhodymenia pertusa</i> (Postels et Ruprecht) J. Agardh]	С	+	б. Рисовая
<i>Halosaccion glandiforme</i> (S.G. Gmelin) Ruprecht	Л, С	+	б. Рисовая
<b>Ochrophyta</b>			
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye	НЛ	+	б. Идол, б. Рисовая
<i>Acrothrix pacifica</i> Okamura et Yamada	НЛ	+	б. Песчаная
<i>Chordaria flagelliformis</i> (O.F. Müller) C. Agardh	НЛ, С	++	б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Coilodesme japonica</i> Yamada	С, ЭП	+	б. Рисовая
<i>Sphaerotrichia divaricata</i> (C. Agardh) Kylin	Л, С	++	б. Песчаная, б. Гроговая, Водолазная ст., б. Идол
<i>Dictyosiphon chordaria</i> Areschoug	Л, С	++	б. Песчаная
<i>Halothrix lumbricalis</i> (Kützing) Reinke	Л	+	б. Идол
<i>Punctaria plantaginea</i> (Roth) Greville	НЛ, ЛЛ, С	++	б. Песчаная, Водолазная ст.
<i>Leathesia marina</i> (Lyngbye) Decaisne [ <i>Leathesia difformis</i> ]	ВЛ, ЛЛ, С	+++	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Melanosiphon intestinalis</i> (De A. Saunders) M.S. Wynne	Л	+	б. Идол
<i>Saundersella simplex</i> (De A. Saunders) Kylin	Л, С, ЭП	+	б. Рисовая
<i>Analipus japonica</i> (Harvey) M.J. Wynne	Л, С	+	б. Идол, Водолазная ст. б. Рисовая, м. Андреева,
<i>Colpomenia peregrina</i> Sauvageau	НЛ, ЛЛ, С	++	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	Л, АВ, С	++	б. Песчаная, б. Гроговая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Ralfsia fungiformis</i> (Gunnerus) Setchell et N.L. Gardner	Л, ВС	+	б. Идол

<i>Ralfsia verrucosa</i> (Areschoug) Areschoug	л	+++	б. Идол, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Desmarestia ligulata</i> (Stackhouse) J.V. Lamouroux	с	+	б. Рисовая, м. Андреева, м. Стенина
<i>Desmarestia viridis</i> (O.F. Müller) J.V. Lamouroux	нл, с	+++	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Chorda filum</i> (Linnaeus) Stackhouse	нл, с	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, Водолазная ст.
<i>Pseudochorda nagaii</i> (Tokida) Inagaki	нл	+	б. Идол
<i>Agarum clathratum</i> Dumortier [ <i>Agarum cribrosum</i> ]	с	+	б. Рисовая
<i>Costaria costata</i> (C. Agardh) De A. Saunders	нл, с, лл	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Saccharina angustata</i> subsp. <i>siberica</i> (Petrov et Sukhovejeva) Selivanova, Zhigadlova et G.I. Hansen [ <i>Laminaria angustata</i> subsp. <i>siberica</i> ]	нл, с	+	м. Стенина
<i>Saccharina cichorioides</i> (Miyabe) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl et G.W. Saunders [ <i>Laminaria cichorioides</i> ]	с	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Saccharina japonica</i> (Areschoug) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders [ <i>Laminaria japonica</i> Areschoug]	с	+	б. Идол, Водолазная ст.
<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar	нл	+	м. Андреева, м. Слычкова
<i>Sphacelaria rigidula</i> Kützting [ <i>Sphacelaria furcigera</i> ]	нл, лл	+	б. Идол, б. Рисовая
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	нл, с	++	б. Идол, б. Рисовая, б. Гротовая, м. Стенина, м. Слычкова
<i>Dictyopteris divaricata</i> (Okamura) Okamura	л, вс	+	б. Идол

<i>Stephanocystis crassipes</i> (Mertens ex Turner) Draisma, Ballesteros, F. Rousseau et T. Thibaut [ <i>Cystoseira crassipes</i> ]	HA, C	++	б. Идол, б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, Водолазная ст.
<i>Sargassum miyabei</i> Yendo	HA, C	+++	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая,
<i>Sargassum pallidum</i> (Turner) C. Agardh	C	++	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая
<i>Coccolophora langsdorffii</i> (Turner) Greville	HA, C	+	б. Песчаная
<i>Fucus evanescens</i> C. Agardh	A	+	м. Андреева
<i>Silvetia babingtonii</i> (Harvey) E.A. Serrão, T.O. Cho, S.M. Boo & Brawley [ <i>Pelvetia babingtonii</i> ]	A, AB	+	м. Андреева
<b>Chlorophyta</b>			
<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Areschoug	BA	+	б. Идол
<i>Monostroma grevillei</i> (Thuret) Wittrock	A, BC	+	б. Идол, б. Песчаная
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh [ <i>Enteromorpha clathrata</i> ]	A, BC	+	б. Рисовая
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen [ <i>Enteromorpha flexuosa</i> ]	A, BC	+	б. Рисовая
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus [ <i>Ulva fenestrata</i> ]	A, C	++	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая
<i>Ulva linza</i> Linnaeus [ <i>Enteromorpha linza</i> ]	A, BC	++	б. Идол, б. Рисовая, Водолазная ст.
<i>Ulva prolifera</i> O.F. Müller [ <i>Enteromorpha prolifera</i> ]	A, AA, BC	+	б. Идол, б. Рисовая, Водолазная ст.
<i>Ulvaria splendens</i> (Ruprecht) Vinogradova	A, C	+	б. Идол
<i>Cladophora opaca</i> Sakai	AA	+	б. Песчаная
<i>Cladophora stimpsonii</i> Harvey	A, C	+	б. Идол, б. Рисовая, б. Песчаная,
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützinger	A, AA, C	+	б. Идол
<i>Chaetomorpha moniligera</i> Kjellman	A	+	м. Андреева Водолазная ст.
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	A, BC	+	м. Андреева

<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot	нл, вс	+	б. Идол, б. Песчаная, м. Слычкова
<i>Codium yezoense</i> (Tokida) K.L. Vinogradova	нл, с	+	б. Идол, б. Песчаная
<b>Magnoliophyta</b>			
<i>Phyllospadix iwatensis</i> Makino	с	++	б. Рисовая, б. Песчаная, Водолазная ст
<i>Zostera marina</i> L.	нл, с	++	б. Идол, Водолазная ст., б. Рисовая, м. Андреева, б. Песчаная, б. Гротовая,
<i>Zostera asiatica</i> Miki	с	+	м. Андреева

Примечание:

Обилие: +++ - больше, чем 10 экземпляров на 1 м<sup>2</sup>, ++ - меньше, чем 10 экземпляров на 1 м<sup>2</sup>, + - меньше, чем 1 экземпляр на 1 м<sup>2</sup>, ед — единично, эп — эпифит; зона: л — литораль, вл — верхняя литораль, нл — нижняя литораль, с — сублитораль, вс — верхняя сублитораль, лл — литоральные лужи, лв — литоральные ванны.

[www.algology.ru](http://www.algology.ru)



A close-up photograph of red, branching seaweed (Rhodophyta) growing on a rock surface. The seaweed has a complex, tree-like structure with many small, pointed branches. The color is a deep red, with some lighter, yellowish-orange tips. The background is a blurred, light-colored rock surface.

**ОТДЕЛ RHODOPHYTA**

**КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ**

ПОРЯДОК BANGIALES  
СЕМЕЙСТВО BANGIACEAE

*Porphyra inaequicrassa* L.P. Perestenko

Порфира неравномерно-толстая

*Описание.* Растение пластинчатое, удлинненно-овальное, до 30 см дл., 3–7 см шир., до 85 мкм толщ., цельное или часто рассеченное, со складчатыми или крупно-волнистыми краями., красновато-пурпурного цвета. Основание пластины сердцевидное или в виде розетки. На поперечном срезе слоевище однослойное, клетки вытянутые в высоту, палисадные с равномерно-толстыми клеточными оболочками, до 12 мкм толщ., утоньшающимися к краям пластины. Растения двудомные. Сперматангии и гаметангии развиваются по краю пластины. Прикрепляется к субстрату маленькой подошвой на короткой ножке, образованной ризоидами. Занесена в Красную книгу Приморского края.

Растет на литорали и в верхней sublиторали, на песчано-гравийном грунте в открытых и полузащищенных участках побережья. Эпифит на *Chorda filum*.

*Распространение в мире.* Россия (Японское море, зал. Петра Великого; южная часть Охотского моря).

*Использование.* Возможно использование в пищу. Источник витаминов.

1. Внешний вид растения (эпифит на *Chorda filum*) ►►

1



1 cm

ПОРЯДОК NEMALIALES  
СЕМЕЙСТВО LIAGORACEAE

*Nemalion vermiculare* Suringar

Немалион червевидный

*Описание.* Растение шнуровидное (цилиндрическое или слегка сдавленное), неразветвленное, плотное, мягкое, слизистое, 15–100 см дл., до 2.5 мм шир., винно-красного цвета. В центре слоевища проходит пучок из плотно расположенных, перепутанных, бесцветных клеточных нитей, к периферии от пучка отходят дихотомически разветвленные, рыхло лежащие коровые нити, в наружных слоях пигментированные. Спорофитные растения микроскопические, состоящие из однорядных разветвленных нитей, несущих крестообразные тетраспоры. Прикрепляется небольшой дисковидной подошвой.

Растет на литорали, на скалистом, валунно-глыбовом и каменистом грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья, часто образуя пояса. Однолетнее. Появляется в середине июня. В конце июля – начале августа слоевища разрушаются, и к началу сентября от них сохраняется лишь основание.

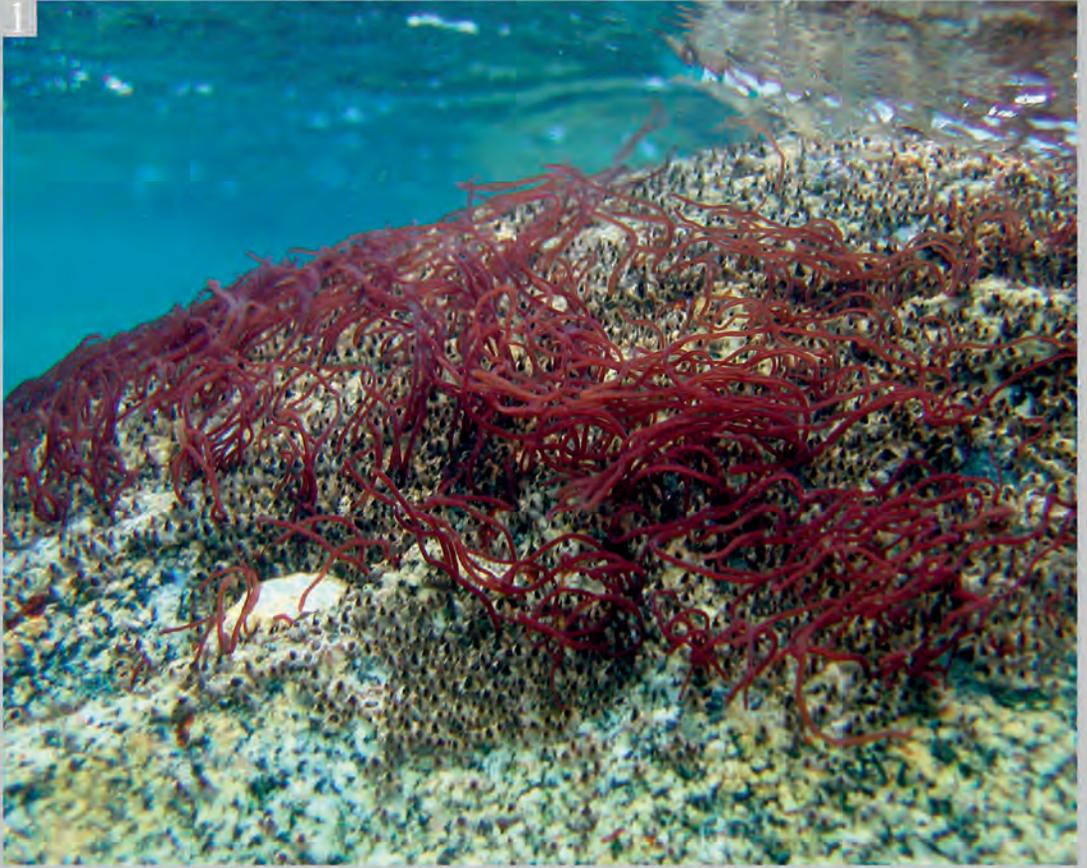
*Распространение в мире.* Азия: Япония, Корея, Китай (Желтое море), Россия (на российском побережье Японского моря встречается вдоль всего побережья).

*Использование.* В пищу (в Китае как морская лапша, в Японии готовят салаты и супы).

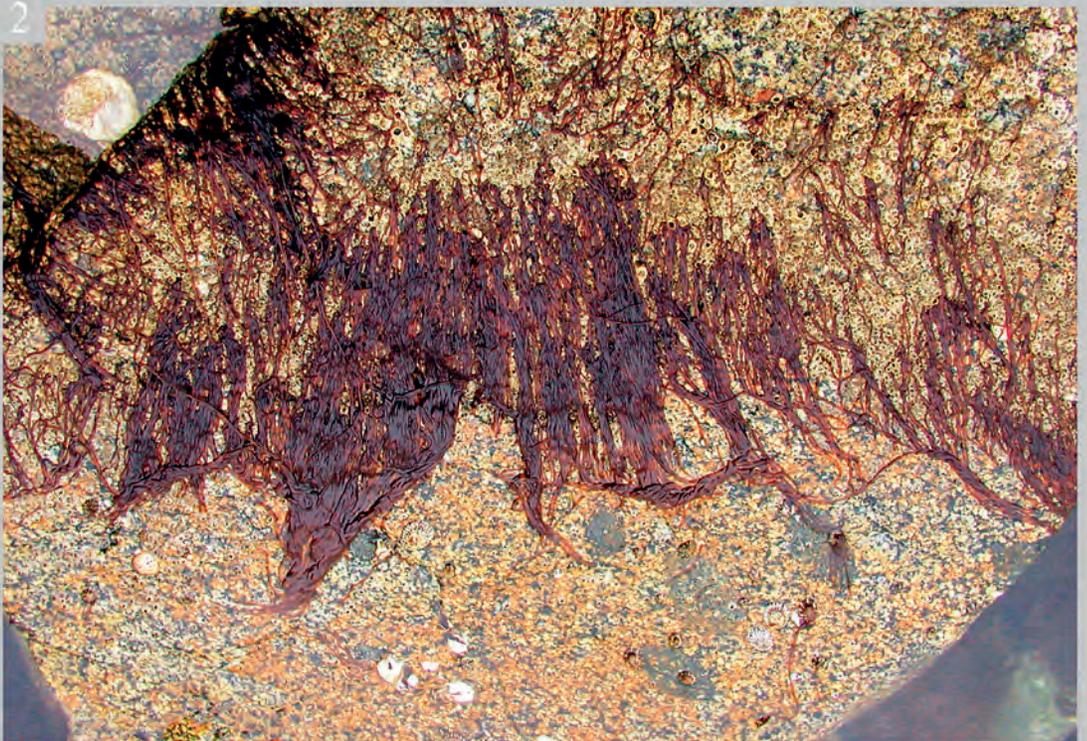
1. В верхней литорали на скалах ►►
2. На литоральных валунах во время отлива ►►

# RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК GELIDIALES  
СЕМЕЙСТВО GELIDIACEAE

*Gelidium amansii* (J.V. Lamouroux) J.V. Lamouroux  
Гелидиум Аманса

*Описание.* Растение кустистое, мягкохрящеватое, одиночное или скрученное с другими талломами, поочередно или супротивно разветвленное, темного пурпурно-красного цвета, 2–4 см дл. Главные оси и веточки вальковатые или плоские, до 2 мм шир., часто суживающиеся в верхней части. Веточки ограниченного роста шиловидные, простые или разветвленные. Тетраспорангиальные сорусы развиваются на удлинено-овальных или продолговато-лопатовидных веточках. Тетраспорангии округлые до овальных, крестообразно разделенные, 20–33×26–40(–55) мкм. Цистокарпы развиваются на маленьких веточках ограниченного роста, 0.5–0.6(–1) мм в диам. Растения прикрепляются корневищной подошвой, несущей много вертикальных побегов.

Растет на скалистом, каменистом и илисто-песчаном грунтах в нижней литорали и сублиторали.

*Распространение в мире.* Африка, Юго-Западная Азия, Юго-Восточная Азия, Азия (Китай, Япония, Корея, Россия, Тайвань).

*Использование.* Источник агара, в кулинарии, в косметологии.

1. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



ПОРЯДОК CORALLINALES  
СЕМЕЙСТВО CORALLINACEAE

*Pachyarthron cretaceum* (Postels et Ruprecht) Manza

Пахиартрон меловой

*Описание.* Растение в виде членистых известковых кустиков, отходящих от корковидного основания. Кустики до 9 см выс., от пурпурно-розоватого, зеленовато-пурпурного до мраморно-сиреневатого или почти белого цвета. Ветвление ди-, трихотомическое или неправильно дихотомическое. Сегменты в нижней части короткоцилиндрические или почти сферические, 2–4 мм дл. и до 3 мм диам., выше цилиндрические, слегка сжатые, до 10 мм дл. и 4 мм диам.; конечные веточки цилиндрические слегка сужающиеся к верхушкам. Концептакулы полусферические, располагаются на поверхности сегментов.

Растет на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали на скалистом и каменистом грунтах, на раковинах моллюсков, в открытых, полузащищенных и защищенных участках побережья. Многолетнее. В зимний период рост останавливается, вертикальные побеги частично или полностью разрушаются.

*Распространение в мире.* Сев. Америка, Азия: Китай (Желтое море), Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке обитает вдоль всего побережья); Австралия и Новая Зеландия.

1. На камне во время отлива ►►
2. Внешний вид растения ►►
3. Корковидное основание ►►

# RHODOPHYTA

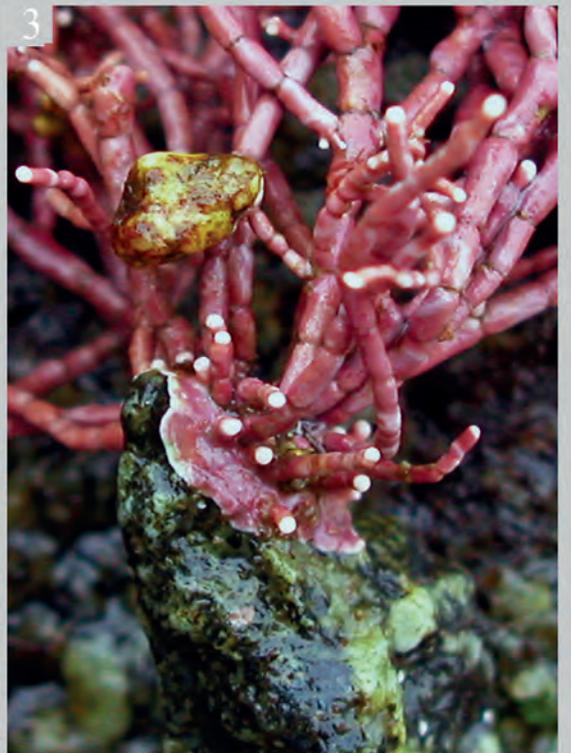
1



2



3



ПОРЯДОК CORALLINALES  
СЕМЕЙСТВО CORALLINACEAE

*Corallina pilulifera* Postels et Ruprecht

Кораллина шариконосная

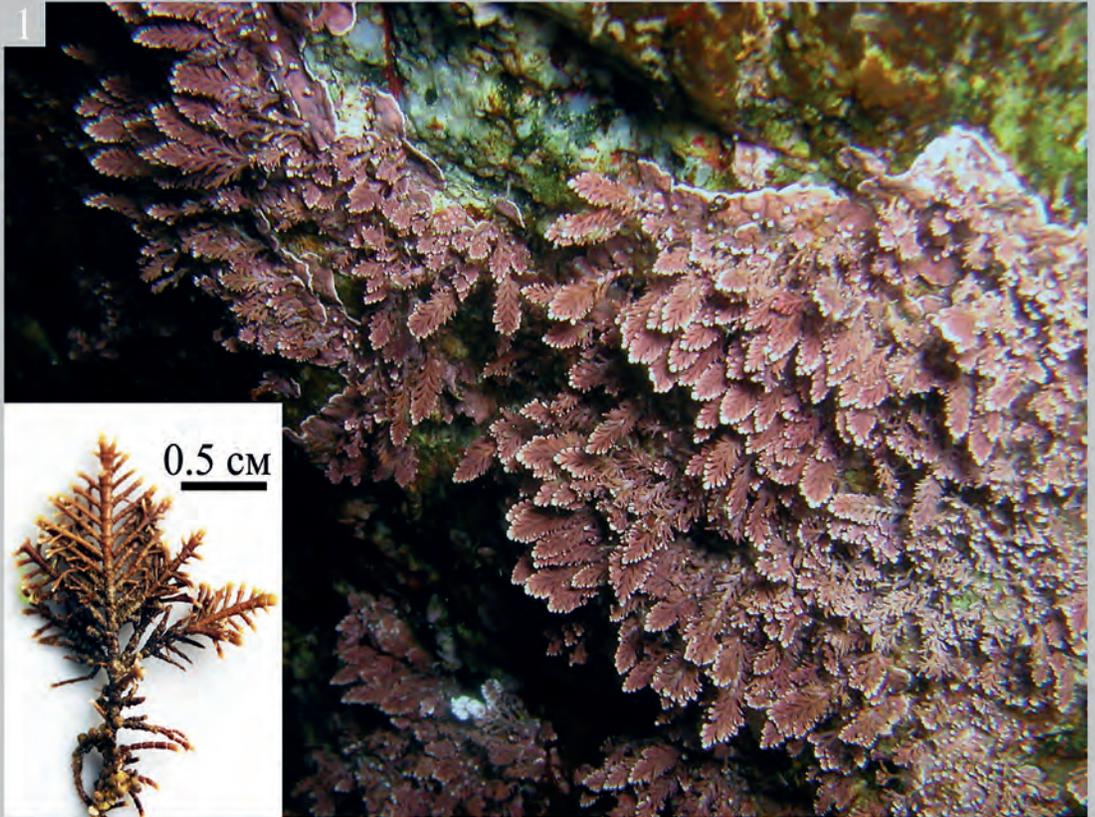
*Описание.* Растение известковое, членистое, образующее густые дернины, развивающееся из обширной многолетней корки, зеленовато-пурпурное или розовато-фиолетовое, выцветающее до мраморно-белого цвета, до 5 см выс. Ветвление дважды-, трижды перистое, супротивное, поочередное, пучковатое, всестороннее. Конечные веточки перистые, или веерообразные из-за слившихся сегментов. Сегменты в нижней части цилиндрические, слегка сдавленные, до 1 мм в поперечнике, выше – трапециевидные, плоские, часто плотно сросшиеся друг с другом. Верхушечные сегменты почти цилиндрические, сильно вытянуты в длину, обычно с раздутой беловатой верхушкой. Концептакулы погруженные в конечных сегментах, сидячие, без антенн, за исключением сперматангиальных концептакулов.

Растет на литорали, в литоральных ваннах и в верхней сублиторали на скалистом, каменистом грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Многолетнее. В зимние месяцы вертикальные побеги частично или полностью разрушаются.

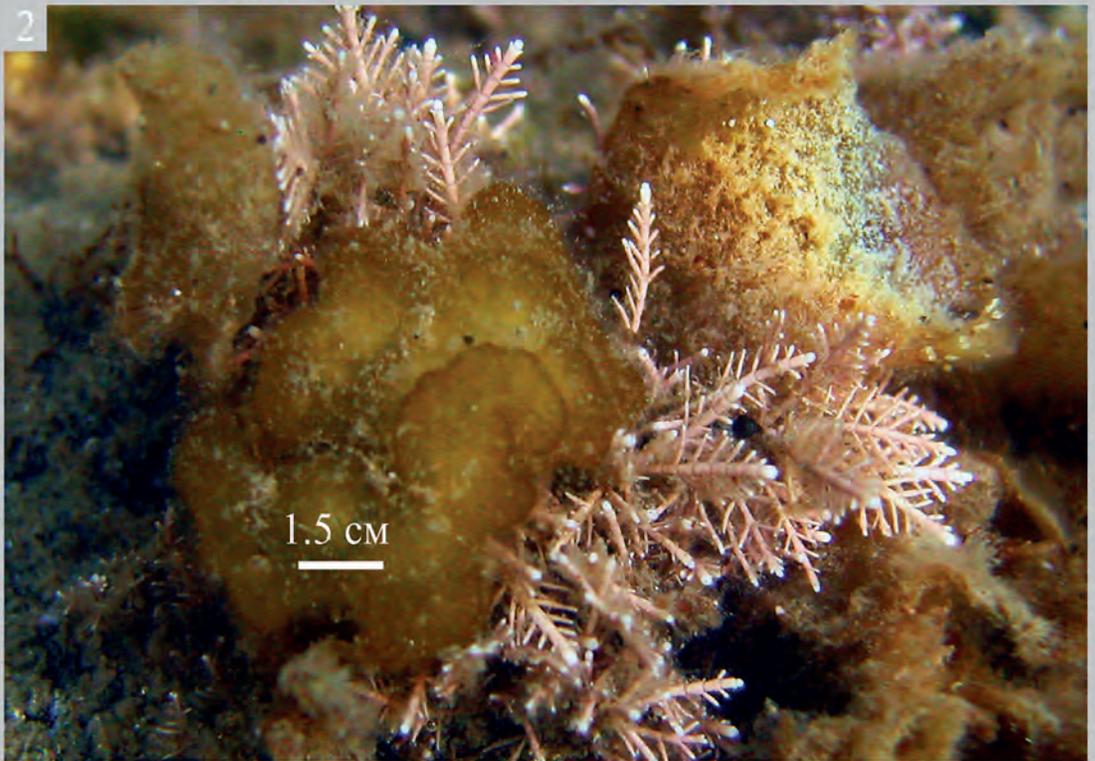
*Распространение в мире.* Северная и Южная Америка, Африка, Азия: Китай (Желтое и Восточно-Китайское моря), Тайвань, Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке обитает вдоль всего побережья), Новая Зеландия.

1. Плотные заросли растения на отвесных скалах в верхней литорали. Внешний вид свежесобранного растения (врезка) ►►
2. Отдельные вертикальные растения (средняя литораль) ►►

1



2



ПОРЯДОК CORALLINALES  
СЕМЕЙСТВО NAPALIDIACEAE

*Lithothamnion phymatodeum* Foslie

Литотамнион бородавчатый

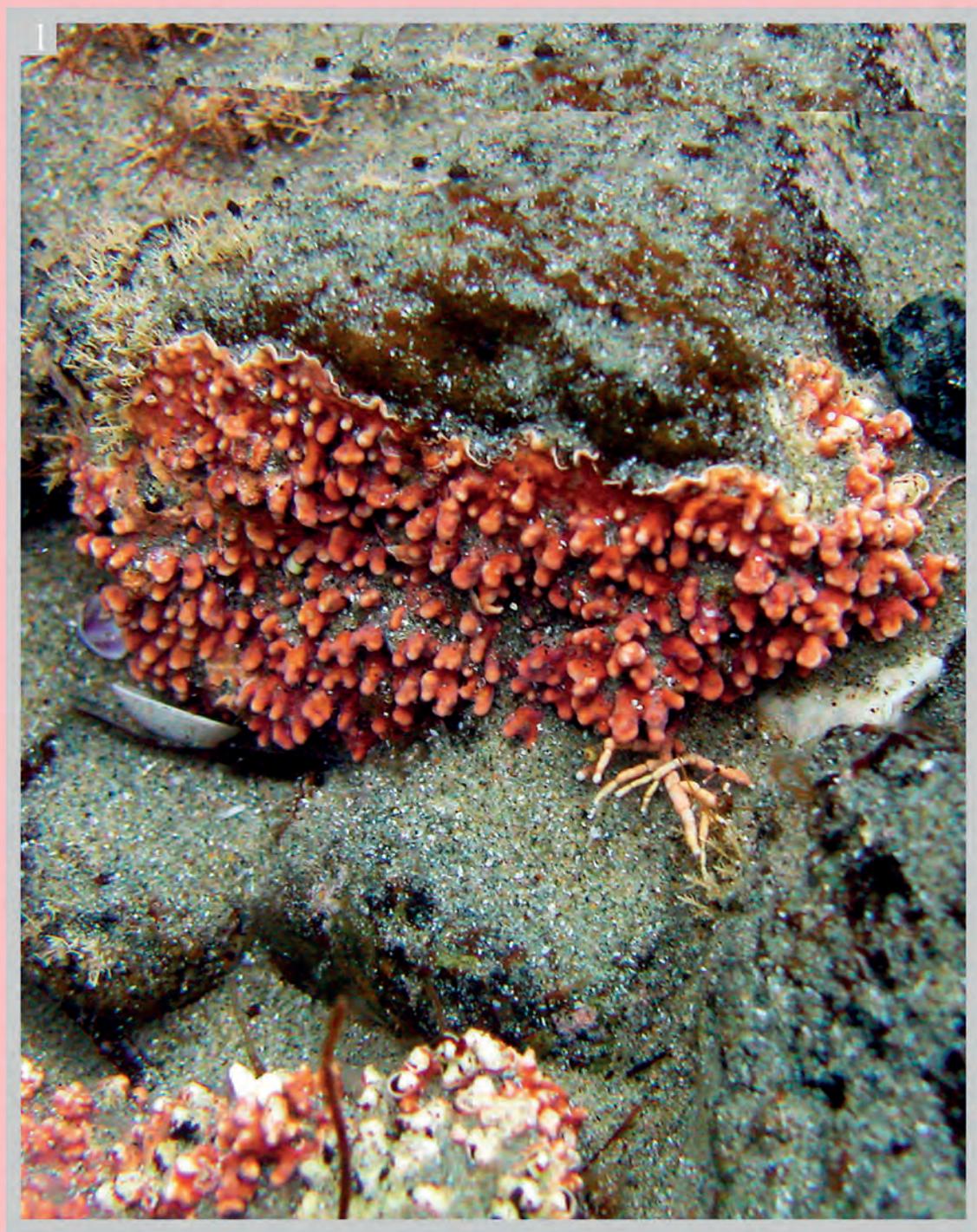
*Описание.* Растение в виде толстых известковых корок, плотно прилегающих к субстрату, округлых или неправильных очертаний, 3.5–8 см в поперечнике, розовато-пурпурного, фиолетового или беловато-розового цвета, с выростами узко- или широкоцилиндрической формы, 2–6 мм выс. и 2–5 мм диам., покрывающими поверхность корки и придающими им “бородавчатый” вид. Выросты простые, одиночные или сросшиеся друг с другом в основании, с округлыми вершинами. Края корок неровные, волнистые или лопастные, с белой каймой, высоко поднимающиеся над субстратом. Концептакулы выпуклые, с возрастом белеющие, 225–280 мкм шир., 120–175 мкм выс., обычно развиваются на выростах.

Растет на литорали и в верхней сублиторали, на камнях, валунах и створках моллюсков, в полузащищенных и открытых местах обитания. Многолетнее.

*Распространение в мире.* Северная и Южная Америка, Азия: Китай (Жёлтое море), Япония (о-в Хоккайдо), Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* В китайской медицине как отхаркивающее, жаропонижающее и противоопухолевое средство.

1. В сублиторали на скалах ►►



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО DUMONTIACEAE

*Masudaphycus irregularis* (Yamada) S.C. Lindstrom

Масудафикус неправильный

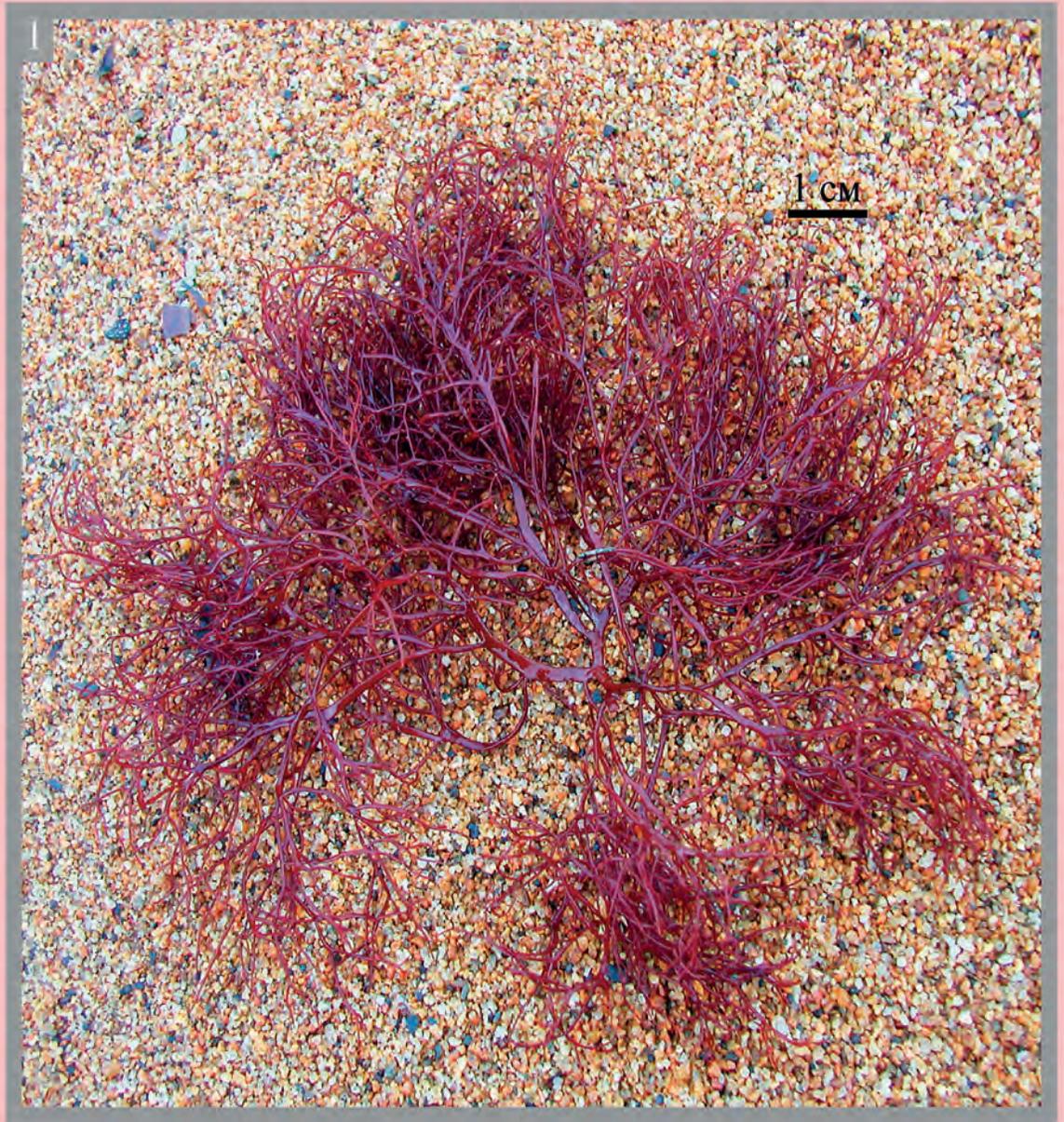
*Описание.* Растение кустистое, обильно разветвленное, одиночное или в группах, мягкое, до 25 см выс., фиолетово-карминового, у основания почти черного цвета. Ветвление неправильное, ди-, три-, полихотомическое, пучковатое, одностороннее или иногда перистое. Уплощенные ветви до 5 мм шир, сдавленные, клиновидные или нитевидные, суживающиеся к верхушкам, несут короткие веточки с заостренными верхушками. Тетраспорангии формируются внутри слоевища. После выхода карпоспор слоевище разрушается. Прикрепляется дисковидной бородавчатой подошвой, несущей многочисленные вертикальные побеги.

Растет в сублиторали на скалистом, каменистом, песчаном и песчано-илистом с камнями грунтах, на раковинах моллюсков в открытых участках побережья. Однолетнее. У побережья Приморья вегетирует с мая по октябрь, иногда встречается зимой.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-в Хоккайдо), Россия (Японское, Охотское моря).

1. Внешний вид растения ►►

# RHODOPHYTA



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО PHYLLOPHORACEAE

*Mastocarpus pacificus* (Kjellman) L.P. Perstenko

Мастокарпус тихоокеанский

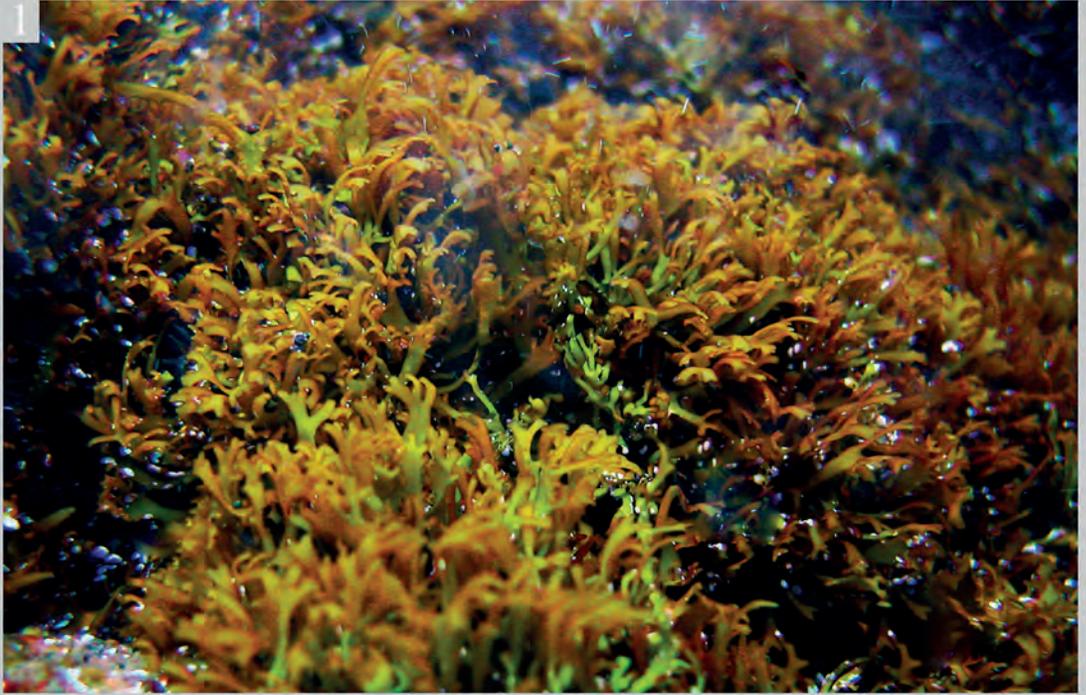
*Описание.* Растение кустистое, упругое, кожистое, хрящеватое, до 5(–13) см выс., темного коричнево-красного или желтовато-коричневого цвета. Узкоклиновидные в основании, веерообразные вверху побеги. Ветвление дихотомическое или субдихотомическое. Ветви от узко- до ширококлиновидных, от 1.5 до 5(–15) мм шир., иногда желобчатые. Папиллы (сосочкообразные выросты), несущие цистокарпы (1–2 мм в диам.), развиваются по краям иногда по поверхности слоевища. Прикрепляется маленькой подошвой, несущей несколько вертикальных побегов.

Растет на литорали и в литоральных лужах, на скалистых (обычен в трещинах скал) и на каменистых грунтах в открытых участках побережья, часто образуя самостоятельные ассоциации или плотные скопления в сообществе с другими видами (*Laurencia nipponica*, *Mazzaella cornicopiae*) водорослей. Многолетнее (макроскопический гаметофит и корочковидный спорофит). На побережье Приморья вегетирует в течение всего года.

*Распространение:* Сев. Америка, Азия: Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Россия (на российском Дальнем Востоке обитает вдоль всего побережья).

1. В верхней литорали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

# RHODOPHYTA



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО GIGARTINACEAE

*Chondrus armatus* (Harvey) Okamura

Хондрус шиповатый

*Описание.* Растение кустистое, хрящеватое, до 20 см дл., темного бордово-красного или выцветающее до желтовато-розоватого цвета. Ветвление дихотомическое, поочередное или перистое. Ветви почти цилиндрические или уплощенные, 1.5–4 мм шир., к вершине суживающиеся. Пролификации цилиндрические, шиповатые, простые или ветвящиеся, сужающиеся к верхушкам и сжатые у основания, расположены односторонне, поочередно или супротивно. Органы размножения развиваются в конечных веточках и пролификациях. Прикрепляется небольшой подошвой. Характерным морфологическим признаком этого вида является наличие цилиндрических пролификаций, сужающихся к обоим концам.

Растет в нижней литорали и в сублиторали на скалистом, каменистом и илисто-песчаном грунтах, на раковинах, в полузащищенных и открытых участках побережья. В пластах Анфельции тобучинской растет в неприкрепленном состоянии. Иногда встречается на крупных бурых водорослях. В заливе Петра Великого вегетирует с апреля по октябрь.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-в Хоккайдо, сев. побережье о-ва Хонсю), Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* Источник каррагинана, пищевых, кормовых добавок и технических препаратов.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

# RHODOPHYTA



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО GIGARTINACEAE

*Chondrus pinnulatus* (Harvey) Okamura

Хондрус перистый

*Описание.* Растение кустистое, хрящеватое, до 20(–40) см дл., выцветающее до розоватого или зеленовато-желтого цвета. Ветвление дихотомическое, или ложно-дихотомическое, пальчатое и перистое. Ветви линейные и клиновидные 2–6 мм шир., на концах вильчато разветвленные или простые, заостренные или тупые, с боковыми пролификациями. Пролификации оттопыренные, зубчатые или в виде плоских веточек язычковидной и клиновидной формы, развиваются по краям ветвей. Тетраспорангии и гонимобласты развиваются в конечных веточках. Тетраспорангии 20–30×27–40 мкм. Гонимобласты округлые или овальные, до 1.5×2 мм, выступающие на обеих сторонах веточек. Прикрепляется небольшой подошвой.

Растет на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали на каменистом и скалистом грунтах, в полузащищенных и открытых участках побережья. В нижней литорали часто образует самостоятельные пояса. Встречается на ризоидах ламинариевых водорослей. В заливе Петра Великого вегетирует в течение всего года.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-в Хоккайдо, с-з побережье о-ва Хонсю), Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* Потенциально промысловый вид, источник каррагинана, сырье для получения биологически активных, пищевых и кормовых добавок.

1. В верхней сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО GIGARTINACEAE

*Chondrus yendoi* Yamada et Mikami

Хондрус Йендо

*Описание.* Растение пластинчатое, хрящеватое, до 15 см выс., пурпурного цвета, сливяного в нижней части и выцветающее до желтовато-зеленого в верхней части старых растений. Пластины простые (овальной или почкообразной формы) или разветвленные, 2–10 см шир. и 5–15 см выс., с гладким или пролиферирующим краем на узкоклиновидной ножке до 5 см выс. Ветвление сближено-дихотомическое. У гаметофита пластины обычно овальные или овально-клиновидные, у спорофита — клиновидные или линейно-овальные, с гладким или волнистым краем. Цистокарпы уплощенные, крупные, 2–4 мм в поперечнике, развиваются в сердцевине пластины и выступают на обеих ее сторонах. Прикрепляется дисковидной подошвой, несущей несколько растений. Растение многолетнее.

Растет в нижней литорали на скалистом и глыбово-валунном грунте открытых (прибойных) участков побережья. Часто образует монодоминантные сообщества.

*Распространение в мире.* Аляска, Азия: Япония (о-в Хоккайдо, северо-восточное побережье о-ва Хонсю), Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке вдоль всего побережья Японского моря; Южно-Курильские острова, о-в Сахалин).

1. В верхней литорали на валунно-глыбовом грунте. Внешний вид отдельного растения (врезка) ►►
2. Увеличенный фрагмент с цистокарпами ►►

1



2



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО GIGARTINACEAE

*Mazzaella japonica* (Mikami) Hommersand

Мазелла японская

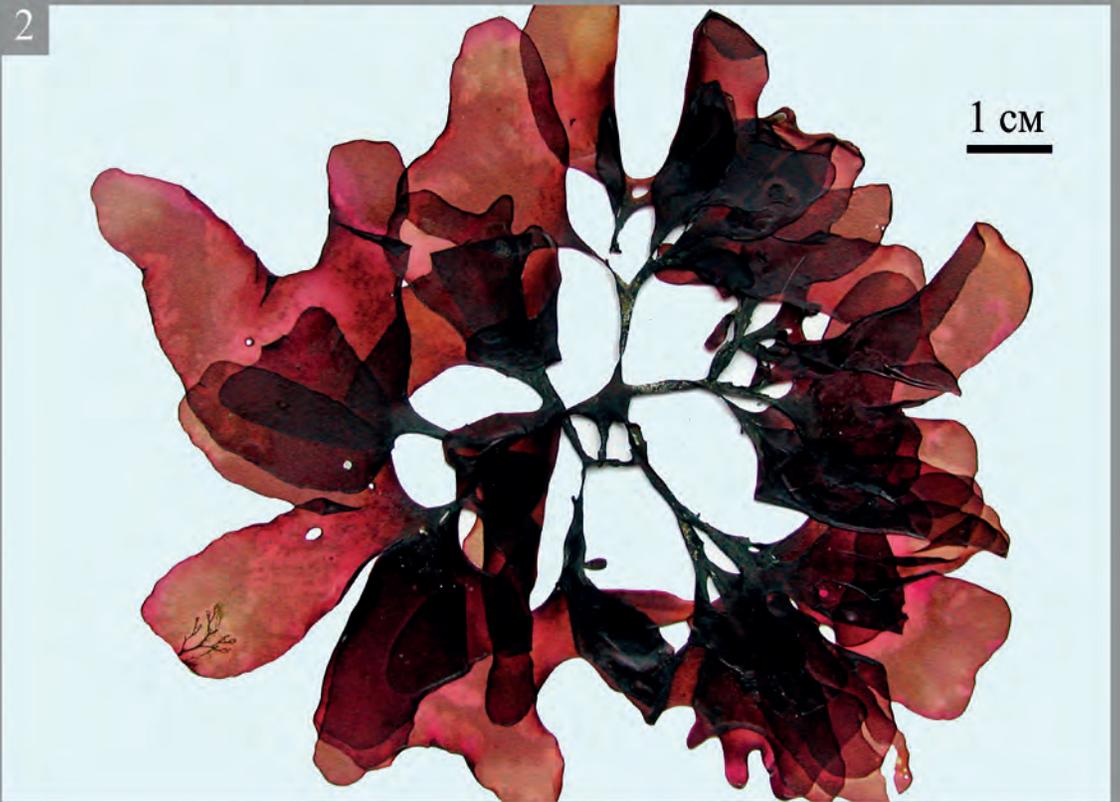
*Описание.* Растение пластинчатое, хрящеватое, до 30 см выс., от фиолетово-карминового до желтовато-бордового цвета (с более светлыми верхними частями), на узкоклинновидной ножке, несущей слоевище, разветвленное (или неразветвленное) на несколько ширококлинновидных пластин, иногда пролиферирующее по краю. Пластины простые или рассеченные в верхней части на 2–3(–5) лопастей, с волнистыми, иногда пролиферирующими краями. Цистокарпы сферические или иногда уплощенные, 0.6(–2) мм в поперечнике, разбросаны по всей поверхности пластины. Сорусы сперматангиев и тетраспорангиев мелкие, округлые или овальные, сливающиеся и рассеяны по пластине. Прикрепляется подошвой, несущей от одного до нескольких побегов.

Растет на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали, на скалистом и каменистом грунтах, часто на раковинах двустворчатых моллюсков в открытых и полузащищенных участках побережья. Многолетнее. В конце вегетационного периода верхняя часть пластин разрушается, оставшееся основание прорастает в новые пластины.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

1. Внешний вид свежесобранного растения ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

RHODOPHYTA



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО GLOIOSIPHONACEAE

*Gloiosiphonia capillaris* (Hudson) Carmichael

Глойосифония волосовидная

*Описание.* Растение кустистое, скученное, мягкое, студенистое, цилиндрическое или субцилиндрическое, до 30 см выс., розовато-красного цвета, с хорошо выраженной главной осью до 4 мм диам., оголенной в нижней части, выше покрытой ветвями 3-4 порядков. Ветвление поочередное, одностороннее, супротивное или мутовчатое. Ветви сужаются к основанию и к верхушке, обильно покрыты веточками последнего порядка. Веточки последнего порядка оттянутые (утонченные) к верхушке. Гонимобласты 90–120 мкм в поперечнике, карпоспоры 11–14×14–17 мкм. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой, несущей несколько растений.

Растение имеет гаметофитную стадию (макроскопическое слоевище), чередующуюся со спорофитной стадией (маленькое, однослойное, корковидное слоевище).

Растет в нижней литорали на скалистом и каменистом грунтах в полузащищенных участках побережья. Вегетирует в мае-октябре.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, Северная Америка, Азия: Китай (Желтое море), Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю, Кюсю, Сикоку), Корея, Россия (Японское море, зал. Петра Великого); Татарский пролив (побережье о-ва Сахалин).

1. В sublиторали на скалах ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО TICHOCARPACEAE

*Tichocarpus crinitus* (S.G. Gmelin) Ruprecht  
Тихокарпус косматый

*Описание.* Растение кустистое, хрящеватое, плотное, в нижней части цилиндрическое, сдавленно цилиндрическое, выше уплощенное, до 30(–40) см выс., обильно разветвленное, темного красно-коричневого почти черного цвета. Ветвление двустороннее, неправильно дихотомическое, поочередное, реже супротивное. Ветви до 4(–7) мм шир., линейные, суживающиеся к раздвоенным верхушкам. По краям уплощенных ветвей, особенно в верхней части развиваются маленькие (до 15 мм дл.), простые или разветвленные веточки. Тетраспорангии зональные, разбросаны по всему слоевищу, погружены в слой кортикальных клеток. Цистокарпы овальные, до 1.4×1.9 мм. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Растет на литорали и в сублиторали на каменистом, скалистом, песчано-илистом с камнями и песчаном с ракушечником грунтах, в полузащищенных и открытых участках побережья. Часто встречается на ризоидах *Saccharina* spp., на створках гребешка и в обрастаниях гидротехнических сооружений.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (тихоокеанское побережье о-ва Хоккайдо, о-в Хонсю), Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

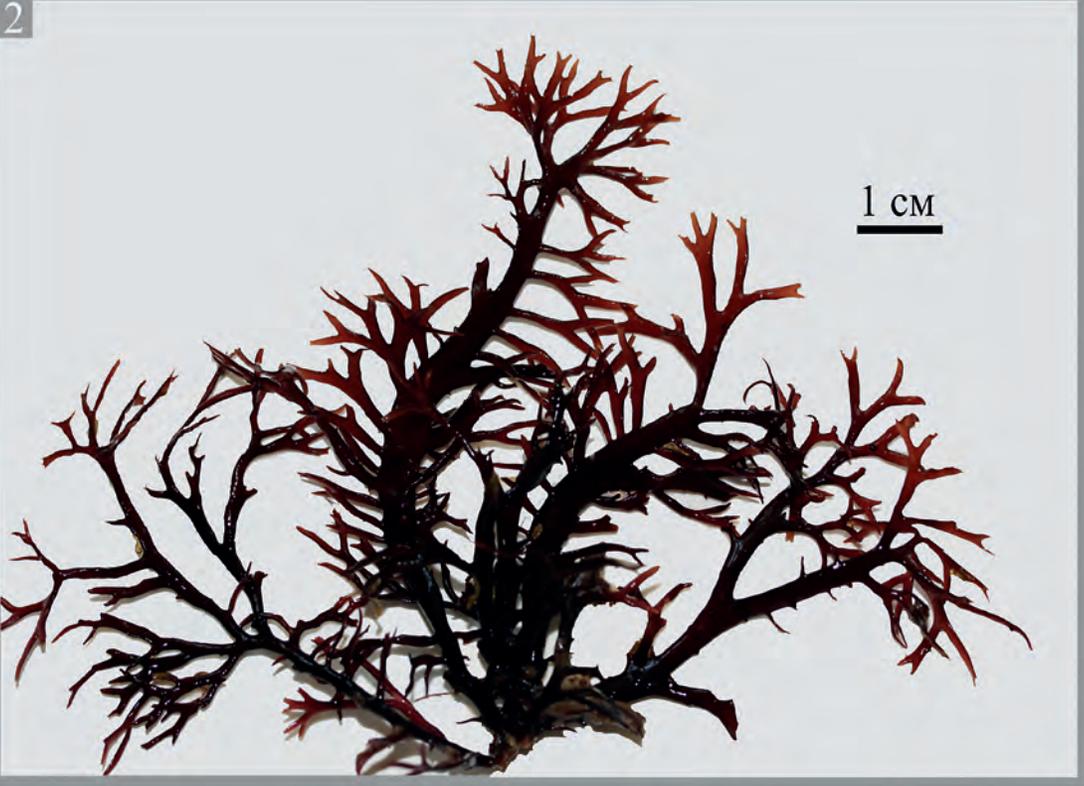
*Использование.* Потенциально промысловый вид. Источник каррагинана, сырье для получения пищевых и кормовых добавок.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО ENDOCLADIACEAE

*Gloiopeltis furcata* (Postels et Ruprecht) J. Agardh

Глойопелтис вильчатый

*Описание.* Растение частично стелющееся, образует невысокие дернинки, 3-5 см выс., мяккохрящеватое, темно-пурпурного, выцветающего до желтовато-бурого цвета. Ветвление неправильное дихотомическое, одностороннее или супротивное. Ветви цилиндрические или слегка сдавленные, прямые или серповидно согнутые, в основании нитевидные, по направлению к вершине слегка расширяющиеся, до 1.5 мм толщ. Верхушки ветвей простые или вильчатые, тупые, заостренные или клювовидные. Цистокарпы сферические, погруженные в подкоровый слой клеток, слегка выступающие над поверхностью таллома, около 500 мкм в диам. Прикрепляется распростертым основанием, несущим несколько растений.

Растет в верхней литорали на скалистом и каменистом грунтах, в полузащищенных и открытых участках побережья. У верхнего уреза воды образует пояс из плотных зарослей. Однолетнее, базальная часть многолетняя.

*Распространение в мире.* Северная Америка, Азия: Китай, Тайвань, Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке вдоль всего побережья).

*Использование.* В косметологии, в народной медицине как противоопухолевое средство и средство против свертывания крови. В Японии используется в пищу и для производства клея. Содержит фикоколлоид фуноран, регулирующий уровень сахара в крови. Содержит агар.

1. В верхней литорали на камнях во время отлива ►►
2. Плотные заросли водоросли в верхней литорали ►►

# RHODOPHYTA



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО PHYLLOPHORACEAE

*Ahnfeltiopsis flabelliformis* (Harvey) Masuda

Анфельтиопсис вееровидный

*Описание.* Растение кустистое, хрящеватое, 3–10(–15) см выс., темно-красное, светлеющее к верхушкам ветвей. Ветвление повторно дихотомическое. Ветви в нижней части слоевища цилиндрические или сдавленные, в верхней части уплощенные, линейные, 1–2.5 мм шир., с вильчато или пальчато разветвленными верхушками. Верхушки тупые или заостренные. Цистокарпы крупные (до 1 мм в диам.), глубоко погруженные, развиваются в веточках последнего и предпоследнего порядков, слегка выступающие на обеих поверхностях. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой, от которой развивается от одного до нескольких побегов вееровидной формы.

Растет на литорали, в литоральных лужах и в сублиторали на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах в открытых, защищенных и полузащищенных участках побережья. Vegetирует в течение всего года.

В заливе Петра Великого неприкрепленная форма этой водоросли обитает в пластах *Ahnfeltia tobuchiensis* и вегетирует с мая по октябрь.

*Распространение в мире.* Европа, Южная Америка, Юго-Восточная Азия, Азия: Китай, Тайвань, Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское моря), Вьетнам, Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

*Использование.* В пищу (Япония, Вьетнам), в народной медицине как антигельминтное и противоопухолевое средство, источник каррагинана.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК GIGARTINALES  
СЕМЕЙСТВО KALLYMENIACEAE

*Callophyllis rhynchocarpa* Ruprecht

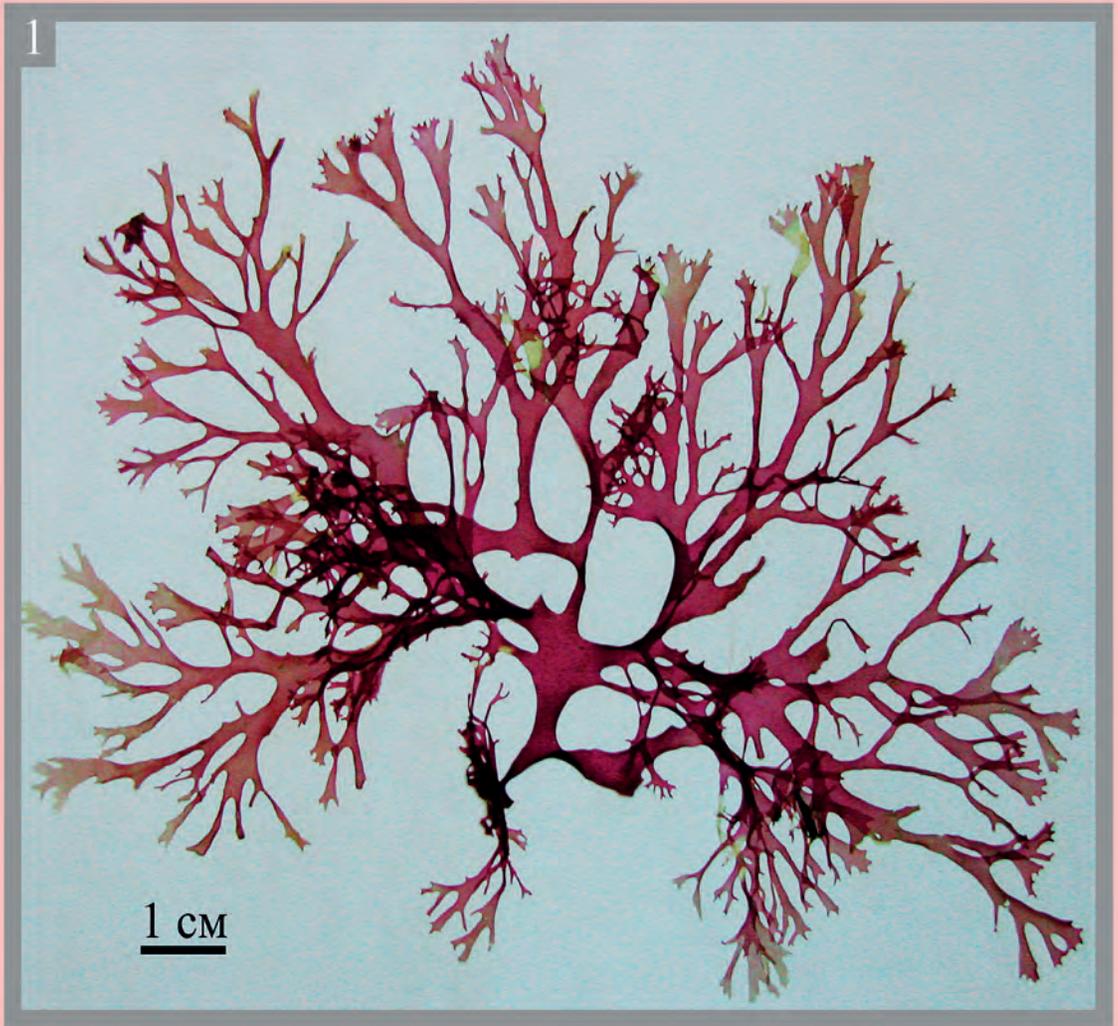
Каллофиллис клювоплодный

*Описание.* Растение пластинчатое, перепончатое, обильно разветвленное, до 12 см дл., фиолетово-карминового цвета. Ветвление неправильное, одностороннее, поочередное, сближено-поочередное до супротивного, неправильно дихотомического и пальчатого. Боковые ветви до 0.7 см шир., суживаются у основания и расширяются к вершине, с округлыми пазухами, с гладкими или зубчатыми краями. Верхушки ветвей зубчатые или язычковидные. Цистокарпы выступающие, формируются по краю ветвей. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Растет в сублиторали на скалистом, илистом, илисто-песчаном и песчаном грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Встречается на створках моллюсков, ризоидах ламинарии. Растет куртинами или одиночно. Однолетнее. Вегетирует с марта по ноябрь.

*Распространение в мире.* Северная Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (Японское и Охотское моря, встречается вдоль всего побережья).

1. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►



ПОРЯДОК HALYMENIALES  
СЕМЕЙСТВО HALYMENIACEAE

*Grateloupia acuminata* Holmes

Грателупия заостренная

*Описание.* Растение пластинчатое, мягкохрящеватое, узколанцетовидное, простое, вильчато разветвленное, или рассеченное на несколько линейных пластин у вершины, до 20 см дл., 8 мм шир., темного пурпурно-красного цвета, пролиферирующее по краю (иногда по поверхности пластины). Пролификации узколанцетовидные, или линейные до волосовидных, перисто расположенные по краям слоевища, от 2 мм до 10 и более сантиметров длины. Основание пластины узкоклиновидное. Сперматангии собраны в небольшие сорусы на поверхности слоевища. Тетраспорангии крестообразно разделенные, рассеяны по слоевищу. Прикрепляется маленькой подошвой.

Растет в нижней литорали и верхней сублиторали (1–2 м глубины) на скалистом, валунном и каменистом грунтах в открытых участках залива. Появляется летом и вегетирует до поздней осени.

*Распространение в мире.* Юго-Восточная Азия, Азия: Китай, Япония (тихоокеанское побережье о-ва Хонсю), Корея, Россия (Малые Курильские острова, о-в Сахалин, о-в Монерон; зал. Петра Великого).

1. В сублиторали на валуне ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК HALYMENIALES  
СЕМЕЙСТВО HALYMENIACEAE

*Grateloupia divaricata* Okamura

Грателупия растопыренная

*Описание.* Растение кустистое, плотнохрящеватое, до 30 см выс., от почти черного у основания до темно-красного цвета у верхушек, выцветающее до буроватого и зеленовато-желтого. От подошвы развивается от одного до нескольких линейных или линейно-клиновидных побегов, до 3 мм шир., цилиндрические у основания. Главный побег и ветви вальковатые или уплощенные. Ветвление правильно или неправильно дихотомическое, пучковатое, одностороннее, вильчатое у вершины. Пролификации оттопыренные, короткие – веретеновидные, неразветвленные, иногда длинные – разветвленные, уплощенные, к обоим концам суживающиеся, развиваются двусторонне, сближено супротивно и односторонне. Тетраспорангии крестообразно разделенные, овальные, 25×50 мкм, развиваются из клеток внутренней коры. Прикрепляется маленькой подошвой.

Растет на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали (до 20 м глубины), на скалистом и каменистом грунтах в открытых участках побережья. У побережья Приморья вегетирует в течение года. В массовом количестве развивается с августа по сентябрь.

*Распространение в мире.* Юго-Восточная Азия, Азия: Китай, Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Корея, Россия (Японское море, южная часть Охотского моря), Австралия и Новая Зеландия.

*Использование.* В пищу (Япония, Китай), сырье для получения пищевых и кормовых добавок. Содержит витамины, минеральные вещества, фикоколлоиды.

1. В сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

1



2



ПОРЯДОК HALYMENIALES  
СЕМЕЙСТВО HALYMENIACEAE

*Grateloupia turuturu* Yamada

Грателупия турутуру

*Описание.* Растение пластинчатое, линейно-ланцетовидное, мягкое, слизистое, до 50 см дл. и до 10 см шир., от пурпурно-красного с более светлыми верхушками до желтовато-бурого цвета. Пластина простая или рассеченная на несколько лопастей. Края пластины волнистые, гладкие или с маленькими пролификациями. Основание клиновидное, переходящее в короткий ствол. Тетраспорангии погружены в кортикальный слой клеток, 20×25 мкм, разбросаны по слоевищу. Гонимобласты также погруженные и разбросаны по слоевищу. Прикрепляется небольшой подошвой.

Растет в нижней литорали и в верхней сублиторали на каменистом и скалистом грунтах в полузащищенных бухтах. Иногда встречается на *Coccolitha langsdorfii*. Вегетирует в июле-октябре. В массовых количествах развивается в августе-сентябре.

*Распространение в мире.* Европа, о-ва Атлантического океана, западная Атлантика, Африка, Азия: Китай (Желтое море), Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Корея, Россия; (Японское море, южная часть Охотского моря), Австралия и Новая Зеландия.

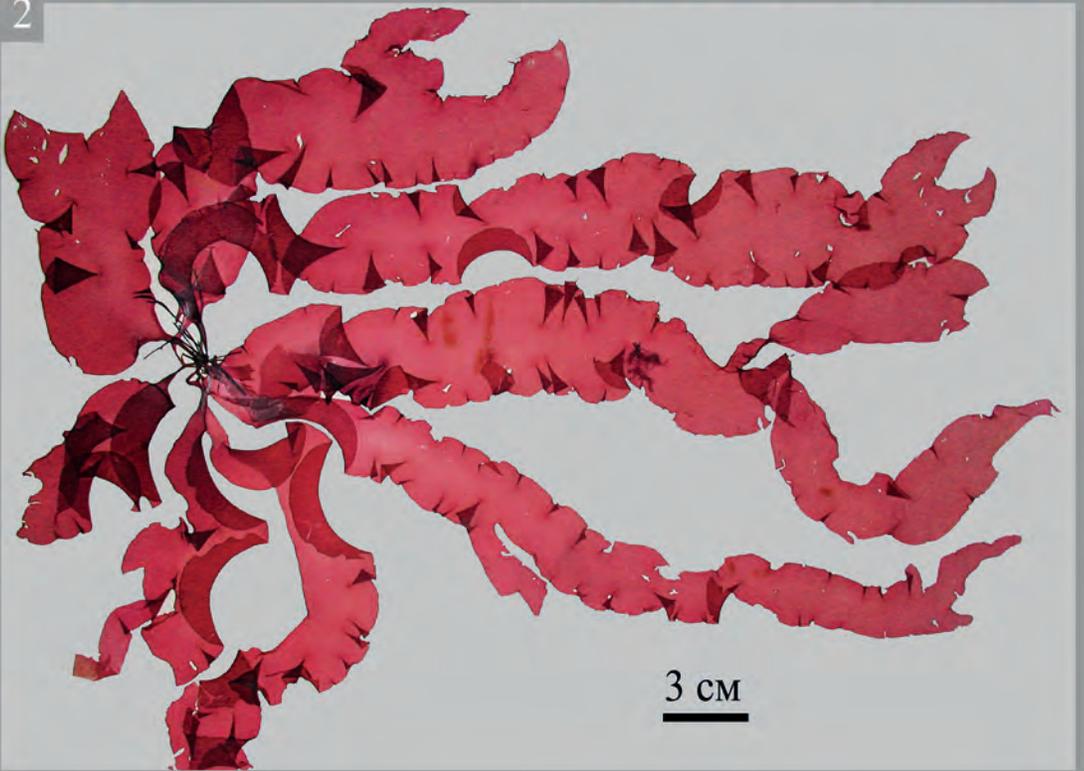
*Использование.* В пищу (Япония, Китай, Франция). Содержит высокий процент белков, витаминов и минералов.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

1



2



ПОРЯДОК AHNFELTIALES  
СЕМЕЙСТВО AHNFELTIACEAE

*Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Makienko

Анфельция тобучинская

*Описание.* Растение неприкрепленное, кустистое, плотнохрящеватое, упругое, жесткое, сильно перепутанное, до 10 см дл., от темно-фиолетового до почти черного цвета. Ветвление неправильно дихотомическое. Ветви цилиндрические от 0.3 до 1.5 мм толщ., с небольшими утолщениями (валиками) на расстоянии 5–20 мм друг от друга, которые образуются во время приостановки роста слоевища.

Растет в сублиторали от 2 до 38 м глубины. Образует массовые скопления (пласты) толщиной от нескольких сантиметров до 1 м, на песчаных и илисто-песчаных грунтах в закрытых бухтах и проливах. Многолетнее. Размножение только вегетативное: к 5–7 году слоевище становится хрупким и легко рассыпается на фрагменты. В течение зимы анфельция практически не растет, активный рост отмечен в апреле–июле и наиболее интенсивно талломы растут в октябре–ноябре.

*Распространение в мире.* Япония (северное побережье о-ва Хоккайдо), Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* Ценный промысловый вид (источник агара).

1. Пучок переплетенных слоевищ ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

# RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК GRACILARIALES  
СЕМЕЙСТВО GRACILARIACEAE

*Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss

Грацилярия червеобразнолистная

*Описание.* Растение кустистое, цилиндрическое, хрящеватое, до 40 (-50) см выс., темного пурпурно-красного (почти черного) или темно-оливкового цвета. Главная ось 1.5-2 мм в диам, несущая боковые ветви 3-4 порядков различной длины и диаметров. Ветвление неправильно поочередное, одно-стороннее. Ветви и веточки заостренные к вершине и суженные в основании (слегка сжаты). Зрелые цистокарпы полусферической формы, до 2 мм выс., придающие растению бородавчатый вид. Прикрепляется дисковидной подошвой, 1-4 мм диам., из которой развивается несколько растений. Неприкрепленная форма растет в солоновато-водных лагунах Хасанского района (южная часть зал. Петра Великого).

Растет на литорали и в верхней сублиторали на каменистом, илисто-песчаном и песчаном с камнями и раковинами грунтах в мелководных заливах.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, Юго-Восточная Азия, Азия: Китай (Желтое море), Корея (Японское, Желтое и Южно-Китайское моря), Япония (Японское море, Тихоокеанское побережье), Россия (Японское и Охотское моря).

*Использование.* Потенциально промысловый вид. Широко культивируется в странах Юго-Восточной Азии и используется в пищу. В народной медицине как общеукрепляющее средство, сырье для получения агара, пищевых и кормовых добавок. Содержит вещества, обладающие антибиотической активностью.

1. В сублиторали на камнях ►►
2. Растение с цистокарпами ►►

RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК PALMARIALES  
СЕМЕЙСТВО PALMARIACEAE

*Palmaria stenogona* Perestenko

Пальмария узкоугольная

*Описание.* Растение пластинчатое, линейное, узко-клиновидное, цельное или сближенно-дихотомически разветвленное, мягкое в молодых частях растений и грубое, кожистое в старых частях, до 40 см выс., фиолетово-карминовое, выцветающее до розовато-зеленого цвета. Ветви от ширококлиновидных (пальчато разветвленных по верхнему краю пластины) до линейных, почти волосовидных. Клиновидные пролификации развиваются по краю и по поверхности слоевища. Мужской гаметофит и спорофит имеют пластинчатое слоевище. Женский гаметофит имеет вид корки. Тетраспорангии рассеяны по пластине или формируют линейные и продольные пятна. Прикрепляется маленькой подошвой, от которой развивается несколько растений.

Растет в нижней литорали и в сублиторали на скалистом, каменистом и каменисто-песчаном с ракушечником грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Встречается на крупных бурых водорослях. Многолетнее. Пролификации появляются на старых пластинах.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-в Хоккайдо), Россия (на российском Дальнем Востоке встречается вдоль всего побережья).

*Использование.* В пищу, в народной медицине для лечения зоба, рака. Сырье для получения биологически активных веществ, пищевых и кормовых добавок. Содержит высокий процент минеральных веществ, белков, витаминов и фикоколлоидов.

1. В сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

# RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО WRANGELIACEAE

*Ptilota filicina* J. Agardh

Птилота папоротниковидная

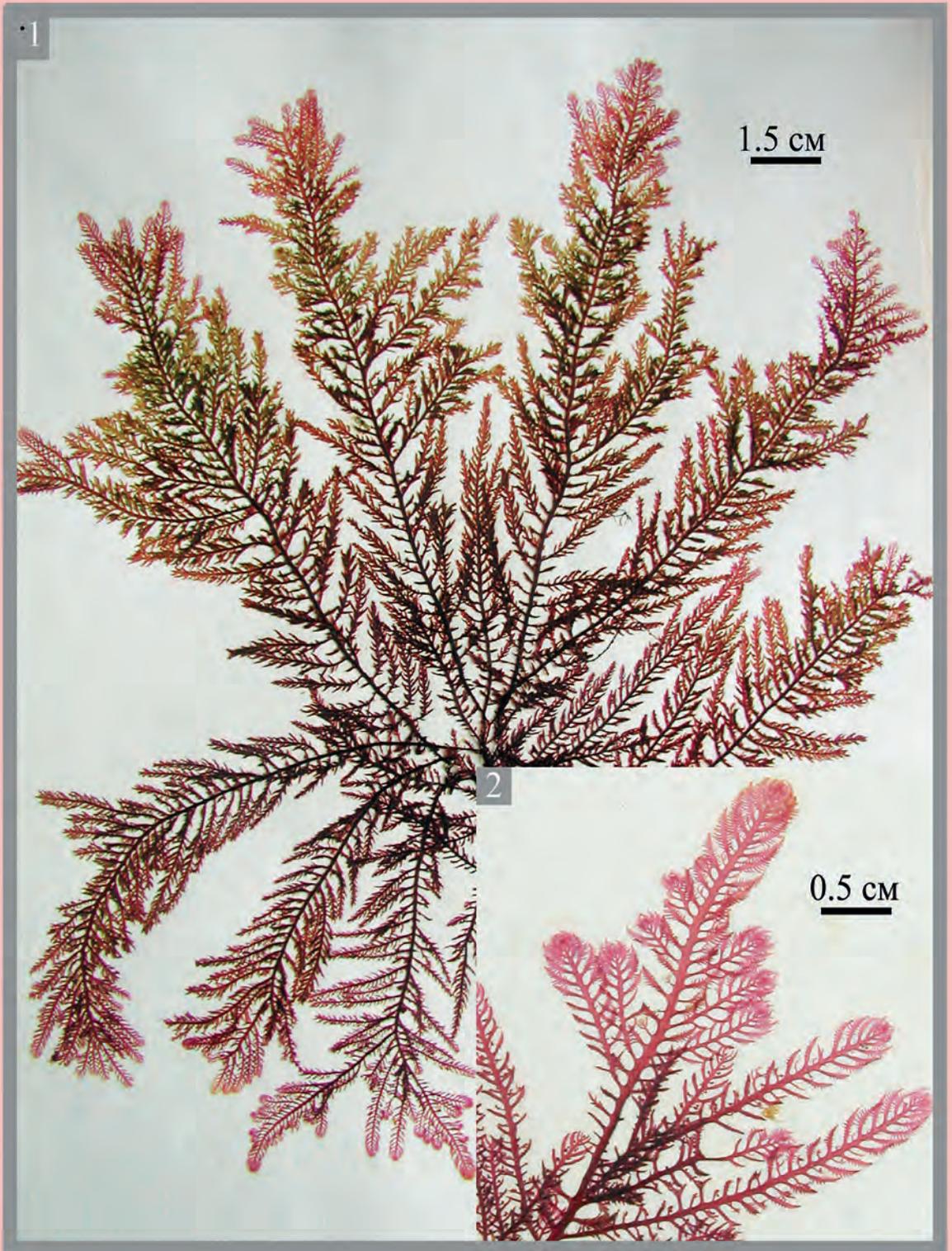
*Описание.* Растение кустистое, до 30 см выс., фиолетово-карминового цвета. Главная ось и боковые ветви уплощенные, до 3 мм шир., конечные веточки плоские. Ветвление в одной плоскости (до 5 порядков), в первых порядках неправильное очередное или одностороннее, затем перистое. Ветви покрыты веточками неограниченного и ограниченного роста разного размера и формы. Ветви неограниченного роста укороченные или перисто-разветвленные. Веточки ограниченного роста в виде листочков ланцетовидной или длинно-эллиптической формы, 3–5 мм дл., с острой верхушкой и с зубчатыми краями. Тетраспорангии и цистокарпы развиваются на обоих типах веточек. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Растет в нижней литорали и в сублиторали, на скалистом, валунном, илисто-песчаном, песчаном и илистом с камнями грунтах в открытых участках побережья. Многолетнее, вегетирует до трех-четырех лет.

*Распространение в мире.* Сев. Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке распространена вдоль всего побережья).

*Использование.* Потенциально промысловый вид. Сырье для получения желирующих веществ.

1. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►
2. Увеличенный фрагмент растения с зубчатыми веточками ►►



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО CERAMIACEAE

*Campylaeophora crassa* (Okamura) Nakamura

Кампилефора толстая

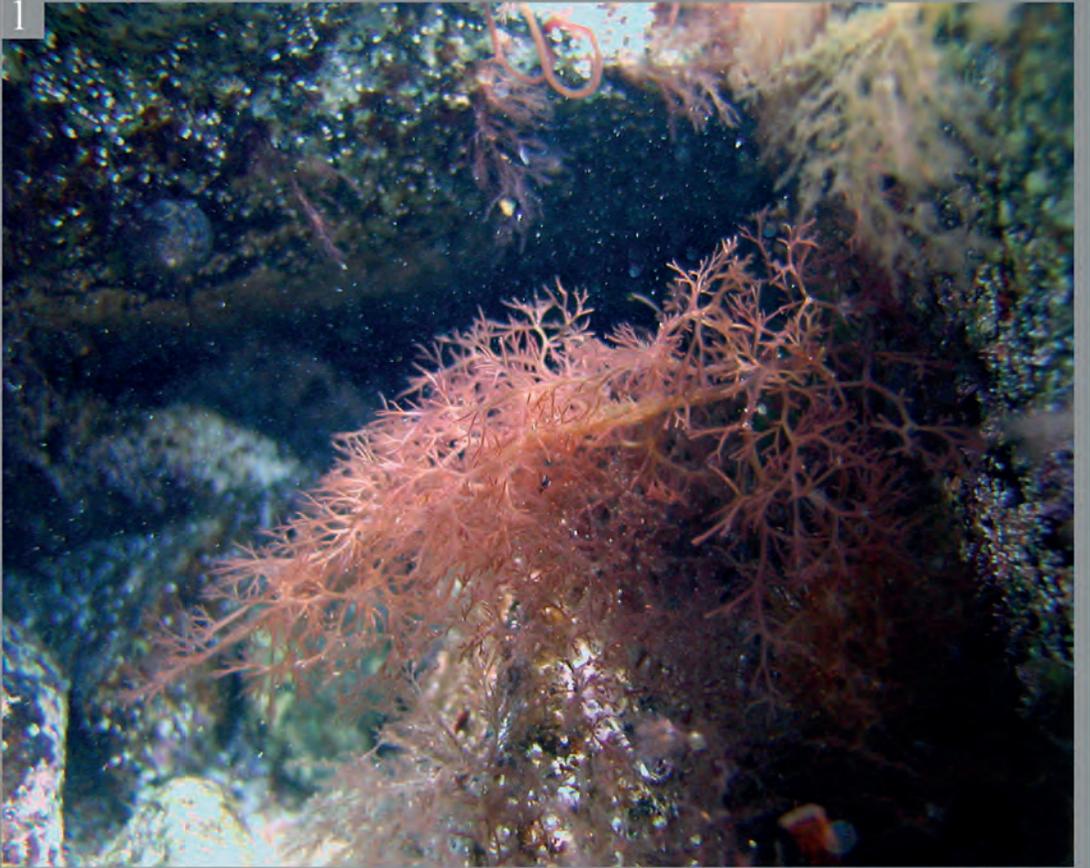
*Описание.* Растение кустистое, мягкохрящеватое, до 15(–25) см выс., от фиолетово-карминового до желтоватого цвета. Ветвление обычно в одной плоскости, двустороннее, правильное и неправильное дихотомическое, или поочередное. Побег и главные ветви гаметофита до 3 мм толщ., состоящие из бочонкообразных клеток. Ветви покрыты многочисленными мелкими адвентивными веточками, развивающимися с внутренней стороны ветвей или со всех сторон. Конечные участки ветвей прямые или слегка загнутые внутрь. Тетраспорангии сферические, тетраэдрически или крестообразно разделенные, до 100 мкм в диам., погружены в коровой слой клеток. Цистокарпы сферические, до 500 мкм в диам., располагаются на боковых веточках, окружены оберткой из 4–5 веточек. Прикрепляется конической дисковидной подошвой, состоящей из ризоидальных клеток.

Растет в нижней литорали и сублиторали на скалистом, каменистом и песчаном с камнями грунтах в защищенных, полузащищенных и открытых участках залива. Встречается на *Sargassum*, *Grateloupia*, *Laurencia* и *Neorhodomela*. Вегетирует с мая по ноябрь.

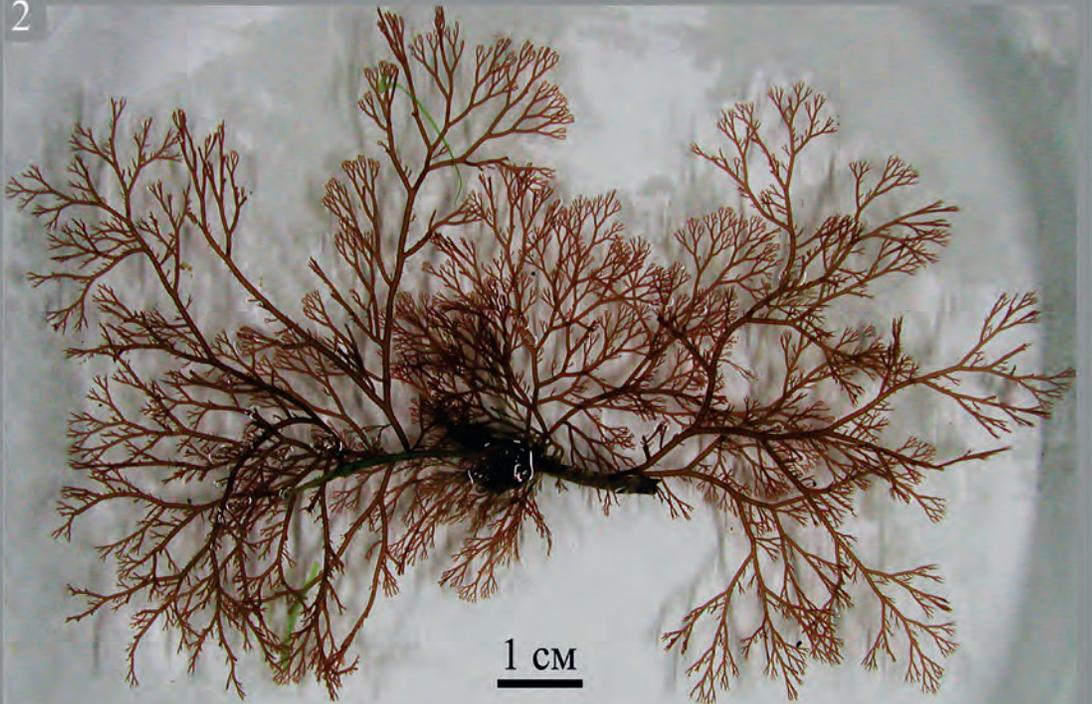
*Распространение в мире.* Азия: Китай, Япония, Корея, Россия.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО CERAMIACEAE

*Campylaeophora hypnaeoides* J. Agardh

Кампилефора гипневидная

*Описание.* Растение разветвленное, кустистое, мягкое или хрящеватое, до 20 см дл., от фиолетово-карминового до желтоватого цвета, образует спутанные шарообразные массы. Ветвление правильно- или неправильно дихотомическое, во всех направлениях с наличием адвентивных веточек. Побег и главные ветви до 1 мм толщ. в нижней части и более тонкие (до волосовидных) в верхней, состоят из бочонковидных клеток. Верушки ветвей вильчатые, некоторые веточки часто раздуты и серповидно изогнуты. Тетраспорангии почти сферические, тетраэдрически или крестообразно разделенные, до 100×120 мкм, погружены в коровой слой клеток, разбросаны по слоевищу. Прикрепляется конической дисковидной подошвой из ризоидов.

Растет на литорали и в сублиторали на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах в защищенных и полузащищенных участках побережья. Встречается на саргассах и зостере. Однолетнее. У побережья Приморья вегетирует в феврале—марте, июне—ноябре. Массовое развитие наблюдается во второй половине лета — начале осени.

*Распространение в мире.* Азия: Китай (Желтое море), Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* В пищу. Может использоваться как сырье для получения пищевых добавок. Источник агара.

1. Куртины водорослей в нижней литорали ►►

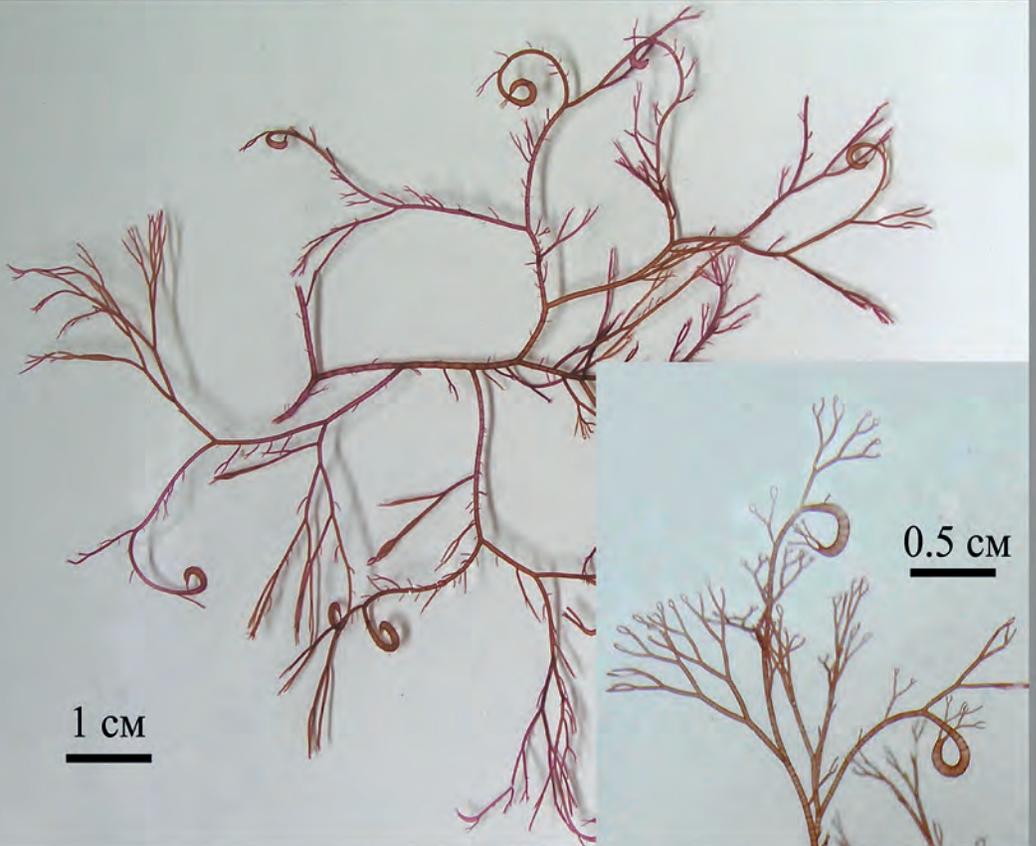
2. Внешний вид свежесобранного растения с крючковатыми веточками ►►

# RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО CERAMIACEAE

*Ceramium cimbricum* Н.Е. Petersen

Церамиум кимврийский

*Описание.* Растение образует тонконитевидные пучки, до 3.5 см выс., от розовато-красного до пурпурного цвета. Ветвление неправильно дихотомическое. Ветви 150–195 мкм диам. в средней части и до 35 мкм диам. в верхней. Боковые веточки шпоровидные, загнутые кверху. Верхушки ветвей вильчатые, прямые, редко согнуты внутрь, часто неравной длины. Нити образованы длинноцилиндрическими клетками, покрытыми в местах сочленения узкими коровыми поясками, состоящими из 1–3 поперечных рядов пигментированных клеток. Спорангии почти сферические, 40–85 мкм в диам., выступающие над поверхностью пояска, развиваются рядами, на внутренней стороне ветвей. Прикрепляется пучком ризоидов.

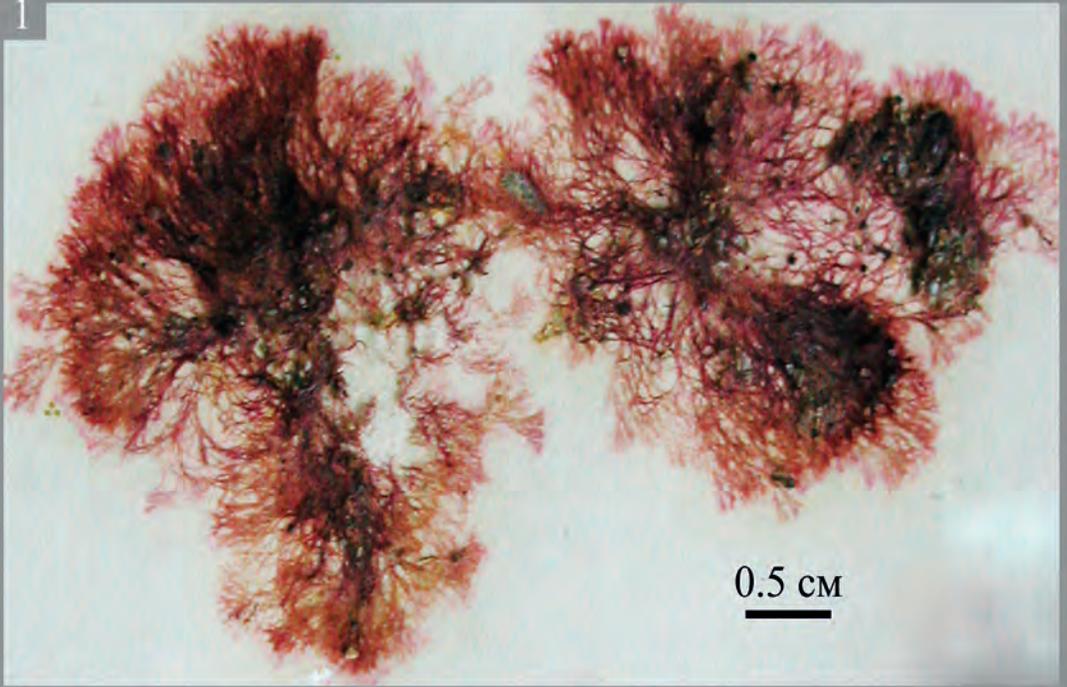
Растет в нижней литорали и в верхней сублиторали на илисто-песчаном, заиленном песчано-каменистом и каменистом грунтах в защищенных и полузащищенных участках залива. Часто встречается на створках моллюсков и водорослях. Вегетирует в течение года. В массовых количествах развивается в феврале-мае и октябре.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная и Южная Америка, Карибские острова, западная Атлантика, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Восточная Азия, Азия: Япония (о-в Хоккайдо), Китай (о-в Хайнань), Корея, Россия (о-в Сахалин, о-в Монерон, зал. Петра Великого), Австралия и Новая Зеландия.

1. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►
2. Верхние части ветвей с загнутыми верхушками ►►
3. Стелющийся побег с ризоидами ►►

# RHODOPHYTA

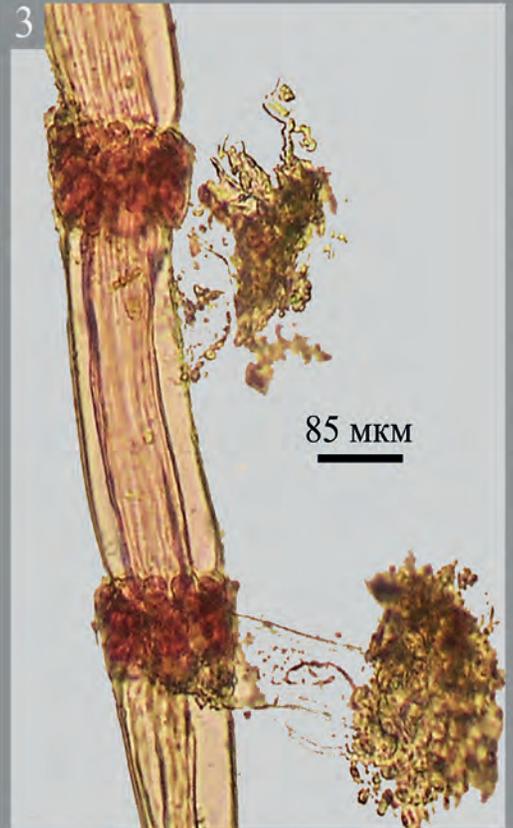
1



2



3



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО CERAMIACEAE

*Ceramium japonicum* Okamura

Церамиум японский

*Описание.* Растение кустистое, мягкохрящеватое, в основании стелющееся, до 3–10 см выс., от розовато-красного до фиолетово-карминового цвета. Ветвление всестороннее, неправильное, дихотомическое, поочередное, одно-стороннее или супротивное. Главная ось и ветви первого порядка покрыты короткими адвентивными веточками. Ветви цилиндрические, суживающиеся к вершине и основанию, состоящие из бочонковидных клеток, до 1(–2) мм диам. Верхушки ветвей острые, прямые, часто вильчатые. Спорангии 50–60 мкм в поперечнике. Прикрепляется пучком ризоидов.

Растет на литорали и в верхней сублиторали на скалистом, каменистом, илисто-песчаном с камнями и ракушечником грунтах в защищенных и полузащищенных участках. Встречается небольшими куртинками или одиночными растениями, часто на других водорослях. В заливе Петра Великого вегетирует с февраля по август.

*Распространение в мире.* Азия: Китай (Желтое море), Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю, Кюсю), Корея, Россия (Японском море, о-в Сахалин, о-в Монерон, Курильские острова).

1. Внешний вид свежесобранного растения (на камне) ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения (эпифит на *Neorhodomela aculeata*) ►►

RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО CERAMIACEAE

*Ceramium kondoi* Yendo

Церамиум Кондо

*Описание.* Растение кустистое, грубонитевидное, состоящее из бочонковидных клеток, мягкохрящеватое, до 30 см выс., красновато-пурпурного или желтоватого цвета. Главная ось короткая, несущая многократно ди-, три-, тетрахомиически разветвленные ветви со всех сторон. Ветви до 2.5 мм толщ., суживающиеся к вершине, обильно покрытые адвентивными веточками, особенно в верхней части растения. Верхушки конечных веточек вильчатые, согнутые внутрь или почти прямые. Спорангии погруженные, закладываются поперечными рядами. Прикрепляется пучком ризоидов.

Растет на литорали и в верхней сублиторали на илесто-песчаном с камнями, каменистом и скалистом грунтах, а также на раковинах моллюсков, в защищенных, полузащищенных и открытых участках побережья. Растет одиночно или небольшими группами, иногда образует самостоятельные заросли, часто встречается на бурых водорослях. Однолетнее. Вегетирует в течение года.

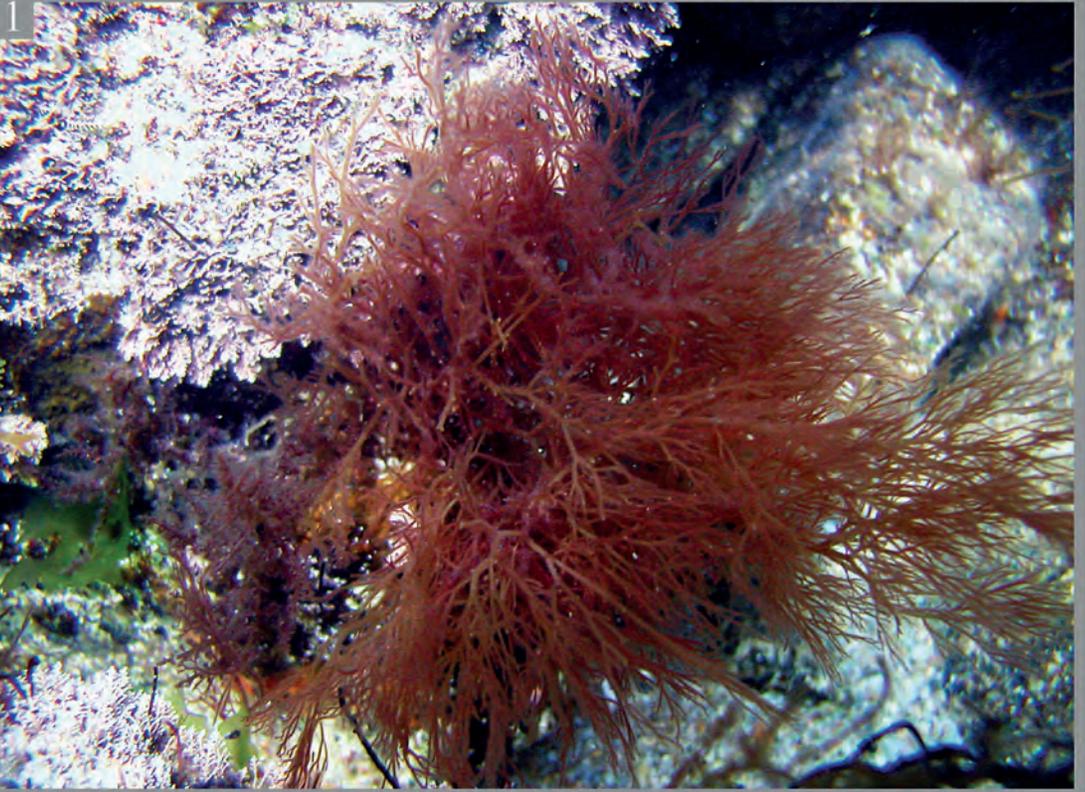
*Распространение в мире.* Сев. Америка, Азия: Китай (Желтое море), Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке обитает вдоль всего побережья).

*Использование.* В пищу, как источник агара.

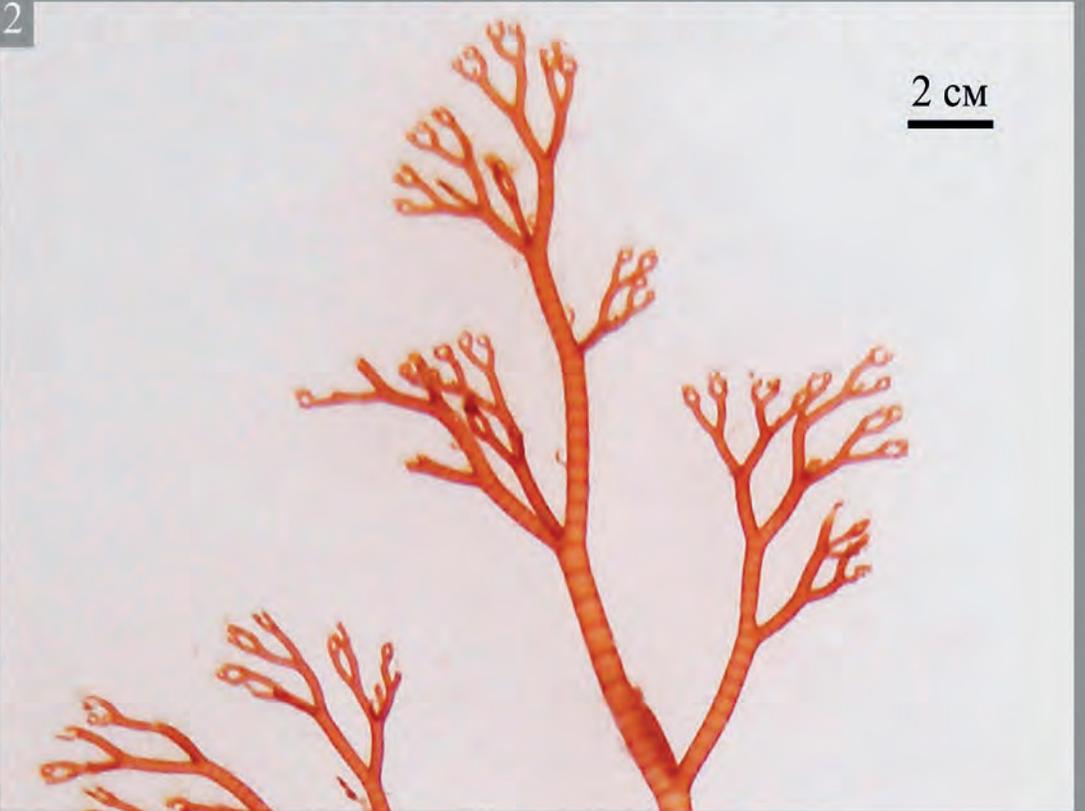
1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Фрагмент растения с конечными веточками ►►

# RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО DASYACEAE

*Dasya sessilis* Yamada

Дазия сидячая

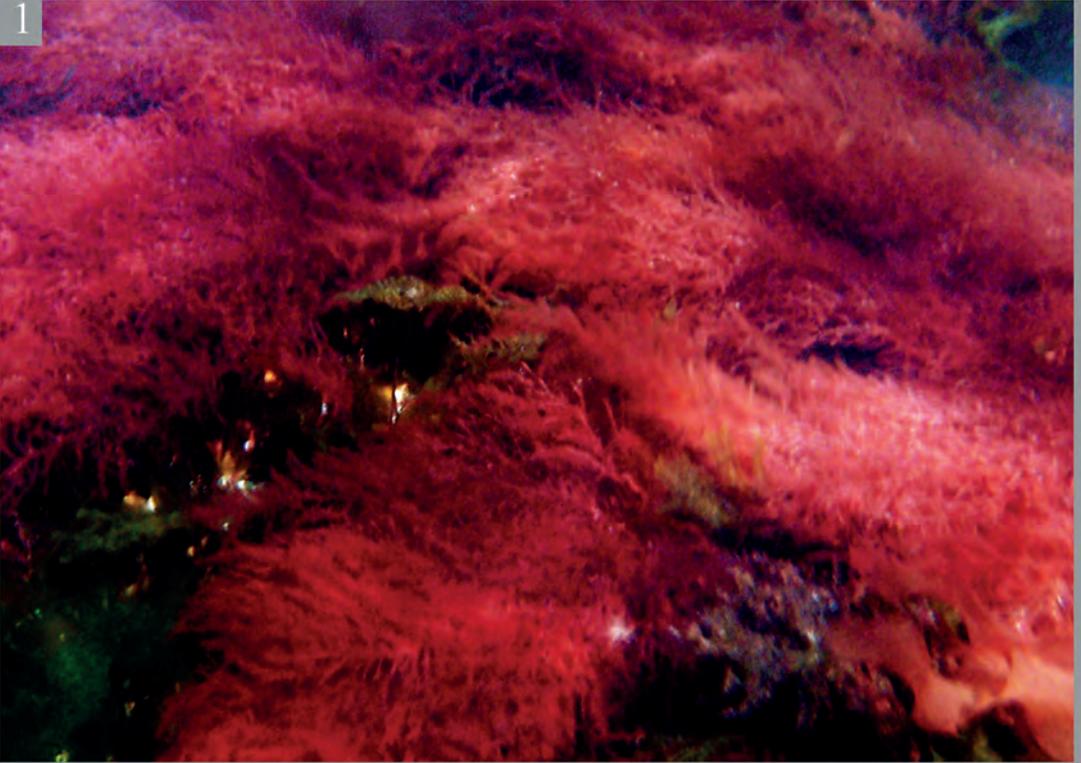
*Описание.* Растение кустистое, разветвленное, полисифонное, мягкое, 20–30 см выс., темного пурпурно-красного цвета, выцветающее до бледно-розового. Ветвление со всех сторон основного побега, неправильно поочередное. Побеги и ветви в основании сдавленно-цилиндрические, до 1 мм толщ., выше густо покрыты боковыми тонконитевидными (моносифонными) разветвленными и адвентивными веточками (до 3 мм дл.), придающими растению опушенный вид. Тетраспорангиальные стихидии конусовидные, сидячие или на короткой ножке, 125–215×750–940 мкм, развиваются из моносифонных веточек. Спорангии сферические, 45–60 мкм в диам., тетраэдрически разделенные. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Растет в нижней литорали и верхней сублиторали на каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах в защищенных и полужащищенных участках побережья. Встречается как эпифит на *Sargassum pallidum* и корках кораллиновых водорослей. Vegetирует в течение всего года. Занесена в Красную книгу Приморского края.

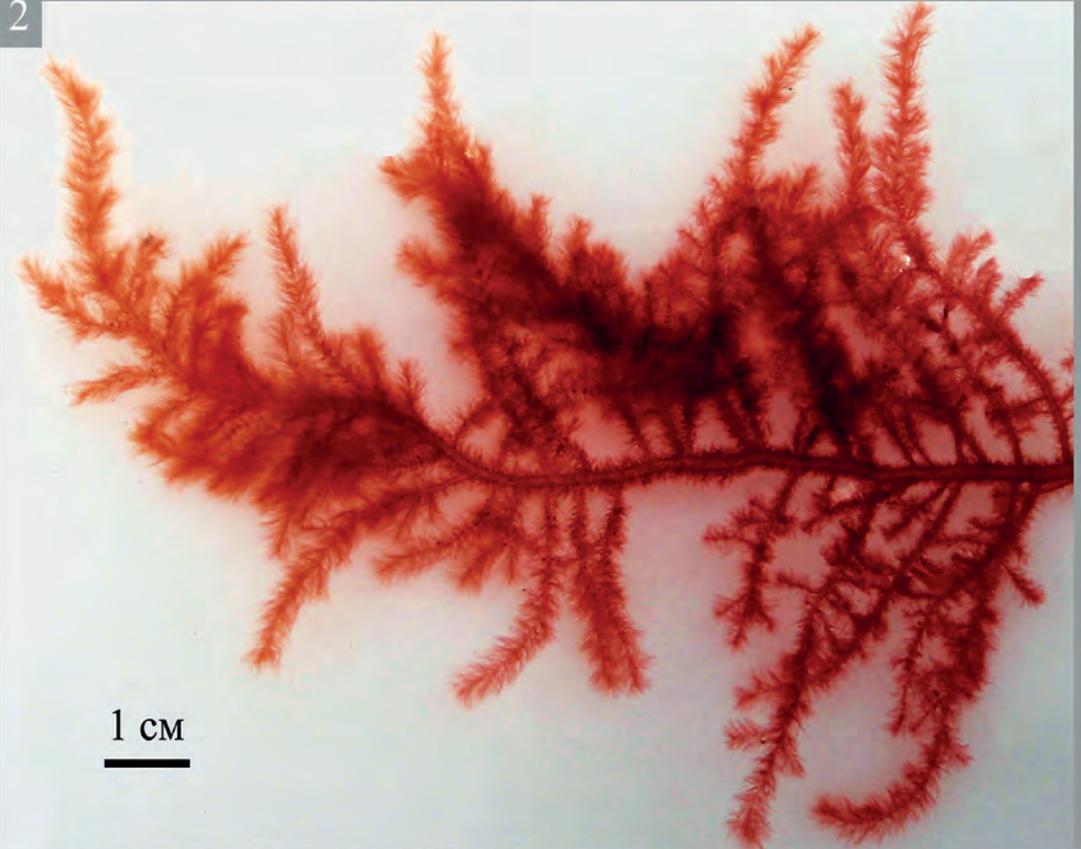
*Распространение в мире.* Европа, Юго-Восточная Азия, Азия: Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Корея, Россия (Японское море, зал. Петра Великого; Татарский пролив, о-в Монерон).

1. В сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО DELESSERIAACEAE

*Delesseria serrulata* Harvey

Делессерия мелкопильчатая

*Описание.* Растение пластинчатое, нежное, слизистое, прозрачное, до 12 см дл., фиолетово-карминового цвета. Пластинки ланцетовидные, тонкие (однослойные), до 0.8 см шир. и 10 см дл., с заостренной верхушкой, с отчетливым средним ребром и жилками (первого и второго порядков), обильно пролиферирующие поочередно (слева-справа) от среднего ребра материнской пластины. Ребро и жилки многослойные. Пролификации листовидные, 3–4 порядков. Края материнской пластины и пролификаций мелкозубчатые, волнистые. Средние ребра старых пластин после разрушения их листовидной части превращаются в стебли. Сорусы спорангиев линейные, образуются вдоль среднего ребра конечных пролификаций — спорофиллов. Тетраспорангии тетраэдрически разделенные, образуются от внутренних коровых клеток спорофиллов. Прикрепляется дисковидной подошвой.

Растет в нижней литорали и в верхней сублиторали на каменистом с заиленным песком и илесто-песчаном грунтах в защищенных участках побережья. В заливе Петра Великого встречается преимущественно в мае-июне. Занесена в Красную книгу Приморского края.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю), Корея, Россия (Японское море, зал. Петра Великого).

1. В сублиторали на камнях ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

# RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh

Хондрия густолистная

*Описание.* Растение кустистое, мягкое, до 10 см выс., от темного розовато-красного до светлого желтовато-бурого цвета. Ветвление обильное, со всех сторон, неправильно поочередное, обычно с отчетливой главной осью и с ветвями первого порядка, придающими растению пирамидальное очертание. Ветви 2–3 порядков. Главная ось, ветви и веточки цилиндрические. Веточки последнего порядка многочисленные, расположены поочередно, супротивно или спирально, до 4 мм дл., сильно сжатые в основании, с широкой тупой (или усеченной) вершиной (с терминальной ямкой и выступающими трихобластами) редко веретеновидные с острой верхушкой. Тетраспорангии развиваются у верхушек веточек, сферические, тетраэдрически разделенные, 40×125 (–170) мкм. Цистокарпы сферические или широкоовальные, 400–600 (–1000) мкм шир., развиваются сбоку веточек. Прикрепляется небольшой подошвой, несущей несколько вертикальных побегов.

Растет на скальных грунтах в нижней литорали, в литоральных ваннах в защищенных участках залива, а также на *Sargassum pallidum*, *Neorhodomela aculeata* и других водорослях. В заливе Петра Великого вегетирует с июня по ноябрь.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная и Южная Америка, Карибские острова, западная Атлантика, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная и Юго-Восточная Азия, Азия: Япония, Россия (Японское море); Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Фрагмент растения с тетраспорангиальными веточками ►►



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Chondria decipiens* Kylin

Хондрия обманчивая

*Описание.* Растение кустистое, цилиндрическое, плотнохрящеватое, довольно грубое, до 27 см выс., фиолетово-карминового или темно-коричневого цвета. Вертикальные побеги 1.5–2 мм диам. Ветвление 4–5 порядков, неправильно поочередное, одностороннее, пучковатое. Ветви первого порядка длинные прутовидные, островершинные, покрытые одиночными короткими (~3–4 мм дл.) веретеновидными веточками с морщинистой поверхностью. Тетраспорангии сферические, тетраэдрически разделенные, (40)–80(–110) мкм в диам., развиваются в верхних частях веточек. Цистокарпы сферические или кувшинчатые, 0.8–1.0 (–1.5) мм в диам., развиваются на ветвях. Прикрепляется дисковидной подошвой и короткими столонами у основания.

Растет в нижней литорали и в верхней сублиторали на илесто-песчаном, песчано-каменистом заиленном и каменистом грунтах в полузащищенных и защищенных бухточках. В заливе Петра Великого вегетирует в апреле-июне и ноябре-декабре. Занесена в Красную книгу Приморского края.

*Распространение в мире.* Северная и Южная Америка, западная Атлантика, Азия: Япония (о-в Хоккайдо), Россия (зал. Петра Великого, о-в Сахалин).

1. Внешний вид свежесобранного растения ►►
2. Увеличенный фрагмент растения ►►

# RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Laurencia nipponica* Yamada

Лорансия ниппонская

*Описание.* Растение кустистое, цилиндрическое, мягкохрящеватое, пирамидального очертания, до 30 см выс., с хорошо заметной главной осью, 1–2.5 мм диам., несущей ветви 3–5 порядков, от пурпурно-красного цвета до темно-зеленого и выцветающего до бледно-желтого к концу вегетации. Ветвление неправильно поочередное, супротивное или мутовчатое. Конечные веточки короткие, цилиндрические, или булавовидные, с округлыми или усеченными верхушками, расположены перисто у верхушек растений. Тетраспорангии полусферические, 65–85×84–123 мкм, тетраэдрически разделенные, погруженные, в продольных рядах, в верхней части терминальных веточек. Цистокарпы яйцевидные, 670–840(–900) мкм в диам., развиваются сбоку веточек ограниченного роста. Прикрепляется ризомами.

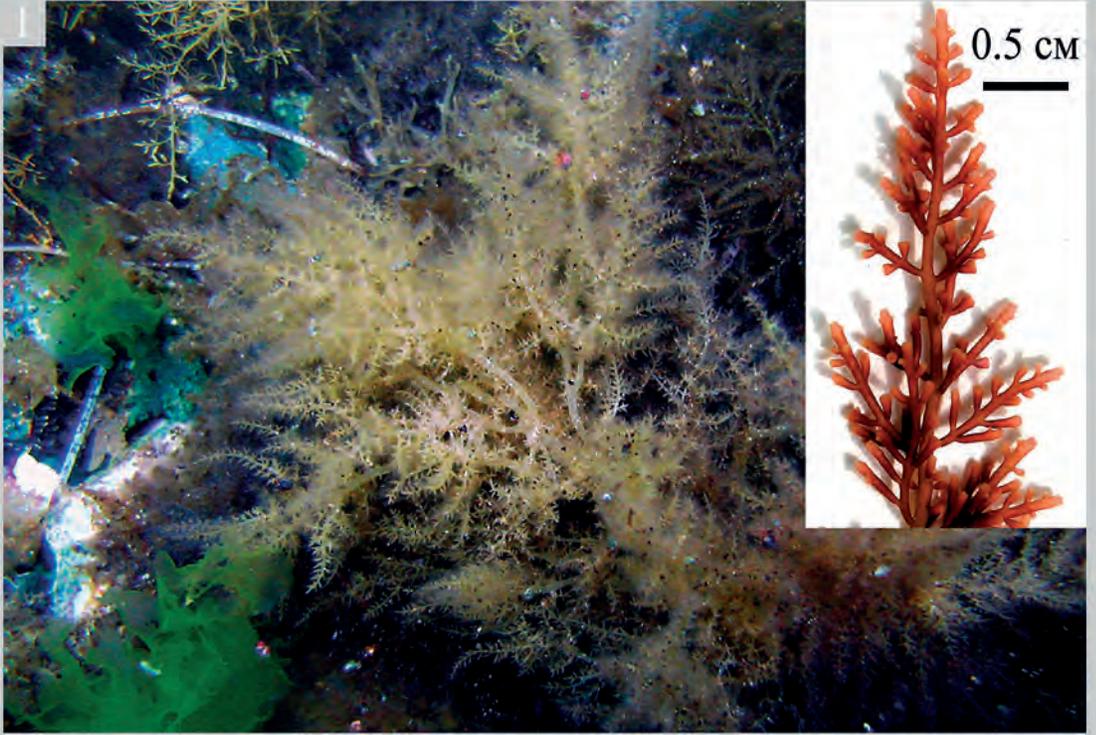
Растет на литорали и в верхней сублиторали, на скалистом и каменистом грунтах, в полузащищенных и открытых участках побережья, часто образуя плотные пояса на вертикальных стенках скал в нижней литорали, а на глубине 1.5–4 м – заросли с *Ceramium kondoi*. Встречается на водорослях (*Sargassum pallidum*, *Coccophora langsdorfii* и др.) или прикрепляется к створкам мидий, гребешка, устриц. Однолетнее. У побережья Приморья вегетирует в течение всего года.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю, Кюсю), Корея, Россия (Японское, Охотское моря), Тайвань.

*Использование.* В пищу в странах Юго-Восточной Азии, в народной медицине как ранозаживляющее и способствующее улучшению пищеварения средство.

1. В сублиторали на каменистом грунте. Внешний вид растения (врезка) ▶▶
2. Живой образец на камне ▶▶

# RHODOPHYTA



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Janczewsikia morimotoi* Tokida  
Янчевския Моримото

*Описание.* Растение паразитическое, бородавчатое, бугорчатое, с короткими цилиндрическими разветвленными и не разветвленными веточками, вино-красного или розоватого цвета, 3-5 мм в поперечнике. По межклетникам проникает в ткань хозяина (*Laurencia*, *Chondria*) ризоидами и соединяется с его клетками порами. Анатомическое строение и размножение подобно *Laurencia*. Сперматангии развиваются в концептакулах, образующихся из апикальных ямок. Тетраспорангии тетраэдрически разделенные, развиваются в наружном кортикальном слое по всему слоевищу. Цистокарпы шаровидные, 0.5-0.6 мм в диам. Спорангии 45-58×70-82 мкм, расположены в коровом слое ветвей.

Растет в нижней литорали на ризоидах *Laurencia*. Встречается с марта по сентябрь.

*Распространение в мире.* Япония, Корея, Россия (Зал. Петра Великого).

1. На ризоидах *Laurencia nipponica* ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



1.5 MM

2



1 MM

ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Neorhodomela aculeata* (L.P. Perstenko) Masuda  
Неородомела шиповатая

*Описание.* Растение кустистое, упругое, грубое, жесткое, хрящеватое, до 30 см дл., темного красновато-бурого или почти черного цвета. Ветвление неправильно поочередное или пучковатое, до 4–5 порядков. Главная ось цилиндрическая или почти цилиндрическая, до 2 мм шир., прослеживается по всему слоевищу или только в нижней его половине. Главная ось и ветви равномерно покрыты спирально расположенными шиповатыми веточками (1–5 мм дл.), прямыми или чаще слегка загнутыми кверху. Цистокарпы крупные (350–420×300–400 мкм), почти сферической формы. Прикрепляется подошвой, от которой развивается несколько побегов.

Растет на литорали, в литоральных ваннах и в верхней сублиторали, на скалистом, валунном, каменистом, илисто-песчаном с камнями грунтах в защищенных, полузащищенных и открытых участках побережья. Однолетнее, у побережья Приморья вегетирует в течение года.

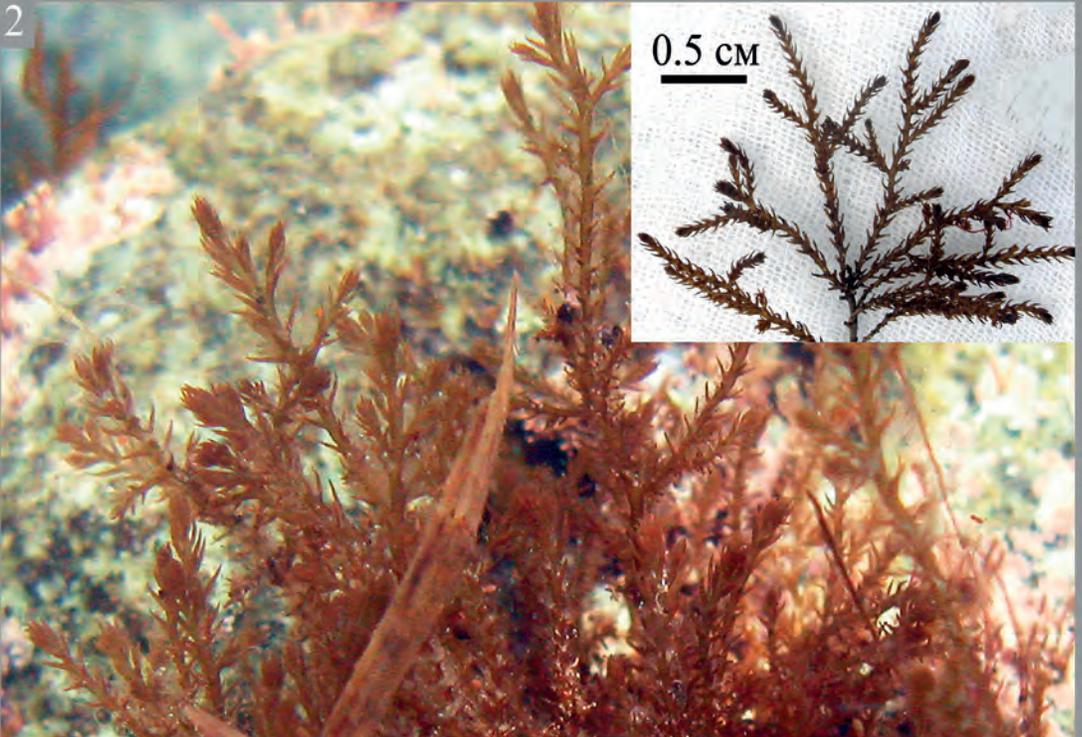
*Распространение в мире.* Северная Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке обитает во всех районах побережья).

1. В сублиторали на песчаном с камнями грунте ►►
2. Фрагмент растения с шиповидными веточками ►►

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Neorhodomela munita* (L.P. Perstenko) Masuda

Неородомела защищенная

*Описание.* Растение кустистое, мягко-хрящеватое, до 20 см выс., от светло-буроватого до темно-коричневого и почти черного цвета в старых частях. Главная ось сдавленно-цилиндрическая, несущая оголенные ветви первого порядка. Ветвление в главных ветвях неправильное, разреженное, пучковатое или трихотомическое, в конечных веточках густоспиральное. Ветви покрыты шиповатыми веточками, редко расположенными в нижней и средней частях растения и обильно в верхней. Цистокарпы крупные (350–500×400–650 мкм), грушевидной формы, развиваются на шиповатых веточках. Прикрепляется дисковидной подошвой, от которой развивается несколько побегов.

Растет на литорали и в сублиторали на каменистом, валунном, песчано-илистом с камнями и ракушечником грунтах в защищенных от волнения бухтах. Встречается на гребешке. Вегетирует в течение года. С возрастом верхушки ветвей обрастают эпифитами (*Leathesia marina*, *Ceramium sp.*)

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Корея, Россия (Японское и Охотское моря).

1. В верхней литорали во время отлива ►►
2. Фрагмент растения с конечными веточками ►►

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Neosiphonia japonica* (Harvey) M.S. Kim et I.K. Lee

Неосифония японская

*Описание.* Растение кустистое, грубонитевидное, прямостоячее или развивающееся от стелющихся побегов, до 12 см выс., темного красновато-бурого цвета, пирамидальной или почти шаровидной формы, одиночное или скученное. Сегменты состоят из центрального и четырех периферических сифонов. Ветвление неправильно поочередное, одностороннее, дихотомическое. Побег хорошо заметен по всему слоевищу или только у основания. Нижние ветви первого и второго порядков длинные, прямые или отогнутые, отходят под широким углом, ветви последующих порядков – под острым углом, образуя кисточковидные веточки. Конечные веточки короткие, суживающиеся к верхушкам, густо покрывают все слоевище. Кора развивается у основания или по всему слоевищу, кроме конечных веточек. Цистокарпы широкоовальные или почти сферические (~500 мкм в поперечнике), развиваются на веточках. Прикрепляется дисковидной подошвой, состоящей из многочисленных ризоидов.

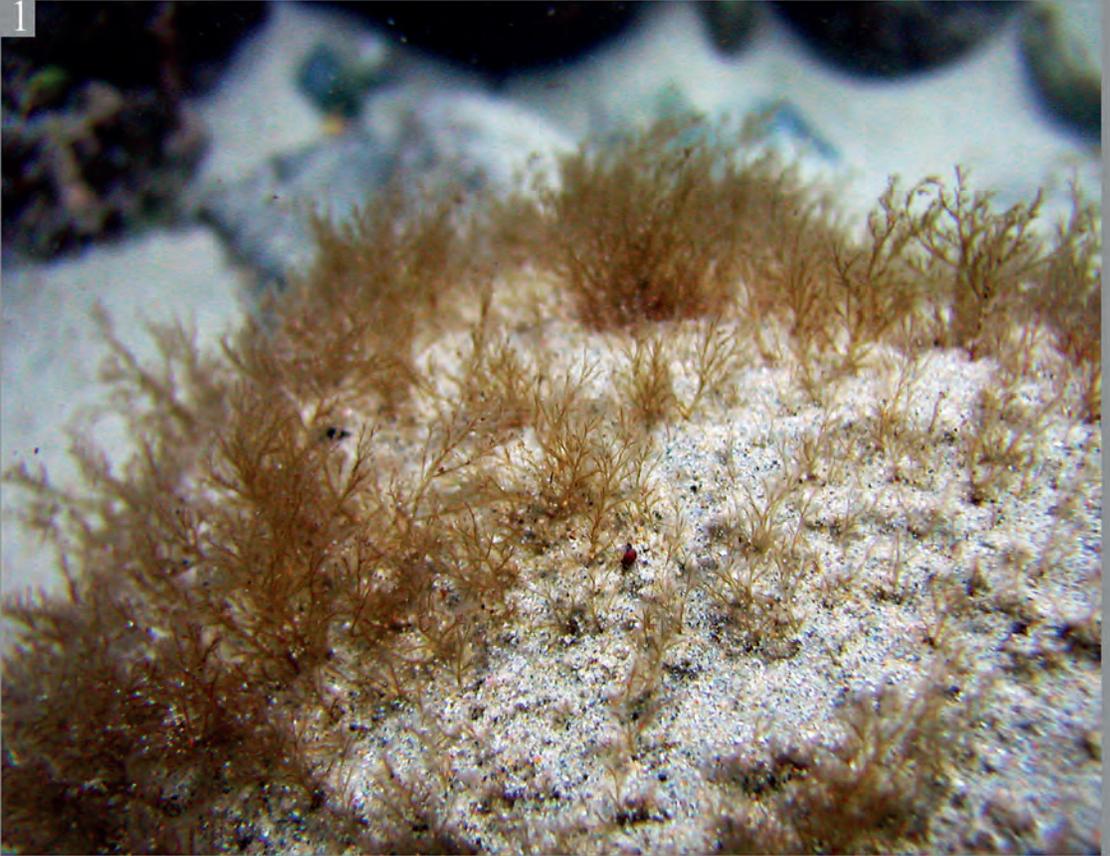
Растет на литорали и в верхней сублиторали на скалистом, валунно-глибовом, каменистом и реже илесто-песчаном грунтах в защищенных и полузащищенных участках побережья. Встречается на створках моллюсков и как эпифит. Однолетнее. У побережья Приморья вегетирует в течение года.

*Распространение в мире.* Западная Атлантика, Азия: Китай (Желтое море), Япония (Тихоокеанское побережье о-ва Хонсю), Корея, Россия (Японское море, южная часть Охотского моря).

*Использование.* Сырье для получения пищевых и кормовых добавок. Содержит витамины, минеральные вещества и антиоксиданты, обладает антибиотической активностью.

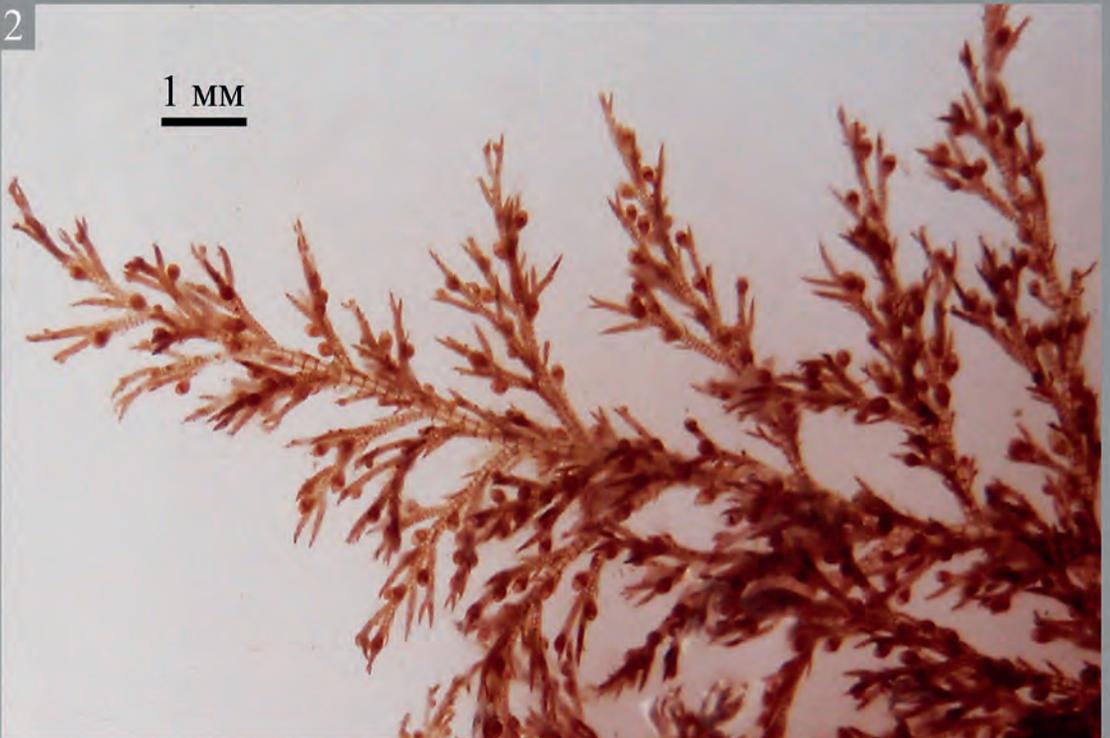
1. В сублиторали на камнях ►►
2. Фрагмент растения с цистокарпами ►►

1



2

1 mm



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Polysiphonia morrowii* Harvey

Полисифония Морроу

*Описание.* Растение грубонитевидное, кустистое, частично стелющееся, несущее вертикальные спутанные побеги, до 22 см выс., темного буровато-коричневого или почти черного цвета. Побег прослеживается почти по всему слоевищу. Ветвление поочередное, ветви отходят под острым углом. Ветви 1-го и 2-го порядков 100–400 мкм шир., оголенные или с серповидно согнутыми короткими простыми или разветвленными веточками, цепляющимися друг за друга и придающие растению вид спутанной дернины. Ветви 3-го порядка густо покрыты спирально расположенными остроконечными шипиками с прямой или отогнутой верхушкой. Периферических клеток в сегменте 4 вокруг осевой клетки. Кора отсутствует. Цистокарпы узкоовальные, развиваются на шипиках. Спорангии шаровидные, 60–120 мкм в диам., развиваются в верхушечных шипиках и в пазушных адвентивных веточках. Прикрепляется ризоидами от вертикальных и стелющихся побегов.

Растет на литорали, в литоральных лужах и в сублиторали на скалистом и илисто-песчаном с камнями и ракушечником грунтах в полузащищенных и открытых участках залива. Встречается на других видах водорослей, в обрастаниях гидротехнических сооружений. У побережья Приморья вегетирует с февраля по октябрь.

*Распространение в мире.* Европа, Северная Америка, Азия: Китай (Желтое море), Япония (о-в Хонсю), Корея, Россия (Берингово, Охотское, Японское моря); Австралия и Новая Зеландия.

*Использование.* В косметологии (талассотерапия), в народной медицине как источник минеральных веществ, седативное средство (содержит биологически активное вещество — бромин).

1. В сублиторали на скалах ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

# RHODOPHYTA

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Polysiphonia yendoi* Segi  
Полисифония Йендо

*Описание.* Растение мягкое, кустистое, тонконитевидное, в конечных веточках почти волосовидное, до 5 см выс., темно-красного или выцветающее до желтовато-коричневого цвета, часто спутанное, образующее дернины. Ветвление обильное, неправильно поочередное, в конечных веточках дихотомическое, образующее короткие щитковидные пучки. Ветви отходят под острым углом. Побег и ветви первых порядков в нижней части 120–380 мкм диам. и у вершины 65–80 мкм диам. Перицентральных сифонов вокруг центральной оси 4. Кора развивается у самого основания главных побегов. Цистокарпы почти сферической формы, крупные (до 400 мкм в поперечнике), развиваются на конечных веточках. Прикрепляется ризоидами, развивающимися от стелющихся побегов.

Растет на литорали (в литоральных ваннах, трещинах скал), в сублиторали на скалистом грунте в полузащищенных и открытых участках залива. В заливе Петра Великого вегетирует с июня по октябрь. Встречается в обрастаниях гидротехнических сооружений.

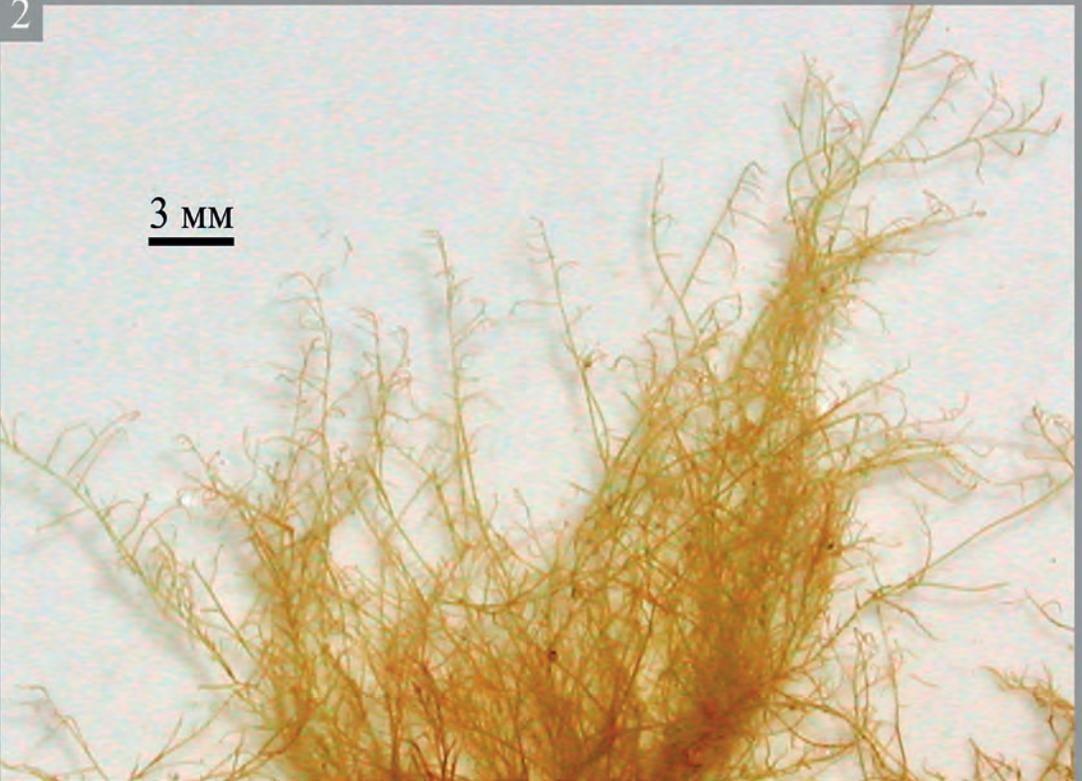
*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-в Хоккайдо, Тихоокеанское побережье о-ва Хонсю), Россия (зал. Петра Великого, о-ва Сахалин и Монерон).

1. В сублиторали на камнях ►►
2. Увеличенный фрагмент растения ►►►

1



2



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Symphyocladia latiuscula* (Harvey) Yamada  
Симфиокладия широковатая

*Описание.* Растение кустистое, темного буровато-красного цвета, при высушивании почти черное, до 17 см выс., частично стелющееся, спутанное в основании. Ветвление неправильно-поочередное, супротивное и одно-стороннее по обеим сторонам главной оси, неправильно-перистое. Ветви линейные, до 1.5(–3) мм шир., к основанию и к вершине суживаются. Веточки ограниченного роста в виде линейных, узкоклиновидных шипиков, простых или перисто разветвленных. В нижней части слоевища шипики с возрастом опадают. В широких частях ветвей просматривается ребро. Спорангии 64–70 мкм в диам. Прикрепляется ризоидами, развивающимися из дернистой (базальной) части растения.

Растет в нижней литорали и в верхней сублиторали на скалистом, каменистом, песчано-гравийном заиленном грунтах в защищенных и полузащищенных участках побережья. Вегетирует в марте-декабре. В течение года сменяется 2 поколения.

*Распространение в мире.* Азия: Китай (Желтое море), Япония, Корея, Россия (Охотское, Японское моря).

1. В верхней сублиторали на камнях ►►



ПОРЯДОК CERAMIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODOMELACEAE

*Symphyocladia marchantioides* (Harvey) Falkenberg  
Симфиокладия маршанциевидная

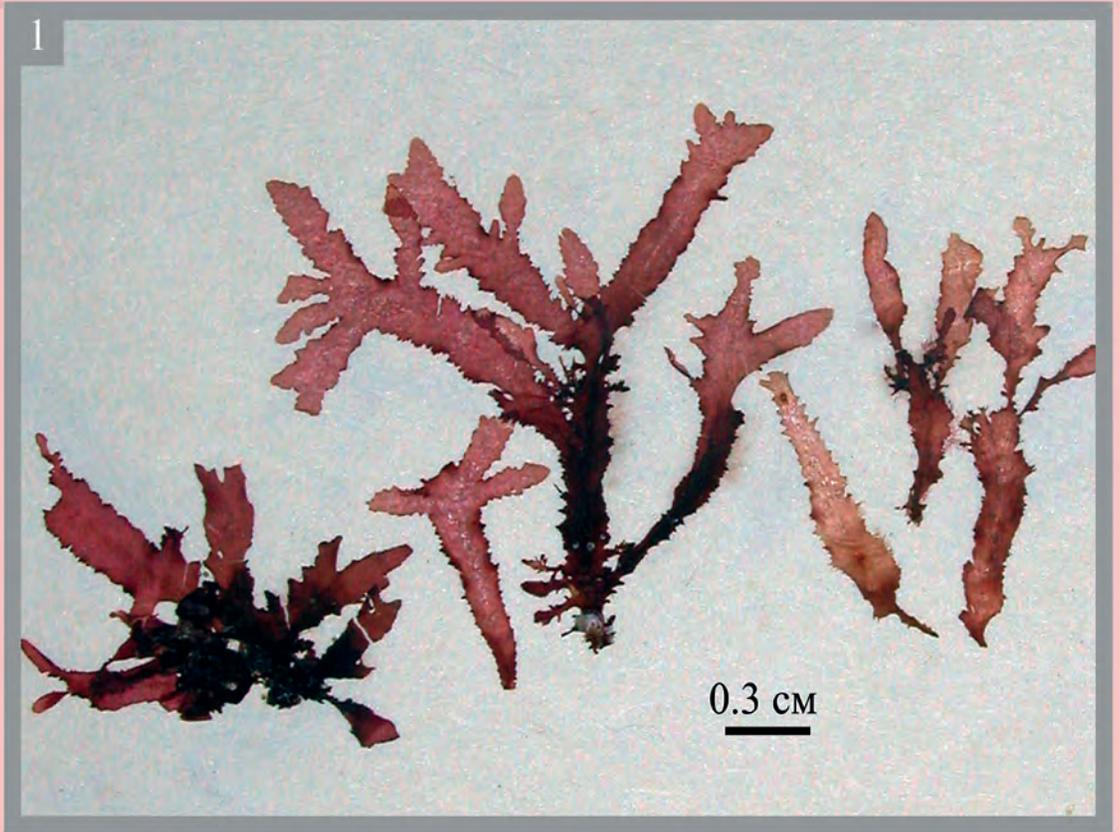
*Описание.* Растение пластинчатое, тонкопленчатое, 1–5 см выс., ~5 мм шир., винно-красного, красновато-бурого до почти черного цвета в старых частях талломов, частично стелющееся и вертикально восходящее. Талломы линейные, неправильно перисто разветвленные или рассеченные на лопасти, с округло-клиновидными или зубчатыми краевыми лопастными пластиночками. Среднее ребро просматривается у взрослых растений. Цистокарпы яйцевидные. Тетраспорангии расположены продольными рядами, на сросшихся полисифонных ветвях. Прикрепляется ризоидами, развивающимися на нижней стороне стелющихся талломов.

Растет в нижней литорали на скалистом и каменистом грунтах в открытых и полузащищенных участках побережий. Иногда встречается в обрастаниях на гидротехнических сооружениях.

*Распространение в мире.* Европа, о-ва Атлантического океана, Южная Африка, Азия: Япония, Корея, Китай, о-в Тайвань, Россия (Японское море, зал. Петра Великого); Австралия и Новая Зеландия, Федеральные штаты Микронезии, Гавайские острова.

1. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

# RHODOPHYTA



ПОРЯДОК RHODYMENIALES  
СЕМЕЙСТВО CHAMPIACEAE

*Champia parvula* (C. Agardh) Harvey

Шампия крошечная

*Описание.* Растение стелющееся или прямостоячее, кустистое, студенистое, мягкое, членистое, до 10 см дл., розовато-фиолетового, зеленовато-розового или беловато-розоватого цвета. Ветвление поочередное или супротивное. Ветви цилиндрические или слегка сдавленные, прямые или изогнутые, суживающиеся к верхушке и основанию, состоящие из сегментов с полостью, разделенной перегородками. Сегменты раздутые или бочонковидные, 0.5–1.5 мм диам. с перетяжками на сочленениях. Верхушки тупые. Спорангии сферические, 55–80(–100) мкм в диам., тетраэдрически разделенные, погружены в коровой слой клеток, расположены в верхней части ветвей. Цистокарпы сферические, 500–800 мкм в диам., или урновидные, 300–500(–1500) мкм выс. и до 800 мкм в диам., одиночные, в парах или группах. Прикрепляется подошвой, от которой развивается несколько вертикальных побегов.

Растет в нижней литорали и в литоральных лужах на каменистом и скалистом с песком грунтах в полузащищенных участках побережья. Часто встречается на *Coccophora langsdorfii* и *Neorhodomela larix*. Вегетирует с июля по ноябрь.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная и Южная Америка, Карибские острова, западная Атлантика, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Восточная Азия, Азия: Китай, Тайвань, Япония, Корея, Россия (зал. Петра Великого, о-в Монерон), Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

1. В сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►►

1



2



ПОРЯДОК RHODYMENIALES  
СЕМЕЙСТВО LOMENTARIACEAE

*Lomentaria hakodatensis* Yendo

Ломентария хакодатская

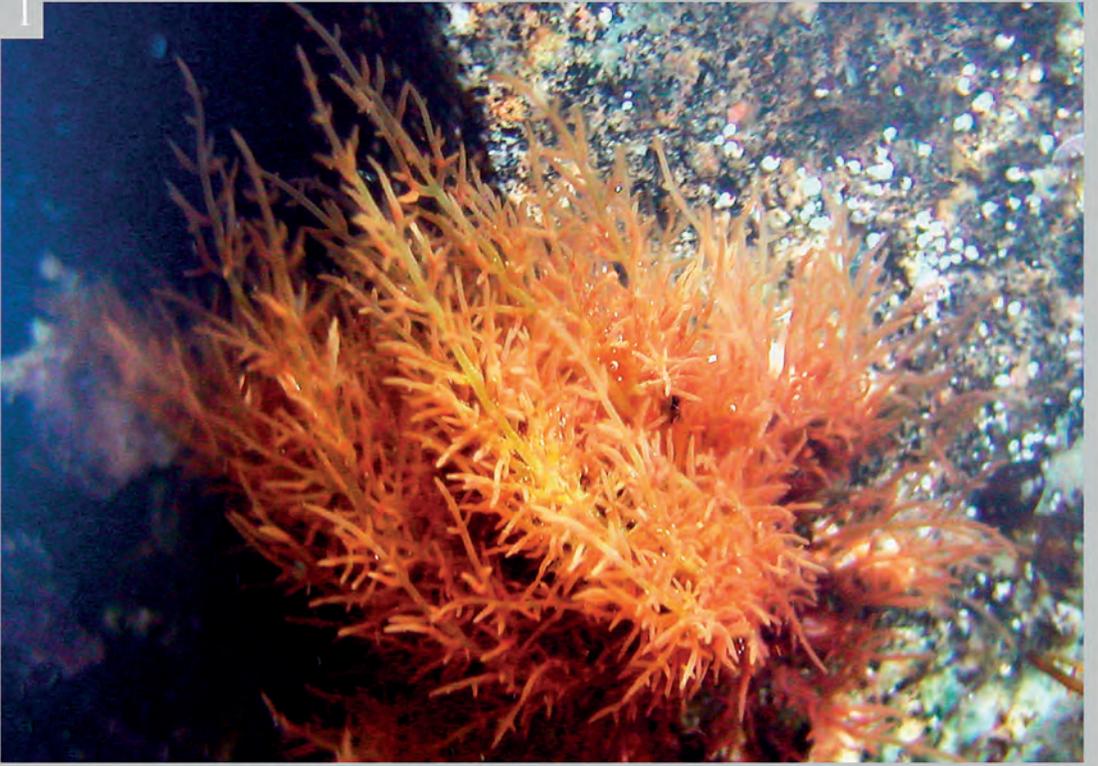
*Описание.* Растение кустистое, мягкое, студенистое, полое, до 11 см выс., буровато-пурпурного или темно-розового, иногда зеленовато-желтого цвета, состоящее из стелющихся побегов и вертикальных пучков запутанных ветвей. Ветви одного и того же порядка в нижней части таллома длиннее, чем в верхней, придают растению пирамидальное очертание. Ветвление двухрядное, сближено поочередное или мутовчатое. Ветви и веточки от цилиндрических до слегка сдавленных, суживающиеся к верхушкам и со слабыми перетяжками в основании. Цистокарпы кувшинчатые, 320–350×330–390 мкм. Спорангии 120–130 мкм в диам. Прикрепляется подошвой.

Растет на литорали и в верхней сублиторали, на скалистом грунте, в открытых участках побережья. Образует дернинки. Вегетирует с июня по октябрь.

*Распространение в мире.* Европа, Северная и Центральная Америка, Юго-Восточная Азия, Азия: Китай (Желтое море), Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю, Кюсю), Корея, Россия (Охотское и Японское моря), Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

1. В сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Увеличенный фрагмент растения ►►

1



2



ПОРЯДОК RHODYMENIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODYMENIACEAE

*Chrysiomenia wrightii* (Harvey) Yamada

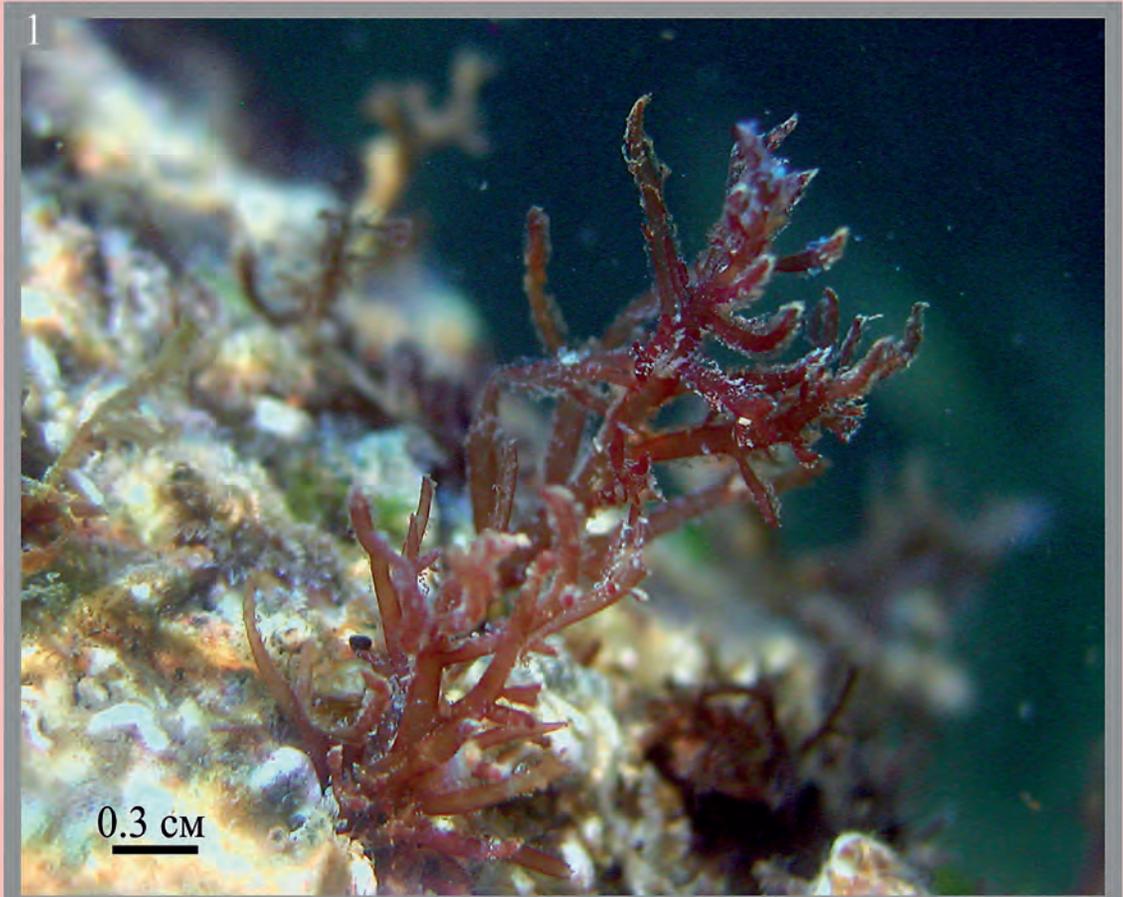
Хризимения Райта

*Описание.* Растение кустистое, цилиндрическое или сдавленно-цилиндрическое, полое, слизистое, мягкое, бледного розовато-красного или пурпурно-красного цвета. Ветвление неправильное, поочередное и супротивное. Главный побег 4–7 мм диам., хорошо заметен по всему слоевищу. Ветви 2–4 порядков, резко сжаты в основании и постепенно суживающиеся к вершине. Цистокарпы выступающие, полусферические, развиваются на ветвях и веточках. Спорангии рассеяны в коровом слое. Прикрепляется подошвой.

Растет на литорали и в верхней сублиторали на скальном, каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах в защищенных и полузащищенных участках побережья. Вегетирует с апреля по сентябрь.

*Распространение в мире.* Европа, Азия: Китай (Желтое море), Япония (о-ва Хоккайдо, Хонсю, Кюсю), Корея, Россия (Японское море).

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►



ПОРЯДОК RHODYMENIALES  
СЕМЕЙСТВО RHODYMENIACEAE

*Sparlingia pertusa* (Postels et Ruprecht) G.W. Saunders,  
I.M. Strachan et Kraft

Спарлингия продырявленная

*Описание.* Растение пластинчатое, тонкоперепончатое, с волнистыми (иногда пролиферирующими) краями, 20–70(–100) см выс., 25(–50) см шир., розовато-красного или фиолетово-карминового цвета, с возрастом выцветающее до желтоватого. В молодом состоянии пластина цельная, овально-клиновидная или ланцетовидная с округлыми верхушками, с возрастом пальчато-рассеченная, рассеченная на лопасти и перфорированная, с клиновидным основанием, переходящим в вальковатый (часто разветвленный) стволик со шпорцевидным выростом. Цистокарпы выпуклые, крупные, до 1.2 мм в поперечнике, разбросаны на поверхности пластины. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

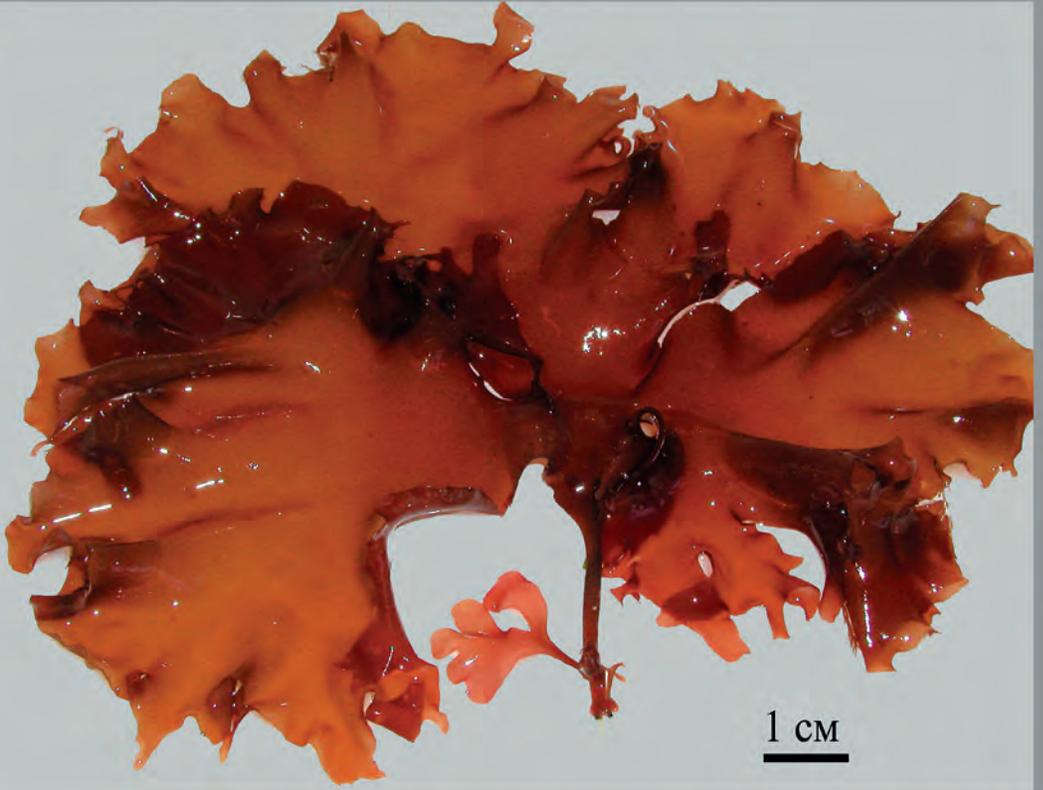
Растет в сублиторали на песчаном и илисто-песчаном с камнями грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Часто встречается на створках гребешка, в обрастаниях гидротехнических сооружений. Однолетнее, вегетирует с февраля по ноябрь.

*Распространение в мире.* Европа, Сев. Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке распространена вдоль всего побережья).

*Использование.* Потенциально промысловый вид. Сырье для получения желирующих веществ.

1. Молодая пластина (свежесобранное растение) ►►
2. Старая перфорированная пластина (свежесобранное растение) ►►

1



2



ПОРЯДОК PALMARIALES  
СЕМЕЙСТВО PALMARIACEAE

*Halosaccion glandiforme* (S.G. Gmelin) Ruprecht

Галосакцион желёзковидный

*Описание.* Растение скученное, мешковидное, нежное, тонкопленчатое, непролиферирующее, широкоовальной или широколанцетовидной формы с широкоокруглой или конической (иногда раздвоенной) верхушкой, редко пальчато-разделенное красновато-пурпурного или желтовато-коричневого цвета, до 15 см выс. и 5 см шир. Основание округлое или ширококлиновидное, переходящее в короткую, цилиндрическую ножку. Органы размножения образуют обширные сорусы. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой, от которой развивается несколько растений.

Растет на литорали и в сублиторали на камнях и других видах водорослей в полузащищенных и открытых участках побережья. Однолетнее.

*Распространение в мире.* Сев. Америка (Аляска, Калифорния), Азия: Япония (о-в Хоккайдо), Россия (Берингово, Охотское, Японское моря).

*Использование.* В пищу в сыром виде (Россия).

1. Внешний вид растения (гербарный образец Левенец И.Р.) ►►

1

0.5 cm





An underwater photograph showing a dense cluster of brown, branching seaweed (likely Rhodospirillum rubrum) growing from a rocky seabed. The water is clear and blue-green. The text is overlaid in the center of the image.

**ОТДЕЛ ОСНОВНОУТА**  
**БУРЫЕ ВОДОРΟΣЛИ**

ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО CHORDARIACEAE

*Chordaria flagelliformis* (O.F. Müller) C. Agardh

Хордария бичевидная

*Описание.* Растение кустистое, хрящеватое, слизистое на ощупь, цилиндрическое или слегка сдавленное, темно-коричневого или черного цвета, до 30-35 см дл., с поочередно расположенными оттопыренными ветвями 1-2 порядков. Ветви и веточки 1-3 мм толщ., слегка суживаются к вершине и основанию или только к основанию. Одногнездные спорангии овальные (20-23×60-108 мкм), развиваются в основании ассимиляционных нитей. Прикрепляется маленькой подошвой.

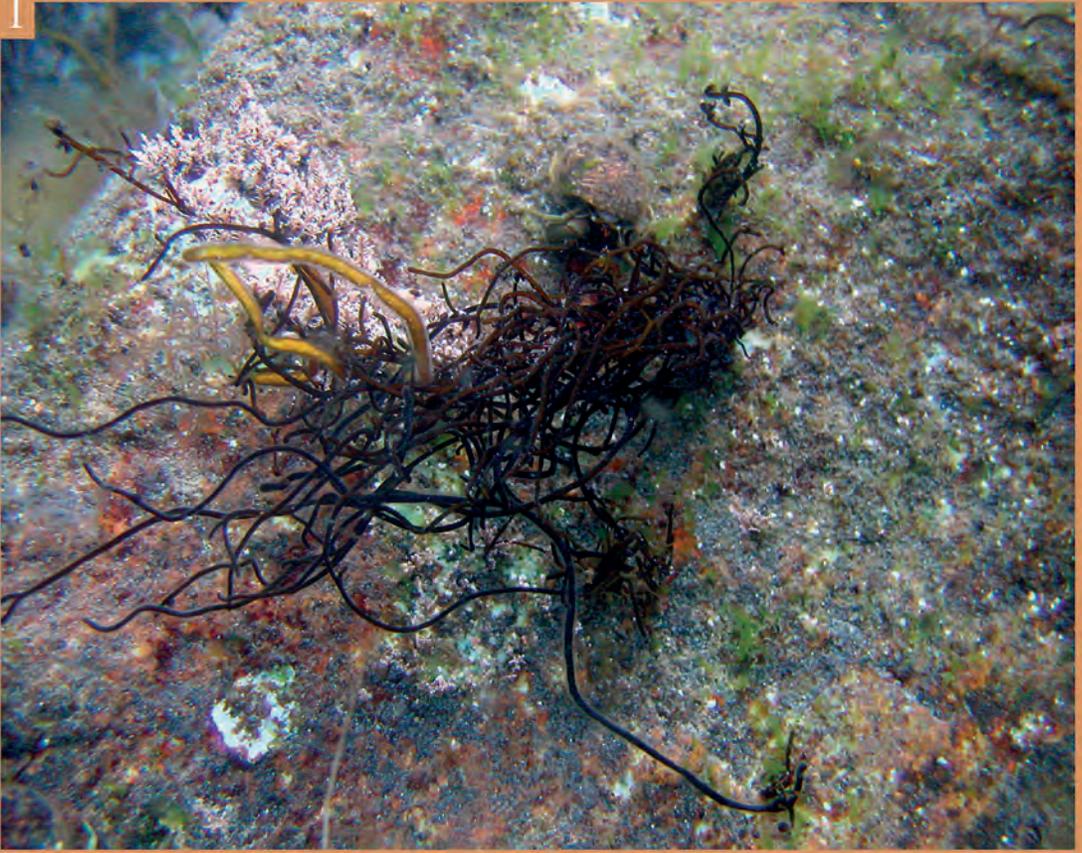
Растет в нижней литорали и в сублиторали на скалистом и каменистом грунтах в открытых, защищенных и полузащищённых участках залива. Появляется в марте-апреле и вегетирует по ноябрь включительно. Массовое развитие в летние месяцы.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, Сев. Америка, западная Атлантика, Азия: Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке встречается во всех районах побережья); Антарктические и субантарктические острова.

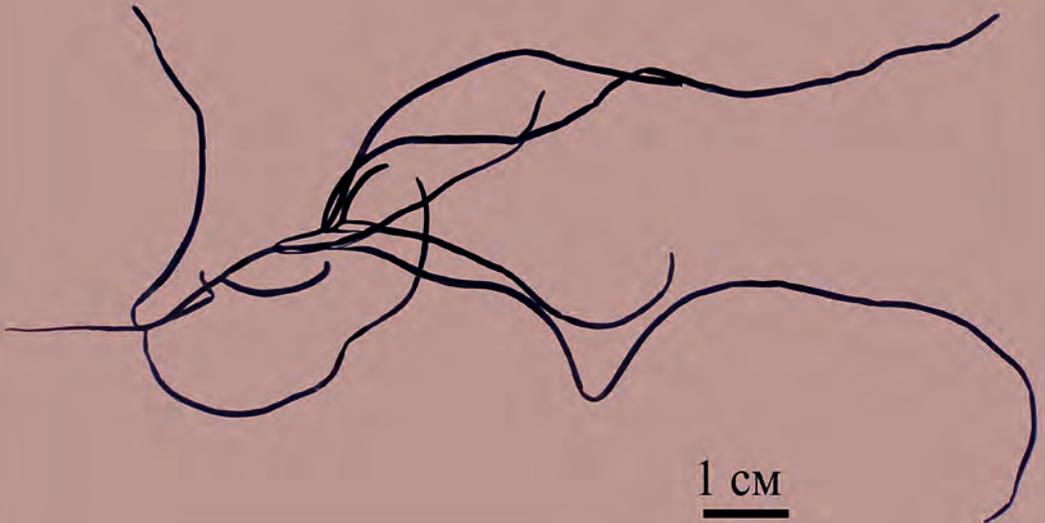
*Использование.* В пищу, в народной медицине, как ранозаживляющее и кровоостанавливающее средство. Сырье для получения биологически активных добавок.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО CHORDARIACEAE

*Coilodesme japonica* Yamada

Коилодесме японский

*Описание.* Растение удлинено-мешковидное, нежное, легко разрывающееся, пленчатое, тонкостенное, желто-коричневого цвета, 5-20 см дл., 0.7-1.8 см шир., на короткой ножке, с округлой вершиной и основанием. На поперечном срезе стенка слоевища состоит из 4-7 рядов клеток. Коровый слой плотный, клетки уплощенные, полигональные, 10-20×14-30 мкм. Подкоровые клетки расположены рыхло, иногда антиклинальными рядами, между ними могут развиваться ризоидообразные нити до 11 мкм шир. Медуллярные клетки до 55 мкм шир. и до 230 мкм дл. Одногнездные спорангии развиваются в подкоровом слое. Прикрепляется маленькой подошвой.

Растет в сублиторали, у побережий с сильным волнением. Часто встречается как эпифит *Stephanocystis crassipes*. У побережья Приморья вегетирует с мая по сентябрь.

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* В пищу в странах Юго-Восточной Азии.

1, 2. Внешний вид свежесобранного растения (эпифит на *Stephanocystis crassipes*) ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО CHORDARIACEAE

*Sphaerotrachia divaricata* (C. Agardh) Kylin

Сферотрихия растопыренная

*Описание.* Растение кустистое, шнуровидное, поочередно или супротивно разветвленное, мягкое, слизистое на ощупь, до 30–40 см дл., оливково-бурого цвета. Ветви до 2 мм толщ., 1–4 порядков. Главный побег в слоевище хорошо заметен. Боковые ветви многочисленные. Ветви первого порядка длинные, прутьевидные, второго - короткие, оттопыренные. Ассимиляционные ветви состоят из 2–5 клеток. Медуллярные клетки 60–90 мкм шир. и до 1000 мкм дл. (в основании таллома). Одногнездные спорангии 25×77 мкм. Прикрепляется дисковидной подошвой.

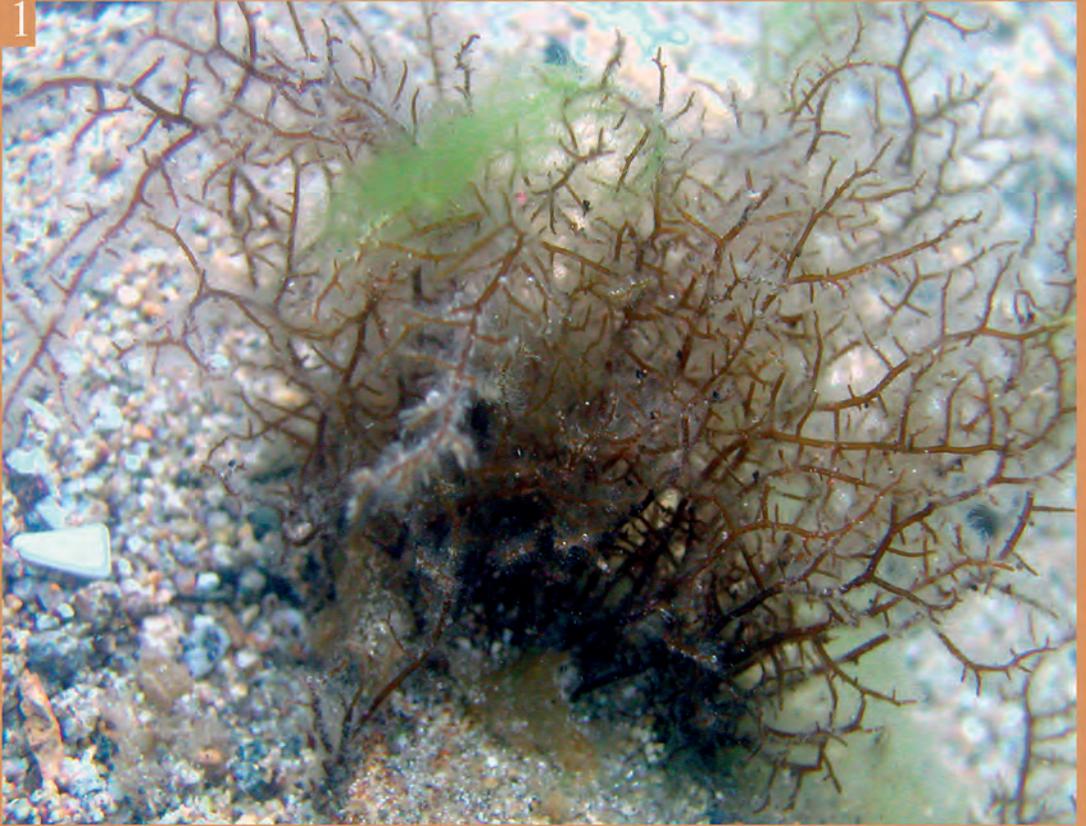
Растет на литорали и в сублиторали на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах, в полузащищенных, защищенных и открытых участках побережья. Однолетнее, массовое развитие наблюдается в летний период.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, Сев. Америка, Юго-Западная Азия, Азия: Япония, Корея, Россия; Австралия и Новая Зеландия.

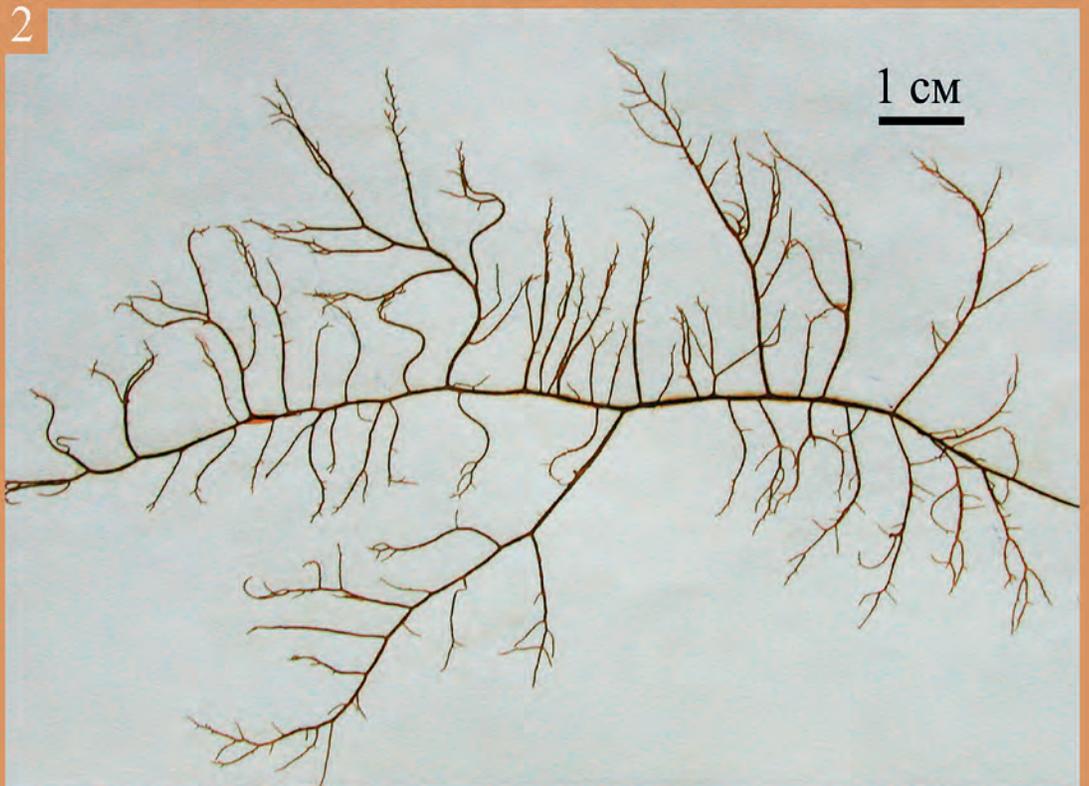
*Использование.* В кулинарии.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО CHORDARIACEAE

*Dictyosiphon chordaria* Areschoug

Диктиосифон хордария

*Описание.* Растение кустистое, цилиндрическое, мягкое, слизистое на ощупь, полое во взрослом состоянии, оливкового или желтовато-бурого цвета, до 30–50 см дл. и до 3 мм. шир. Побег в слоевище не выделяется. Ветвление очередное, иногда супротивное или неправильное. Ветви первого порядка несут укороченные ветви двух последующих порядков суживающиеся к верхушкам и отходящие почти под прямым углом. Одногнездные спорангии 30–40×33–50 мкм, развиваются между коровыми нитями. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Растет на литорали и в сублиторали на илесто-песчаном с камнями грунте в защищенных бухтах. Часто встречается как эпифит *Chordaria flagelliformis*. Предпочитает селиться на прогреваемом мелководье, в условиях слабого и умеренного прибоя. Однолетнее, вегетирует в течение нескольких месяцев, в теплую половину года.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, Сев. Америка, Азия: Япония, Россия (Японское море).

1. В сублиторали (эпифитирует на *Chordaria flagelliformis*) ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО CHORDARIACEAE

*Punctaria plantaginea* (Roth) Greville

Пунктария подорожниковидная

*Описание.* Растение пластинчатое, кожистое, перепончатое, суженное к основанию, до 30-40 см дл., 10-15 см шир., широко- или узколанцетовидное, от светло-коричневого до темно-бурого цвета. В тихих местах побережья может разрастаться в крупные бесформенные пластины до 60 см в поперечнике. Одногнездные и многогнездные спорангии развиваются по всему слоевищу. Многогнездные спорангии в группах, выступают над поверхностью пластины. Прикрепляется небольшой подошвой на короткой ножке.

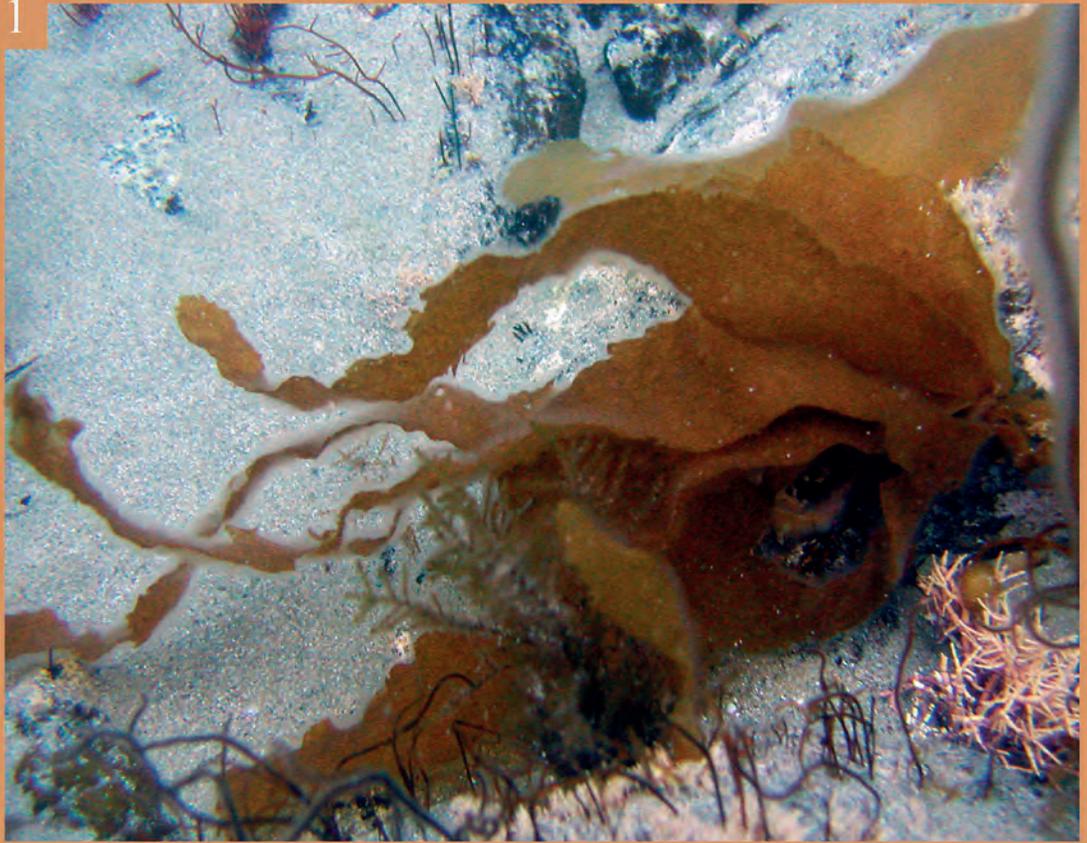
Растет в нижней литорали, в литоральных лужах и в сублиторали, на скалистом, каменистом, илисто-песчаном с камнями грунтах, а также на створках моллюсков и водорослях, в защищенных и полузащищенных участках побережья. В заливе Петра Великого вегетирует с октября по август. Массовое развитие водоросли происходит с апреля по июль.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, Северная и Южная Америка, западная Атлантика, Юго-Западная Азия, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (Дальний Восток); Антарктические и субантарктические острова.

*Использование.* В Юго-Восточной Азии в пищу.

1. В сублиторали на каменистом с песком грунте ►►
2. Внешний вид растения (гербарный образец) ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО CHORDARIACEAE

*Leathesia marina* (Lyngbye) Decaisne

Леатезия морская

*Описание.* Растение шаровидное или подушковидное, упругое, со скользкой поверхностью, желтовато-бурого цвета, с возрастом становится полым, бугорчатым и распростертым, 4–8 см в диаметре. Спорангии (яйцевидные одногнёздные и цилиндрические многогнёздные) развиваются на базальной клетке ассимиляционных ветвей или на периферической клетке нитей сердцевины. Прикрепляется базальным диском из стелющихся нитей.

Растет в верхней литорали, в литоральных лужах, в sublиторальной кайме на скалистом и каменистом грунтах, а также на других водорослях (*Sargassum*, *Coccophora*, *Corallina*, *Neorhodomela*). У побережья Приморья вегетирует с апреля по октябрь. За время вегетации развивается более трех поколений водоросли.

*Распространение в мире.* Северная, Центральная, Южная Америка, западная Атлантика, Африка, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское, Берингово моря); Юго-Восточная Азия (Филиппины), Австралия и Новая Зеландия, Антарктические и субантарктические острова.

1. В нижней литорали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид растения. На литорали во время отлива ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО CHORDARIACEAE

*Saundersella simplex* (De A. Saunders) Kylin  
Саундерселла простая

*Описание.* Растение шнуровидное, неразветвленное, цилиндрическое, мягкое, слизистое, эпифитное, светло-бурого или оливково-буроватого цвета, 3-15 (-18) см дл., 2-5 мм шир., на короткой ножке. Волоски и одногнездные спорангии развиваются в основании ассимиляционных ветвей. Спорангии 30-60 мкм. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Растет на литорали и в сублиторали в открытых и полузащищенных участках побережья, в основном на *Chordaria flagelliformis*. Однолетнее. У побережья Приморья вегетирует с февраля по август.

*Распространение в мире.* Европа, Сев. Америка, Азия: Япония, Россия (на российском Дальнем Востоке встречается во всех районах побережья).

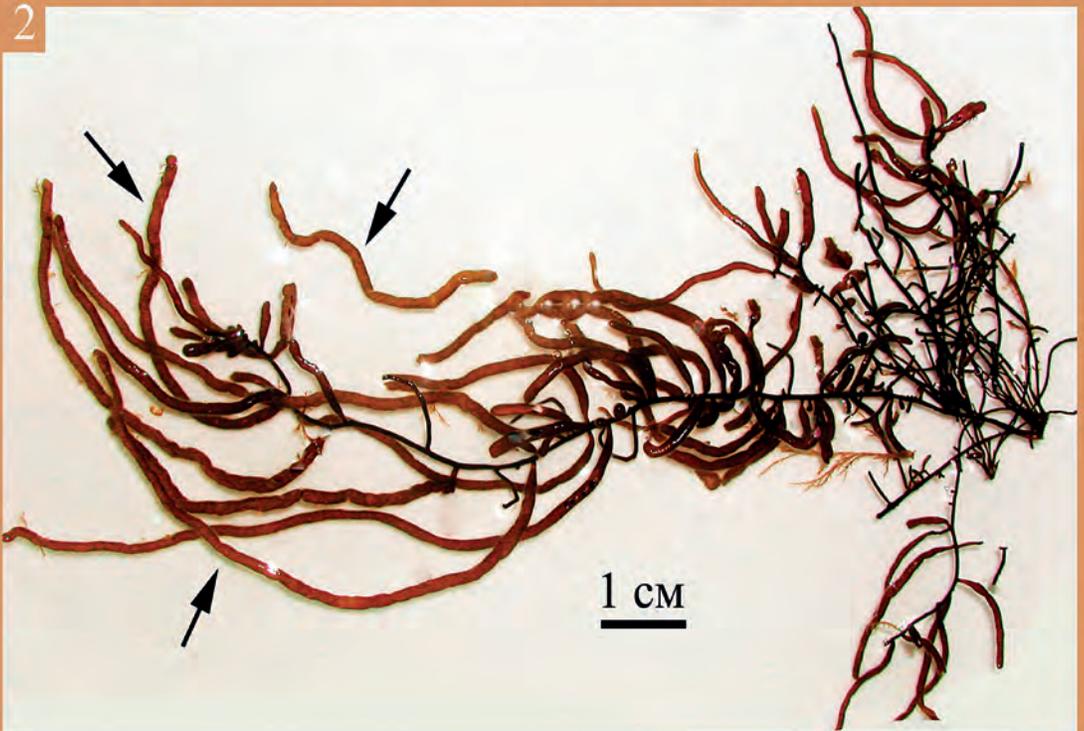
*Использование.* В пищу в странах Юго-Восточной Азии.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения (на *Chordaria flagelliformis*) ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО SCYTOSIPHONACEAE

*Analipus japonicus* (Harvey) M.J. Wynne

Аналипус японский

*Описание.* Растение кустистое, полое во взрослом состоянии, состоит из многолетнего корковидного основания и однолетних вертикальных побегов 10-30 см дл., от желтовато-коричневого до оливкового, иногда оранжеватого цвета. Ветви первого порядка 2-13 см дл., цилиндрические или слегка сдавленные, могут быть вильчато раздвоенные, веточки второго порядка 0.5-4 мм дл., иногда они имеют вид небольших выростов или сопочков. Ветви и веточки отходят под прямым углом. Одногнёздные спорангии яйцевидные, развиваются в основании ассимиляционных ветвей.

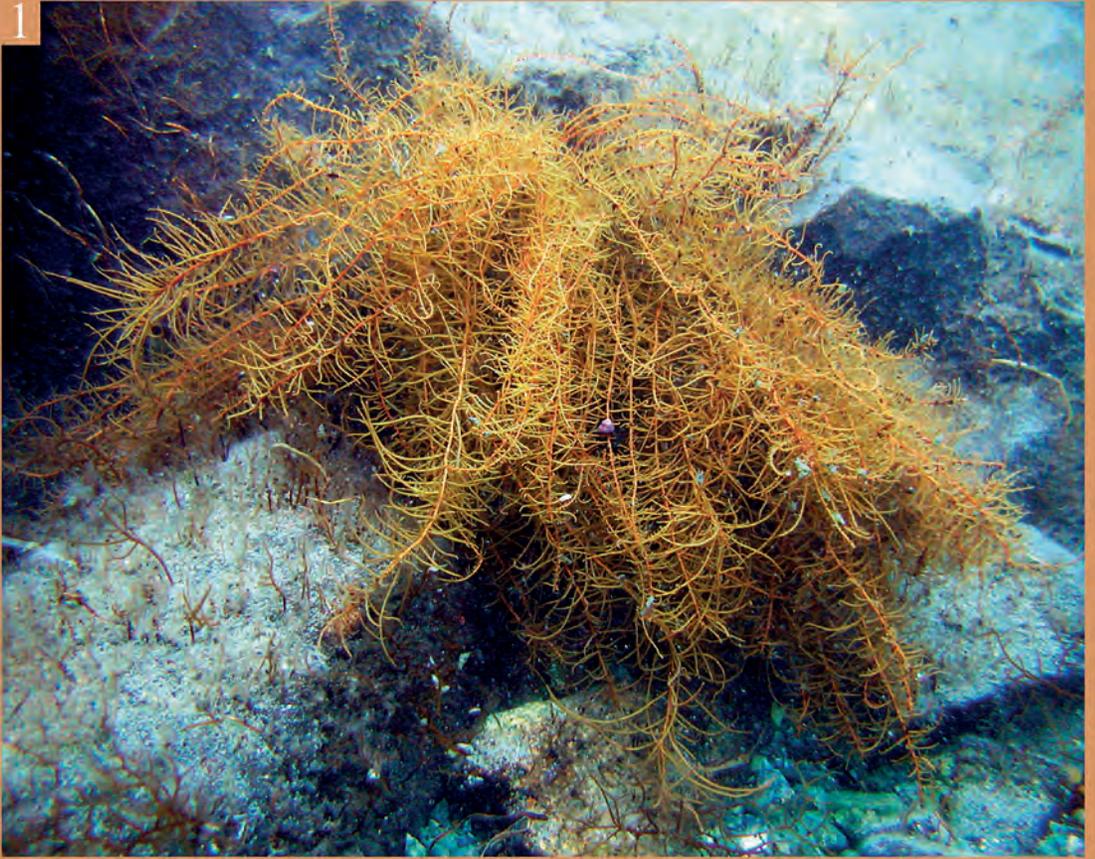
Растет на литорали и в сублиторали на скалистом и каменистом грунтах, в открытых участках побережья. Vegetирует в течение года. Массовое развитие начинается в июне. В конце осени однолетние вертикальные побеги разрушаются.

*Распространение в мире.* Сев. Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке обитает вдоль всего побережья).

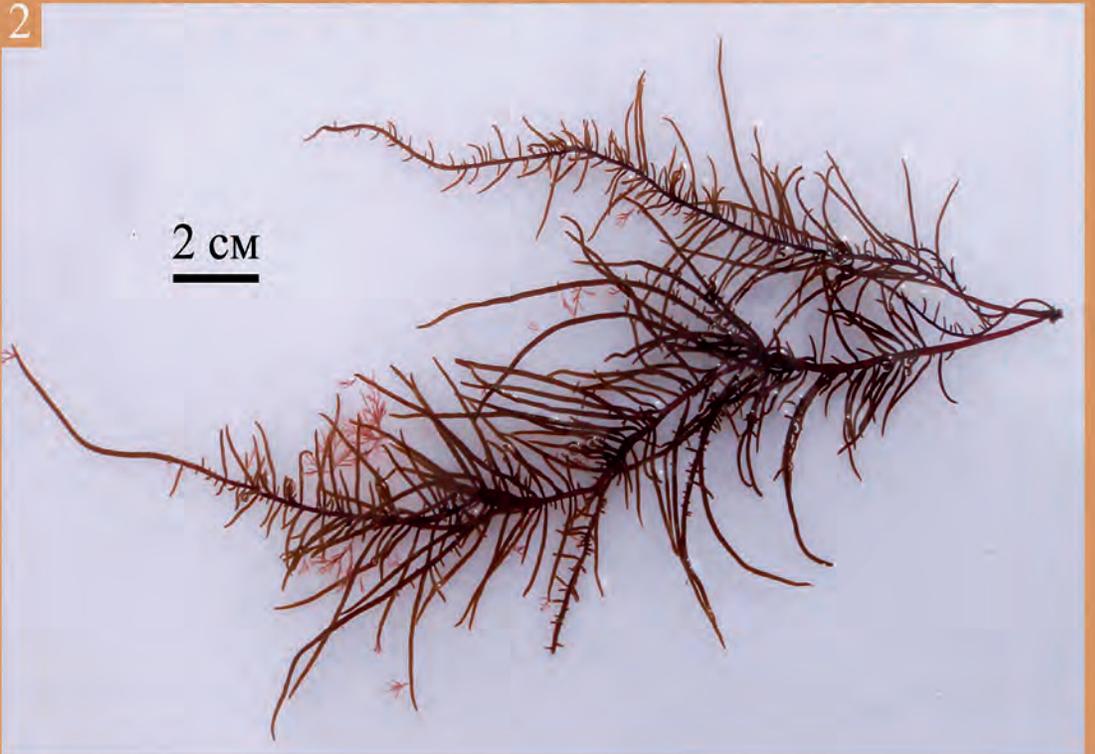
*Использование.* В пищу (Япония), в народной медицине для улучшения пищеварения. Содержит витамины и микроэлементы.

1. В нижней литорали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО SCYTOSIPHONACEAE

*Colpomenia peregrina* Sauvageau

Колпомения иноземная

*Описание.* Растение мешковидное (пузыревидное), полое, тонкокожистое, светло-коричневого или оливкового цвета, до 10 см в поперечнике. С возрастом становится складчатым, бугорчатым, часто спадается. На поверхности слоевища (гаметофита) развиваются гаметангии, одноклеточные парафизы и волоски. Спорофит микроскопический, нитчатый, корковидный или пучковатый. Прикрепляется небольшим основанием.

Растет в нижней литорали, в литоральных лужах и в сублиторали на скалистом, каменистом, илесто-песчаном с камнями грунтах или чаще на других водорослях (*Sargassum*, *Stephanocystis*) в защищенных, полузащищенных и открытых частях побережья. Вегетирует в течение всего года.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная и Центральная Америка, Африка, Азия: Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское моря); Австралия, Новая Зеландия, Гавайские и Соломоновы острова.

*Использование:* В пищу, в народной медицине как антигельминтное и способствующее пищеварению средство.

1. Вид растения с базальной части ►►
2. Внешний вид растения ►►

1



2



ПОРЯДОК ECTOCARPALES  
СЕМЕЙСТВО SCYTOSIPHONACEAE

*Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link

Сцитосифон коленчатый

*Описание.* Растение (гаметофит) цилиндрическое, полое во взрослом состоянии, неразветвленное, иногда сдавленное, местами перекрученное, с перетяжками (придающими растению членистый вид), к вершине и основанию суженное, до 0.2-2 м дл. и до 1 см шир., оливкового или бурого цвета, на короткой ножке. Одногнездные спорангии 19-23×65-71 мкм. Спорофит корковидный, 108-240 мкм толщ. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

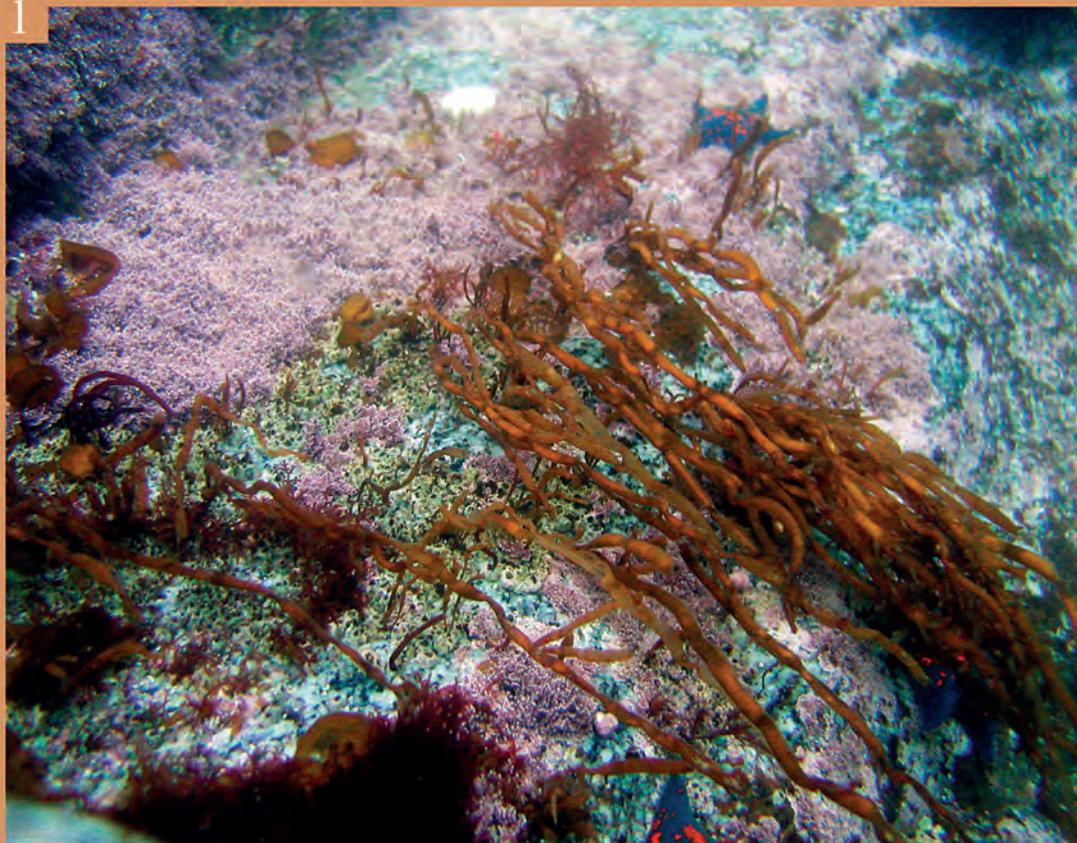
Растет на литорали, в литоральных ваннах и в сублиторали на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах, в полузащищенных и защищенных участках побережья. Образует плотные пучки из разного размера растений, развивающихся от общей подошвы. Формирует небольшие самостоятельные ассоциации или растет в сообществе с другими водорослями. Однолетнее. Хорошо переносит опреснение, загрязнение воды и перепады температуры. У побережья Приморья вегетирует дважды в год. За время вегетации развивается несколько поколений.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная, Южная Америка, западная Атлантика, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная Азия, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке обитает во всех районах побережья); Австралия и Новая Зеландия, Антарктические и субантарктические острова.

*Использование.* Молодые растения употребляют в пищу в странах Юго-Восточной Азии. В народной медицине как общеукрепляющее и способствующее пищеварению средство.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. В сублиторали на песчаном с камнями грунте ►►

1



2



ПОРЯДОК RALFSIALES  
СЕМЕЙСТВО RALFSIACEAE

*Ralfsia fungiformis* (Gunnerus) Setchell et N.L. Gardner

Ральфзия грибовидная

*Описание.* Растение корковидное, плотное, кожистое, ломкое, от темно-оливкового до светло-коричневого с рыжеватым оттенком цвета, со свободными краями, приподнимающимися над субстратом, 2-8 см в поперечнике. Корки округлых очертаний, напоминающие растущие на деревьях грибы с хорошо заметными радиальными и концентрическими полосами и трещинами (во взрослом состоянии). Ризоиды многочисленные, развиваются в месте соприкосновения корки к субстрату. Корки бывают одиночными только в молодом состоянии, обычно они многочисленные, налегающие друг на друга и образующие большой корковидный пласт, легко отстающие от грунта. Одногнездные спорангии образуются на поверхности корки в основании многоклеточных парафиз.

Растет в литорали и в верхней сублиторали на скалистом и каменистом грунтах в прибойных и полуприбойных участках побережья. Растение многолетнее.

*Распространение в мире.* Канада, Европа, Северная и Центральная Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (Дальний Восток); Юго-Восточная Азия (Филиппины).

1. В нижней литорали на камнях ►►

1



ПОРЯДОК RALFSIALES  
СЕМЕЙСТВО RALFSIACEAE

*Ralfsia verrucosa* (Areschoug) Areschoug

Ральфзия бородавчатая

*Описание.* Растение корковидное, плотно прилегающее к субстрату (старые корки легко отстают от субстрата), слизистое, от светло-коричневого с рыжеватым оттенком до темно-бурого в зрелом состоянии, 2-3 (-4) см в поперечнике и до 1-2 мм толщины. Очертания корок округлые или неопределенные, часто налегающие друг на друга, поверхность гладкая с концентрическими полосами по краям, когда молодые или морщинистая, повторяющая неровности субстрата. Прикрепляется ризоидами.

Растет на литорали, в прибойных местах. Поселяется на валунах и на гальке, обрастая их почти целиком. Многолетнее.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная и Южная Америка, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная Азия, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия; Юго-Восточная Азия (Индонезия), Австралия и Новая Зеландия.

1, 2. В верхней литорали на камнях ►►

1



2



ПОРЯДОК DESMARESTIALES  
СЕМЕЙСТВО DESMARESTIACEAE

*Desmarestia ligulata* (Stackhouse) J.V. Lamouroux  
Десмарестия язычковая

*Описание.* Растение кустистое, плоское, до 1 м дл., оливково-зеленого цвета. Осевой побег вальковатый в основании и плоский в верхней части. Ветвление супротивное. Ветви двух первых порядков линейные (1-5 мм шир), с тонкой центральной жилкой, суживающиеся к основанию и заостренные у вершины. Веточки последних порядков линейно-ланцетовидные и ланцетовидные, по краю зубчатые или шиповидные. Длинные ветви чередуются с короткими ветвями. Спорангии рассеяны по слоевищу. Прикрепляется широкой подошвой.

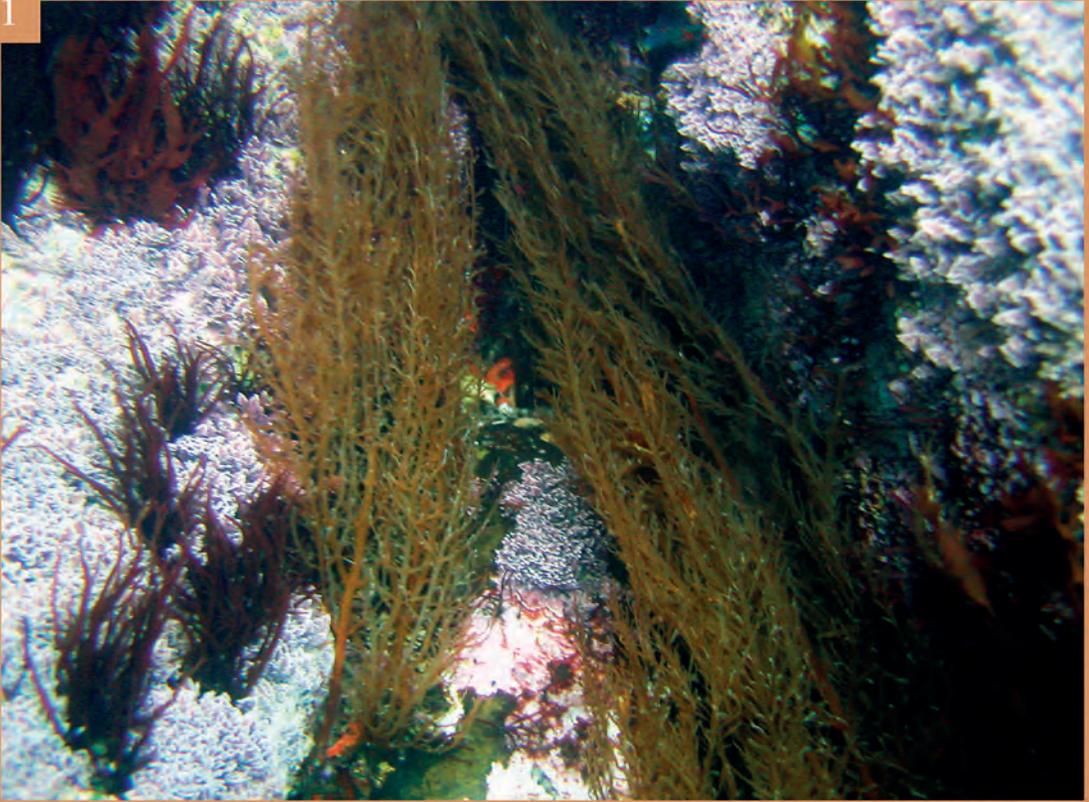
Растет в сублиторали на скалистом и каменистом грунтах в открытых участках залива, близких к открытым морским пространствам. Встречается в сообществе ламинариевых водорослей, но больших скоплений не образует. Многолетнее. У этих растений периодически сбрасываются старые и образуются новые боковые побеги.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, Северная и Южная Америка, западная Атлантика, Африка, Азия: Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское моря); Австралия и Новая Зеландия, Гавайские острова, Антарктические и субантарктические острова.

*Использование.* Источник ламинарана.

1. В сублиторали на скалистом грунте в сообществе с другими водорослями ►►
2. Увеличенный фрагмент растения ►►

1



2



ПОРЯДОК DESMARESTIALES  
СЕМЕЙСТВО DESMARESTIACEAE

*Desmarestia viridis* (O.F. Müller) J.V. Lamouroux

Десмарестия зеленая

*Описание.* Растение кустистое, до 1-1.5 м дл., оливкового или бурого цвета, обильно разветвленное. Осевой побег цилиндрический или слегка уплощенный, хрящеватый, ломкий. Ветви 4-7 порядков. Веточки последних порядков тонкие, волосовидные. Прикрепляется конусовидной подошвой.

Растет в нижней литорали и в сублиторали на скалистом, каменистом, илисто-песчаном и илистом грунтах в защищенных, полузащищенных и открытых участках залива. Вид многолетний. Растет в сообществе с другими водорослями или образует самостоятельные поселения. На литорали встречается весной и осенью, когда температура воды не превышает 14-15°, летом на литорали отсутствует.

Если достать слоевище из моря и оставить на воздухе или поместить в сосуд с ограниченным объемом воды, то оно начинает зеленеть и распадаться на части, издавая специфический запах. Водоросли, лежащие рядом, сначала зеленеют, затем бледнеют и разрушаются. Поэтому при сборе морских водорослей этот вид необходимо держать отдельно от других. Высушивать образцы десмарестии в расправленном состоянии необходимо как можно быстрее (особенно при высокой температуре воздуха летом), используя для обезвоживания слоевищ бумагу. Изменение цвета и разрушение слоевищ происходит в результате высвобождения серной кислоты, которая разрушает сначала пигменты, а затем и оболочки клеток.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, Северная и Южная Америка, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке встречается во всех районах побережья); Антарктические и субантарктические острова.

1. В сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►
3. Орган прикрепления (подошва, несущая несколько побегов) ►►



ПОРЯДОК LAMINARIALES  
СЕМЕЙСТВО CHORDACEAE

*Chorda filum* (Linnaeus) Stackhouse

Хорда нитевидная

*Описание.* Растение шнуровидное, неразветвленное, скользкое, опушенное бесцветными волосками, отчетливо видимыми под водой, оливкового или светло-бурого цвета, до 2–2.5 м дл. и 0.5–0.6 см в диам., зауженное к основанию и к вершине. В зрелом состоянии полое, с воздушными камерами внутри таллома. На поверхности слоевища развиваются волоски, одноклеточные парафизы и одногнездные спорангии. Прикрепляется маленькой подошвой.

Растет в нижней литорали и в сублиторали на скалистом, каменистом, илисто-песчаном с камнями грунтах, в защищенных и открытых участках залива. Однолетнее. Vegetирует с весны по осень. В массовых количествах развивается в июне-августе.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Сев. Америка, Юго-Западная Азия (Турция), Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (Дальний Восток).

*Использование.* В пищу (в Японии готовят салаты), в народной медицине как общеукрепляющее и антимикробное средство, как корм для животных. Источник альгината.

1. В сублиторали на скалистом грунте среди зарослей других водорослей ►►
2. Отдельные куртины водоросли на каменистом грунте в сублиторали ►►
3. Плотные заросли водоросли. На поверхности слоевища хорошо заметны бесцветные волоски ►►

1



2



3



ПОРЯДОК LAMINARIALES  
СЕМЕЙСТВО PSEUDOCHORDACEAE

*Pseudochorda nagaii* (Tokida) Inagaki

Псевдохорда Нагаи

*Описание.* Растение шнуровидное, неразветвленное, жесткое, во взрослом состоянии (кроме основания) полое, 30–60 см дл., 3–4 мм шир., оливково-коричневого или бурого цвета, суженное к обоим концам, часто скрученное. Многочлеточные (5–7 удлиненных клеток), однорядные ассимиляционные нити с терминальными клетками грушевидной формы отходят от клеток коры. Одногнездные булавовидные спорангии закладываются в основании ассимиляционных ветвей. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Встречается одиночными растениями в нижней литорали на каменистом грунте в полузащищенных участках залива.

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Россия (Японское море, южная часть Охотского моря).

1. В нижней литорали на каменистом грунте ►►

1



ПОРЯДОК LAMINARIALES  
СЕМЕЙСТВО COSTARIACEAE

*Agarum clathratum* Dumortier

Агарум решетчатый

*Описание.* Растение пластинчатое, грубое, кожистое, до 1.5 м дл., до 75 см шир., округлой или овальной формы, волнистое или гладкое по краям, часто с оборванным верхом, сердцевидной формы у основания, на коротком стволике, оливково-коричневого или почти черного цвета. Центральное ребро выпуклое или уплощенное, до 2 см шир. Пластина с многочисленными, беспорядочно расположенными перфорациями, от 0.5 до 1 см в поперечнике. Сорусы спорангиев расположены в средней части пластины с обеих сторон. Прикрепляется к грунту хорошо развитыми, ветвистыми ризоидами.

Растет в сублиторали, на скалистых, каменистых и песчано-илистых с камнями грунтах. Многолетнее. Размножение начинается в конце лета и заканчивается поздней осенью.

*Распространение в мире.* Сев. Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (на российском Дальнем Востоке встречается во всех районах побережья).

*Использование.* В пищу, в народной медицине как общеукрепляющее средство, сырье для получения биологически активных добавок и удобрений. Источник витаминов, маннита и альгинатов.

1. Внешний вид растения ►►

1



2 cm

---

ПОРЯДОК LAMINARIALES  
СЕМЕЙСТВО COSTARIACEAE

*Costaria costata* (C. Agardh) De A. Saunders

Костария ребристая

*Описание.* Растение кожистое, состоит из пластины, стволика и ризоидов, желто-коричневого или темно-коричневого цвета, 0.5-2 м дл., 10-40 см шир., линейно-ланцетовидное, с волнистыми или гладкими, цельными краями. Основание пластины клиновидное или овально-сердцевидное. В пластине отчетливо заметны 5 ребер, среднее и крайние выступают с одной стороны, а расположенные между ними - с другой стороны. Края и межреберные пространства неровные с выпуклостями и вмятинами. Стволик цилиндрический, вверху сдавленный, с хорошо выраженными продольными бороздками, 5-25 см дл. Сорусы спорангиев расположены по всей поверхности пластины с обеих сторон.

Растет в нижней литорали и в сублиторали, иногда в литоральных лужах на скалистом, каменистом, илисто-песчаном грунтах с вкраплениями гальки, в открытых и полузакрытых участках побережья. Однолетнее. У побережий Приморья активный рост слоевищ происходит в зимние и весенние месяцы. С июля начинается разрушение пластин, которое завершается к сентябрю. Спорофит вегетирует с марта по август. Этот вид культивируют в странах Юго-Восточной Азии. Потенциально промысловый вид.

*Распространение в мире.* Сев. Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* В пищу, в народной медицине как ранозаживляющее, понижающее кровяное давление и снижающее холестерин средство, в косметологии (талассотерапия), сырье для получения биологически активных (пищевых и кормовых) добавок и удобрений в сельском хозяйстве. Источник ламинарана.

1. В сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного молодого растения ►►
3. Ризоиды ►►

1



2



3



ПОРЯДОК LAMINARIALES  
СЕМЕЙСТВО LAMINARIACEAE

*Saccharina angustata* subsp. *siberica* (Petrov et Sukhoveeva)  
Selivanova, Zhigadlova et G.I. Hansen

Сахарина суженная сибирская

*Описание.* Растение пластинчатое, 0.4-1.3 м дл. и до 5 см шир., оливково-коричневого цвета. Пластина кожистая, узколанцетовидная, цельная, со слабоволнистыми краями, с клиновидным основанием. Молодая пластина гладкая или с двумя рядами пузырей, исчезающих с возрастом. Стволик цилиндрический, до 5 см дл, постепенно переходящий в пластину. Слизистые ходы присутствуют в пластине, иногда в стволике. Сорусы спорангиев расположены с двух сторон в нижней части пластины. Прикрепляется разветвленными ризоидами.

Растет на границе литоральной и сублиторальной зон на скалистом грунте в местах с сильным волнением. Не образует самостоятельных зарослей. Вегетирует 2 года.

*Распространение в мире.* Азия: Япония (о-в Хоккайдо, северо-восточная часть Хонсю), Россия (Курильские о-ва, о-в Сахалин, материковое побережье Японского моря).

*Использование.* В народной медицине как ранозаживляющее, общеукрепляющее средство, является сырьем для получения биологически активных добавок, косметических средств, кормовых добавок и удобрений. Источник маннита и альгинатов.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК LAMINARIALES  
СЕМЕЙСТВО LAMINARIACEAE

*Saccharina cichorioides* (Miyabe) C.E. Lane, C. Mayes,  
Druehl et G.W. Saunders

Сахарина цикориеподобная

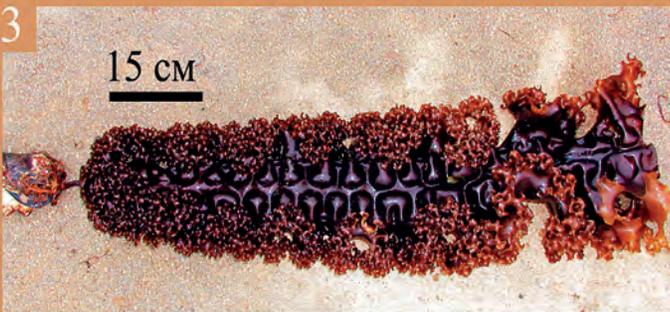
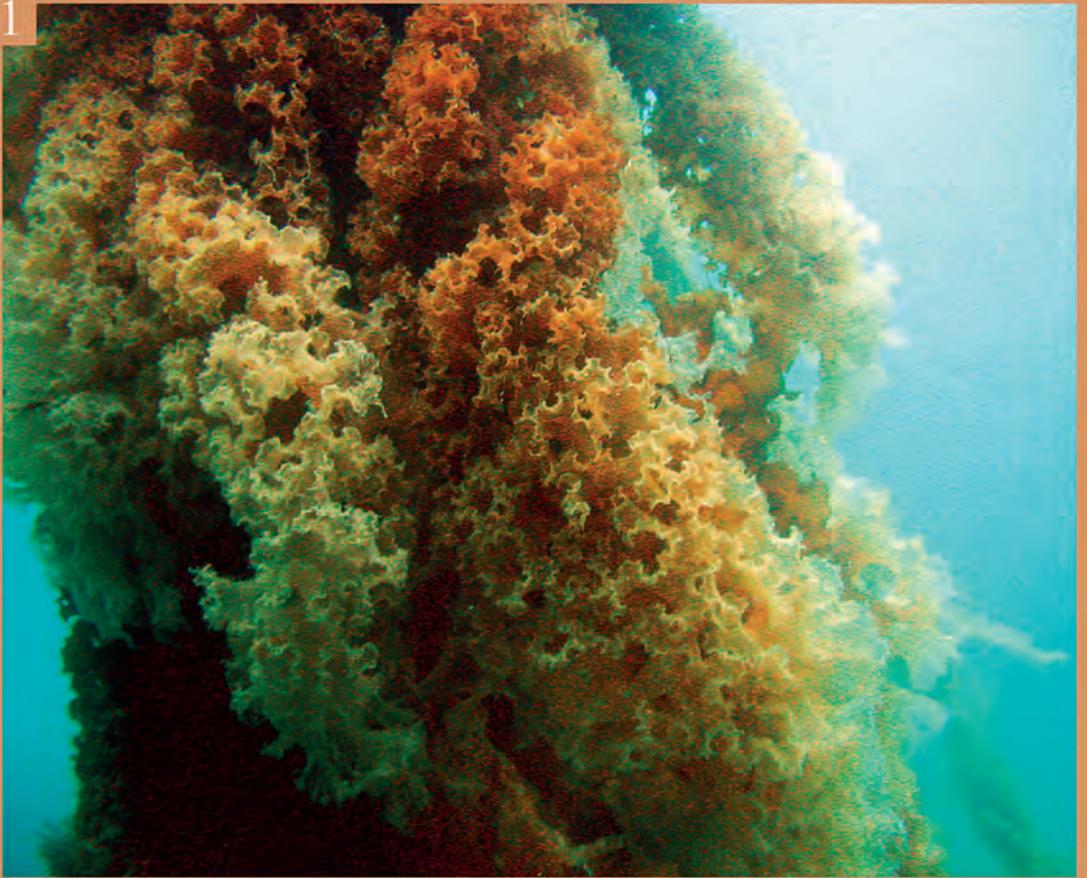
*Описание.* Растение пластинчатое, до 4 м дл., 10-30 см шир. Пластина толстокожистая, жесткая, ланцетовидная или линейная, оливково-коричневого цвета, с сильно курчавыми или волнистыми тонкими краями, с двумя рядами симметричных пузырей вдоль обеих сторон среднего поля. С возрастом пластина в нижней части утолщается и становится гладкой без пузырей. Стволик гладкий, внизу цилиндрический или сдавленный, сверху сдавленный, 3-10(-35) см дл., резко переходящий в сердцевидное или округлое основание пластины. Слизистые ходы присутствуют в пластине и в стволике. Сорусы спорангиев развиваются по всей пластине с двух сторон. Прикрепляется многократно разветвленными тонкими ризоидами.

Растет в сублиторали, обычно до глубины 10-20 м, на скалистом, каменистом с песком и ракушей, илесто-песчаном и илистом с камнями грунтах в защищенных и полужащищенных участках. Образует самостоятельные заросли или растет в сообществе с другими ламинариевыми водорослями и филлоспадиксом. Двухлетнее. Период спороношения июль-октябрь. Потенциально промысловый вид.

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Корея, Россия (Японское и Охотское моря).

*Использование.* В кулинарии, в народной медицине как общеукрепляющее средство, сырье для получения биологически активных, лечебно-профилактических и кормовых добавок, косметических средств и удобрений. Источник маннита и альгинатов.

1. В сублиторали на канатах плантации ►►
- 2.3. Внешний вид растения, собранного в местах со слабым течением ►►
4. Органы прикрепления (ризоиды) ►►



ПОРЯДОК LAMINARIALES  
СЕМЕЙСТВО LAMINARIACEAE

*Saccharina japonica* (Areschoug) C.E. Lane, C. Mayes,  
Druehl et G.W. Saunders

Сахарина японская

*Описание.* Растение пластинчатое до 2-5 м дл. и до 35-40 см шир. Пластина линейно-ланцетовидная, толстокожистая, цельная, оливково-бурого цвета, с клиновидным или округлым основанием, с гладкими или слегка волнистыми краями. Срединная полоса хорошо выражена, занимает половину или одну треть ширины пластины (у молодых растений часто с пузырями). Стволик цилиндрический, 5-12 см дл., сдавленный при переходе в пластину. Слизистые ходы присутствуют в пластине, стволике и ризоидах. Сорусы спорангиев развиваются с двух сторон по всей пластине. Прикрепляется мощными, многократно разветвленными ризоидами.

Растет в сублиторали, до 15–20 м глубины, на скалистом и каменистом грунтах, в открытых или полузащищенных участках побережья. Vegetирует 2 года.

*Распространение в мире.* Европа, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (Японское и Охотское моря).

*Использование.* В кулинарии (имеет высокие вкусовые качества), в народной медицине как общеукрепляющее средство, как сырье для получения биологически активных добавок и лечебно-профилактических препаратов, косметических средств, кормовых добавок и удобрений. Источник маннита и альгинатов.

1. В сублиторали на каменистом грунте (двулетнее растение) ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения (однолетнее растение) ►►

1



2



ПОРЯДОК LAMINARIALES  
СЕМЕЙСТВО ALARIACEAE

*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar

Ундария перистоадрезанная

*Описание.* Растение пластинчатое, перисто-рассеченное, от светло-бурого до темно-оливкового цвета, 0.5–1.5 м дл., 0.3–0.8 м шир. Пластина тонкая, перепончатая, в молодом возрасте овальная. Стволик 8–12 см дл., плоский, постепенно переходит в плоское широкое ребро пластины. От стволика отходят волнисто-складчатые образования – спорофиллы, на которых образуются спорангии. Прикрепляется пучком разветвленных ризоидов.

Растет в нижней литорали и в сублиторали на скалистом и каменистом грунтах в открытых участках побережья. Образует небольшие заросли среди крупных камней и валунов. Встречается в сообществах с другими видами бурых водорослей. Вегетирует весной и летом, к осени исчезает. Занесена в Красную книгу Приморского края. Культивируется в Японии, Корее, Китае, Испании и Франции.

*Распространение в мире.* Европа, Северная, Центральная, Южная Америка, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (зал. Петра Великого); Австралия и Новая Зеландия.

*Использование.* В пищу в Японии, Китае, Южной и Северной Корее, в народной медицине как ранозаживляющее и общеукрепляющее средство, источник для получения биологически активных, пищевых и кормовых добавок. Содержит полисахариды, обладающие противоопухолевой активностью.

1. В сублиторали на камнях ►►
2. Различные морфологические формы растения (фото Скрипцовой АВ) ►►

1



2



ПОРЯДОК SPHACELARIALES  
СЕМЕЙСТВО SPHACELARIACEAE

*Sphacelaria rigidula* Kützing

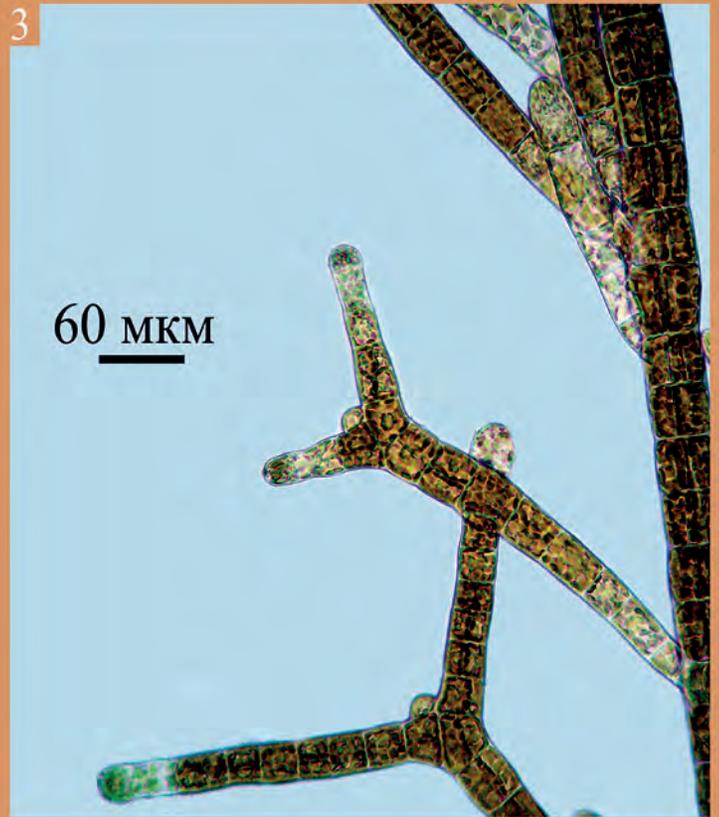
Сфацелярия жестковатая

*Описание.* Растение в виде дерновинок или маленьких пучочков до 1 см выс., оливково-бурого цвета. Вертикальные побеги тонконитевидные, 20-30(-50) мкм шир. Полисифонное (каждый сегмент в ветвях и главной оси разделен на 2-6 продольных перегородок). Ветвление поочередное, одностороннее, неправильное. Вегетативные почки (пропагулы) раздвоенные, с 2(-3) цилиндрическими лучами на длинной ножке. Прикрепляется базальным диском и тесно переплетенными нитями, развивающимися в базальной части растений.

Растет в нижней литорали, в литоральных лужах на скалистом, каменистом, илисто-песчаном грунтах или на других видах водорослей в защищенных, полузащищенных и открытых участках побережья. Обычно встречается как эпифит. Вегетирует в течение всего года.

*Распространение в мире.* Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная, Южная Америка, Карибские острова, западная Атлантика, Африка, о-ва Индийского океана, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (побережье Охотского и Японского морей); Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

1. Внешний вид растения (эпифит на *Chorda filum*) ►►
- 2,3. Органы вегетативного размножения (пропагулы) ►►



ПОРЯДОК DICTYOTALES  
СЕМЕЙСТВО DICTYOTACEAE

*Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux

Диктиота дихотомная

*Описание.* Растение плоское, повторно дихотомически разветвленное в одной плоскости, желтовато-бурого цвета, 10–20 см дл., вертикально растущее и стелющееся, образующее дернины. Ветви линейные или линейно-клиновидные, суживающиеся от основания растения к верхушкам, 5–8 мм шир. Вершины ветвей тупые, вильчато раздвоенные. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Растет в нижней литорали и сублиторали до глубины 2.5–3 м на скалистом и каменистом грунтах в полузащищенных участках побережья. Однолетнее. В массовых количествах водоросль развивается в конце июня и достигает расцвета в июле.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная и Южная Америка, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная и Юго-Восточная Азия (Вьетнам, Филиппины), Азия (Россия, Корея, Япония, Китай), Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана, Антарктические и Субантарктические острова.

*Использование.* В кулинарии, обладает антибиотической активностью, источник альгината и минералов (Ca, K, Mg, Cu, Fe, Zn).

1. В нижней литорали на скалистом грунте ▶▶
2. Внешний вид растения ▶▶
3. Увеличенный фрагмент растения ▶▶

1



2



3



ПОРЯДОК DICTYOTALES  
СЕМЕЙСТВО DICTYOTACEAE

*Dictyopteris divaricata* (Okamura) Okamura

Диктиоптерис растопыренный

*Описание.* Растение плоское, неправильно дихотомически разветвленное, 10-18 см дл., с центральным ребром в основании пластины и переходящим в плоскую жилку, оливкового или бурого цвета. Ветви широколинейные, 1-2 см шир. Ребро в нижней части слоевища покрыто волосками и выступает над поверхностью. Сорусы спорангиев образуют косые ряды вдоль ребра. Прикрепляется конической подошвой.

Растет на литорали и в верхней сублиторали на скалистом грунте в открытых участках залива, близких к открытым морским пространствам. Массовое развитие в июне-августе.

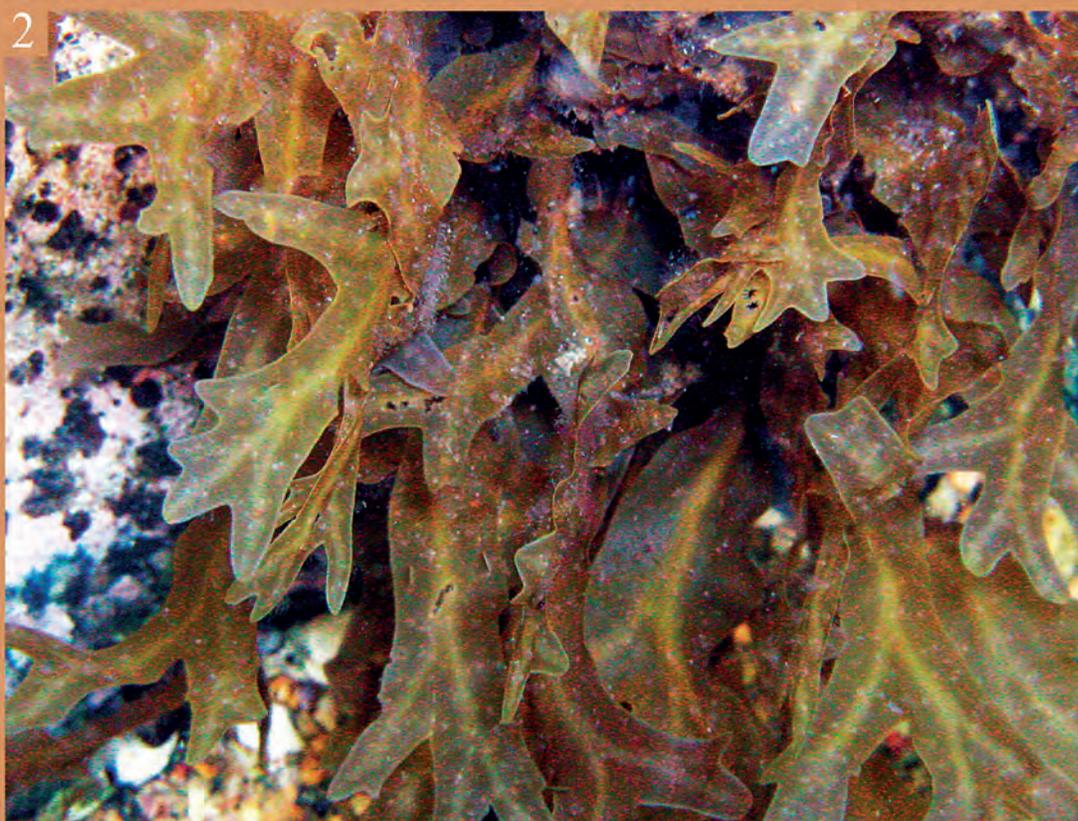
*Распространение в мире.* Европа, Атлантические острова, Южная Америка, Африка, Юго-Западная (Пакистан), Юго-Восточная (Филиппины) Азия, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия, Тайвань; Австралия и Новая Зеландия.

1. В нижней литорали на скалистом грунте ►►
2. Увеличенный фрагмент растения ►►

1



2



ПОРЯДОК FUCALES  
СЕМЕЙСТВО SARGASSACEAE

*Stephanocystis crassipes* (Mertens ex Turner) Draisma,  
Ballesteros, F. Rousseau et T. Thibaut

Стефаноцистис толстоногий

*Описание.* Растение кустистое, грубое, до 0.5–3 м дл., желтовато-бурого или оливкового цвета. Главная ось цилиндрическая, несущая ветви со всех сторон. Ветвление поочередное. Ветви первого порядка до 1.5 м. дл., с веретеновидными утолщениями в основании. Филлоиды линейно-ланцетовидные, развиваются в нижней части растения. Воздушные пузыри чётковидные (от двух до 4–5 продолговатых соединенных пузырей), развиваются в верхней части растения. Рецептакулы образуются на верхушках конечных веточек. Прикрепляется широкой конусовидной подошвой.

Растет в нижней литорали и сублиторали на скалистом грунте в открытых участках залива. Многолетнее. Активный рост наблюдается в осенне-зимний период. Пузыри образуются в мае, рецептакулы в июне.

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* В пищу. Сырье для получения пищевых и кормовых добавок. Промысловый вид.

1. В сублиторали на скалистом грунте ►►
2. Фрагмент растения с воздушными пузырями ►►

1



2



ПОРЯДОК FUCALES  
СЕМЕЙСТВО SARGASSACEAE

*Sargassum miyabei* Yendo

Саргассум Миябе

*Описание.* Растение кустистое, жесткое, плотное, до 2,5 м дл., оливкового цвета. Побег до 5 см дл., несущий длинные трехгранные или вальковатые ветви первого порядка. Из ветвей первого порядка развиваются короткие боковые ветви и веточки, несущие листовидные образования – филлоиды. Филлоиды клиновидные или ланцетовидные, часто асимметричные, до 5 см дл. и 4,5 мм шир. В средней и верхней частях слоевища развиваются многочисленные рецептакулы, мелкие ланцетовидные филлоиды (листочки) и воздушные пузыри овальной или эллипсоидной формы с шипиком на конце. Рецептакулы цилиндрические, суживающиеся кверху. Прикрепляется расширенным основанием стволика и ризоидами.

Растет в нижней литорали и в сублиторали, на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями и галькой грунтах, в полузащищенных и открытых участках побережья. Встречается отдельными поселениями или небольшими скоплениями. Многолетнее. У побережья Приморья однолетние боковые побеги вегетируют с марта по май. Потенциально промысловый вид.

*Распространение в мире.* Азия: Гонконг, Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское моря); Юго-Восточная Азия (Вьетнам, Филиппины).

*Использование.* В кулинарии, сырье для получения лечебно-профилактических препаратов, пищевых и кормовых добавок. Содержит полисахариды, обладающие иммуностимулирующей и противоопухолевой активностью.

- 1,2. В сублиторали на каменисто-песчаном грунте ►►
3. Фрагмент растения с воздушными пузырями ►►

1



2



3



ПОРЯДОК FUCALES  
СЕМЕЙСТВО SARGASSACEAE

*Sargassum pallidum* (Turner) C. Agardh

Саргассум бледный

*Описание.* Растение кустистое, обильно разветвленное, жесткое, грубое, до 2,5 м высотой, оливкового или желто-бурого цвета. Многолетний побег 10-20 см дл., несущий трехгранные или сдавленно вальковатые ветви 1-2 м дл. На этих ветвях развиваются боковые ветви с короткими веточками. Нижние филлоиды крупные, кожистые, 5-15 см дл., широколанцетовидные или яйцевидные, с зубчиками по краю или цельнокрайные, с ребром. Верхние филлоиды мелкие, узкие, линейные, без ребра. Пузыри шаровидной или обратнояйцевидной формы на короткой ножке. Рецептакулы цилиндрические, суживающиеся к верхушке, простые или разветвленные, развиваются в пазухах линейных веточек. Прикрепляется сплюсненной дисковидной или конической подошвой.

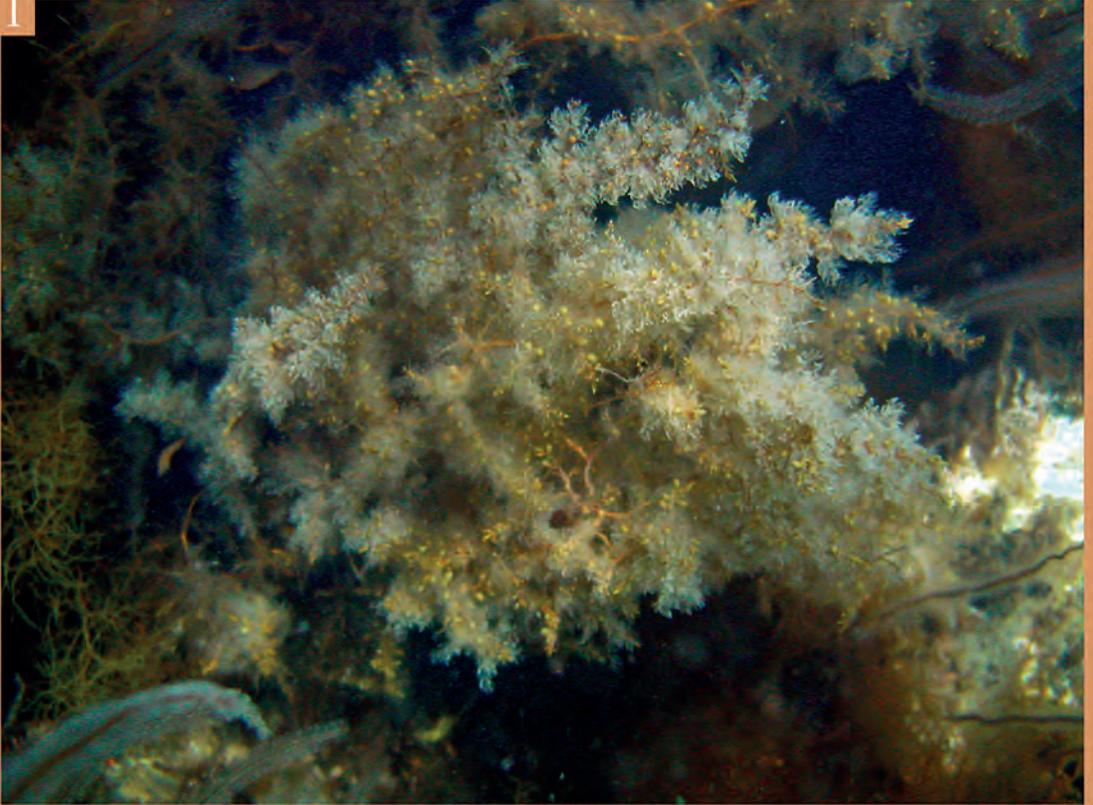
Растет в сублиторали на скалистом, каменистом и илисто-песчаном с камнями грунтах, в полузащищенных и открытых участках побережья. Встречается отдельными поселениями или образует небольшие скопления. Многолетнее. У побережья Приморья однолетние боковые побеги вегетируют с марта по май. Потенциально промысловый вид.

*Распространение в мире.* Азия: Китай, Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское моря); Юго-Восточная Азия (Индонезия).

*Использование.* В пищу, сырье для получения лечебно-профилактических препаратов, пищевых и кормовых добавок. Содержит полисахариды, обладающие иммуностимулирующей и противоопухолевой активностью.

1. В сублиторали на каменистом грунте ►►
2. Фрагмент растения с воздушными пузырями ►►►
3. Органы прикрепления (подошва) ►►

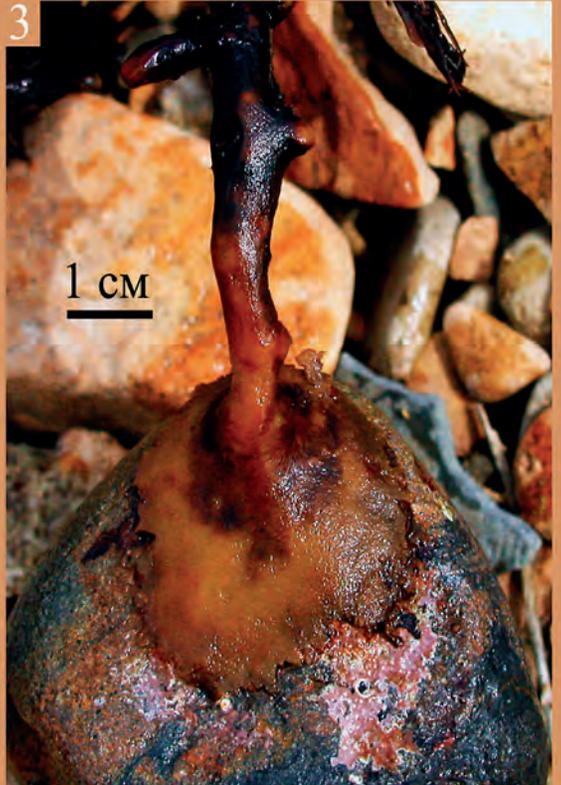
1



2



3



ПОРЯДОК FUCALES  
СЕМЕЙСТВО SARGASSACEAE

*Coccophora langsdorfii* (Turner) Greville

Коккофора Лангсдорфа

*Описание.* Растение кустистое, грубое, жесткое, от светло-коричневого до оливкового или темно-бурого цвета, 0.3-0.5 м дл. Состоит из короткого многолетнего побега и длинных боковых ветвей, покрытых филлоидами. В нижней части филлоиды язычковидные, 5-7 мм дл., 1 мм шир. В средней и верхней частях ветвей филлоиды нитевидные, разветвленные, 10-18 см дл. Язычковидные филлоиды обычно опадают. Рецептакулы шарообразные (до овальной формы) пузыри на ножке, собранные в кисть, развиваются в пазухах филлоидов. Растение прикрепляется широкой подошвой, которая разрастается во все стороны и дает новые вертикальные побеги. Вид занесен в Красную книгу Приморского края.

Растет в нижней литорали и в сублиторали на каменистом и песчаном с камнями грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Многолетнее. Молодое поколение (проростки) можно наблюдать ранней осенью и ранней весной. В конце лета и в начале осени появляются зачатки новых побегов, которые вырастают к октябрю.

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Корея, Россия.

1. В сублиторали на каменистом грунте (июль) ►►
2. В сублиторали на каменистом грунте. Вставка: веточка с рецептакулами (апрель) ►►

1



2



ПОРЯДОК FUCALES  
СЕМЕЙСТВО FUCACEAE

*Silvetia babingtonii* (Harvey) E.A. Serrão, T.O. Cho,  
S.M. Boo et Brawley

Сильвеция Бабингтона

*Описание.* Растение кустистое, кожистое, 15-20 см выс., темно-оливкового или желтовато-бурого цвета. Стволик почти цилиндрический, короткий. Ветвление дихотомическое, в одной плоскости. Ветви цилиндрические в нижней части, сдавленные в верхней, 0.15-0.4 (-0.8) см шир., без среднего ребра. Удлиненно-овальные воздушные пузыри, часто раздвоенные (выступающие с двух сторон) развиваются на ветвях, чаще в месте разветвления. Рецептатулы 3-4 см дл., широколинейные, с вильчатой верхушкой и раздутой нижней частью, развиваются на концах ветвей. Прикрепляется конусовидной подошвой.

Растет на литорали и в литоральных ваннах на скалистом грунте, в полузащищенных и открытых участках побережья. Образует самостоятельные пояса или смешанные с другими видами водорослей заросли. Многолетнее. У побережья Приморья рецептатулы появляются с апреля по ноябрь. Потенциально промысловый вид.

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* В пищу, сырье для получения пищевых и кормовых добавок.

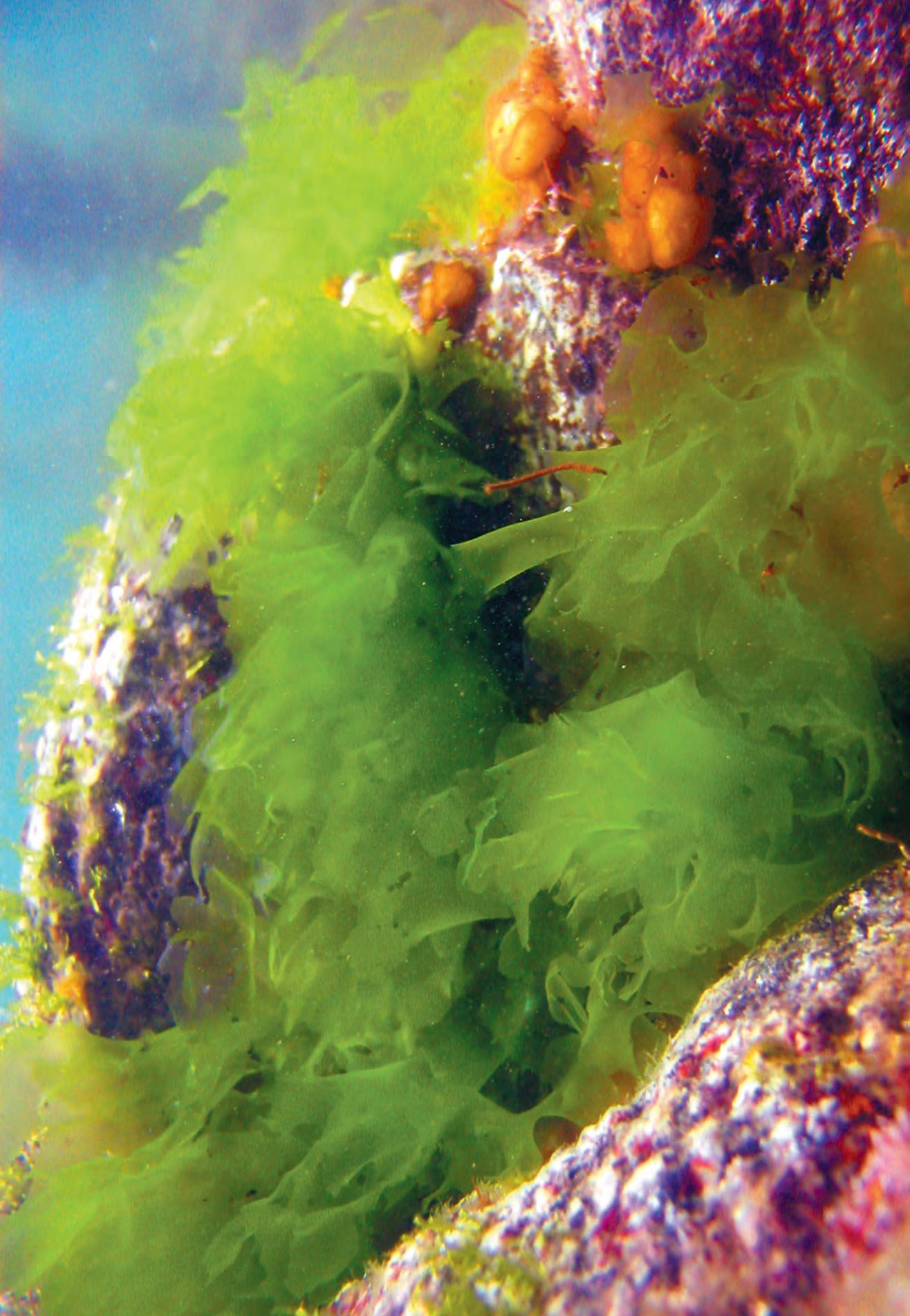
1. В верхней литорали во время отлива на скалах ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2







**ОТДЕЛ CHLORHOPHYTA**  
**ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ**

ПОРЯДОК ULOTRICHALES  
СЕМЕЙСТВО ACROSIPHONACEAE

*Urospora penicilliformis* (Roth) Areschoug

Уроспора кисточковидная

*Описание.* Растение слизистое, нитчатое, нежное, не разветвленное, темно-оливкового или оливково-зеленого цвета. Клетки в нижних частях нитей цилиндрические, 15–30 мкм шир., с отношением длины к ширине 0.5–2:1. Клетки в верхних частях нитей и в плодоносящих — бочонковидные или почти сферические, 50–100 мкм шир. В молодых нитях хлоропласт цельный и занимает всю клетку, в старых — он становится перфорированным, с 2–4 или бóльшим числом крупных пиреноидов. Прикрепляется ризоидами, отходящими по 1, реже по 2 от нескольких базальных клеток.

Растет в верхней литорали на скалистых и каменисто-глыбовых грунтах в открытых местах, подверженных прибою, часто образуя пояс. Хорошо развивается в опресненных и загрязненных районах. Редко эпифитирует и не имеет эпифитов. В заливе Петра Великого вегетирует с января по апрель.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная и Южная Америка, западная Атлантика, Азия (Китай, Япония, Корея, Россия), Австралия и Новая Зеландия, Антарктические и субантарктические острова.

1. Внешний вид растения (на камнях в верхней литорали) ►►

1



ПОРЯДОК ULVALES  
СЕМЕЙСТВО GOMONTIACEAE

*Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock

Монострома Гревилля

*Описание.* Растение пластинчатое, однослойное, нежное, 5–15 см дл., ярко-зеленого или темно-зеленого цвета. Молодое растение мешковидное, удлинненно-булавовидное до сферического, с возрастом разрывающееся почти до основания на лопасти. Прикрепляется небольшим базальным диском.

Растет на литорали и в верхней сублиторали на скалистом и каменистом грунтах, а также как эпифит на бурых и красных водорослях в открытых и полузащищенных участках побережья. Хорошо переносит опреснение, загрязнение бытовыми и промышленными стоками. Этот вид культивируют в странах Юго-Восточной Азии. У берегов Приморья вегетирует с января по июль.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная и Южная Америка, Африка, Азия: Япония, Корея, Россия (Дальний Восток); Антарктические и субантарктические острова.

*Использование.* В пищу, в народной медицине как ранозаживляющее и общеукрепляющее средство. Содержит витамины (А, В12, С) и минеральные вещества.

1. Внешний вид растения ►►

1



1 cm

ПОРЯДОК ULVALES  
СЕМЕЙСТВО ULVACEAE

*Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh

Ульва решетчатая

*Описание.* Растение трубчатое, простое, уплощенное с одиночными ветвями или обильно многократно разветвленное, в виде кустика 10–20 см выс., светло-зеленого цвета. Побег и ветви первых порядков до 1,5 см шир., конечные веточки тонкие, почти волосовидные, заканчивающиеся одним рядом клеток. Клетки с поверхности в молодых узких талломах располагаются продольными рядами, нарушающимися в старых частях. Клетки на поперечном срезе слоевища, прямоугольные, с отношением ширины к длине 1:1.3–3. Пиреноидов (2)–3–5(–12). Прикрепляется маленьким базальным диском.

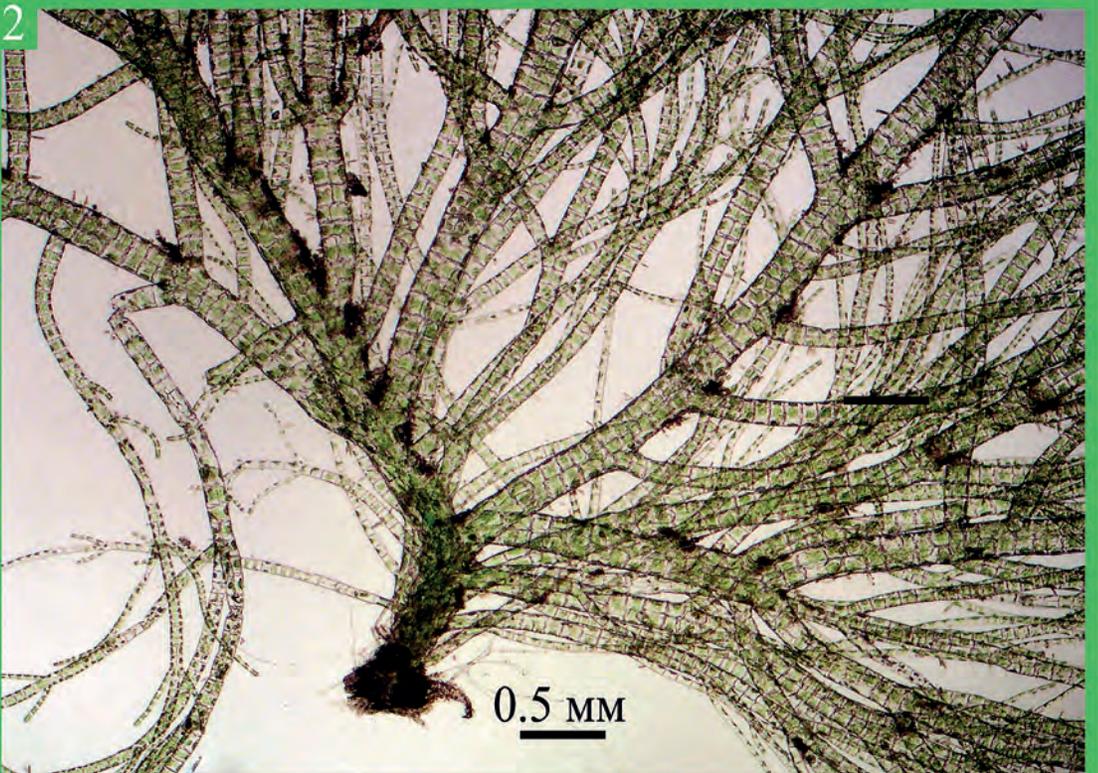
Растет на литорали и в верхней сублиторали на скалистом, каменистом и илисто-песчаном грунтах в защищенных от сильного волнения местах. Может выдерживать небольшое опреснение. Этот вид культивируют в некоторых странах Юго-Восточной Азии. У побережья Приморья вегетирует с февраля по ноябрь.

*Распространение в мире.* Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная, Южная Америка, Карибские острова, западная Атлантика, Африка, Юго-Западная и Юго-Восточная Азия, Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия, Тайвань.

*Использование.* В странах Юго-Восточной Азии в пищу (супы, салаты). Корм для животных. В сельском хозяйстве в качестве удобрения. Содержит антиоксиданты и обладает противоопухолевой и антибактериальной активностью.

1. Внешний вид свежесобранного растения ►►
2. Увеличенный фрагмент с органами прикрепления ►►

# CHLOROPHYTA



ПОРЯДОК ULVALES  
СЕМЕЙСТВО ULVACEAE

*Ulva flexuosa* Wulfen

Ульва извилистая

*Описание.* Растение трубчатое, иногда слегка сжатое, извилистое в верхней части, нежное, не разветвленное или скудно разветвленное, в основном в нижней части растения, темно-зеленого цвета до 20 см выс. Ветви 2-3(-7) мм шир. Клетки с поверхности располагаются продольными рядами по всему слоевищу, в молодых частях продольными и поперечными рядами. На срезе клетки квадратные, округлые или слегка вытянутые, 13,5-15×24 мкм. Пиреноидов 1-2, иногда 3-5. Прикрепляется к грунту маленькой подошвой.

Растет на литорали и в верхней sublиторали на каменистом грунте в полузащищенных участках побережья. Чаще обитает на мелководье в морских, солоноватых и почти пресных водах. Может выдерживать сильное загрязнение. Массовое развитие у побережья Приморья в августе и в сентябре. За весь вегетационный период сменяется несколько поколений.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная, Южная Америка, Карибские острова, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная, Юго-Восточная Азия, Азия: Китай, Япония, Россия, Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

*Использование.* В пищу.

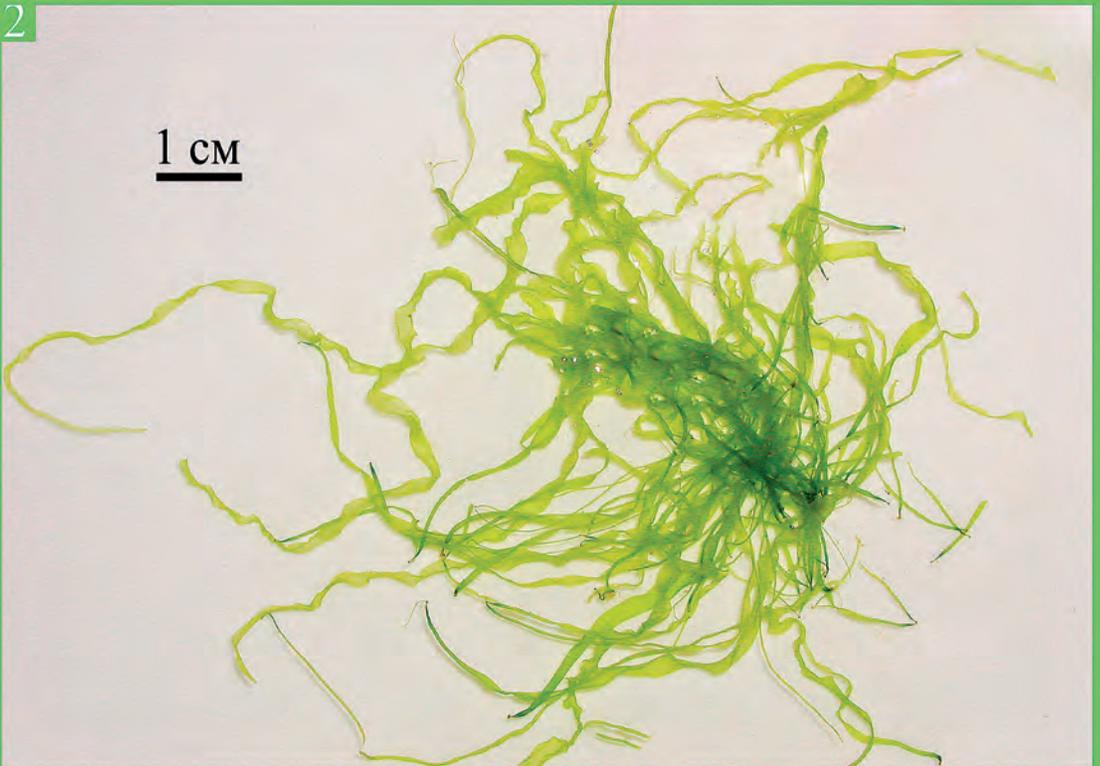
1. В нижней литорали (обрастание) ►►
2. Внешний вид (свежесобранное растение) ►►

# CHLOROPHYTA

1



2



ПОРЯДОК ULVALES  
СЕМЕЙСТВО ULVACEAE

*Ulva lactuca* Linnaeus

Ульва латук

*Описание.* Растение пластинчатое, двухслойное, перепончатое, цельное или перфорированное, овальной, ланцетовидной или неправильной формы, с волнистыми складчатыми краями. Слоевище сидячее или на короткой ножке с клиновидным или сердцевидным основанием пластины, 15–30(–100) см дл., от темно- до светло-зеленого цвета. Клетки с поверхности округло многоугольные 10–20 мкм шир. На поперечном срезе слоевища клетки почти квадратные или вытянутые в высоту. Хлоропласт чашевидный, с 1–3 пиреноидами. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

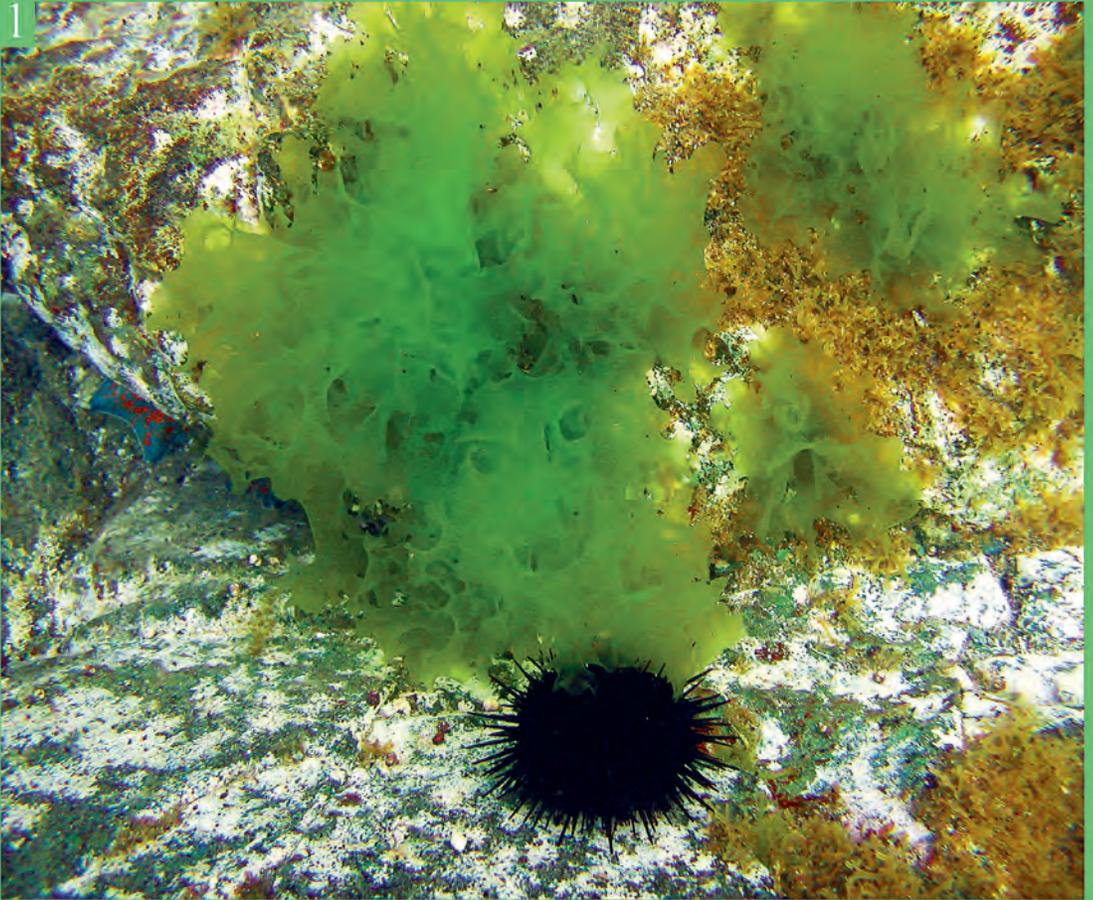
Растет в литоральной и сублиторальной зоне на всех типах грунтов — от скалистого до илистого с песком и ракушками, в защищенных и полузащищенных участках побережья. Vegetирует в течение всего года. Наибольшей массовости водоросль достигает в конце лета — начале осени.

*Распространение в мире.* Европа, Северная Америка, Африка, Юго-Западная и Юго-Восточная Азия, Азия: Япония, Россия.

*Использование.* В пищу, в народной медицине используется против подагры и чохотки, а также как ранозаживляющее, общеукрепляющее и противоглистное средство. Источник пищевых и кормовых добавок. Содержит большое количество витаминов (А, С, Е и группы В), минералов и каротина. Используют как удобрение в сельском хозяйстве. Потенциально промысловый вид. Культивируют в странах Юго-Восточной Азии.

- 1, 3. В нижней литорали на скалистом грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

# CHLOROPHYTA



ПОРЯДОК ULVALES  
СЕМЕЙСТВО ULVACEAE

*Ulva linza* Linnaeus

Ульва линзовидная

*Описание:* растение пластинчатое, двухслойное, линейно-ланцетовидной или овальной формы, с клиновидным или сердцевидным основанием, на трубчатой ножке или сидячее, ровное или волнистое по краям, до 50 (и более) см выс., 3–20 см шир., темно-зеленого или ярко-зеленого цвета. Слоевище чаще неразветвленное. Полость сохраняется в ножке и по краям пластины. Клетки с поверхности расположены рядами в большей части таллома. На срезе клетки 20–24 мкм выс., с отношением ширины к длине 1:1.2–2. Хлоропласт лопастной, пиреноид 1, редко 2. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой.

Растет на литорали и в верхней сублиторали на скалистом, каменистом, галечно-валунном и илесто-песчаном грунтах в защищенных и прибойных участках побережья. Выдерживает небольшое опреснение. Предпочитает воды богатые органикой. Этот вид культивируют в некоторых странах Юго-Восточной Азии. В заливе Петра Великого вегетирует с мая по декабрь.

*Распространение:* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная и Южная Америка, Карибские о-ва, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная Азия, Азия: Китай, Япония, Россия, Тайвань; Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана, Антарктические и субантарктические о-ва.

*Использование:* в пищу, в народной медицине как общеукрепляющее средство. Источник для получения пищевых и кормовых добавок. Богата белками, витаминами (особенно витамин С) и минеральными веществами. Обладает антимикробной активностью.

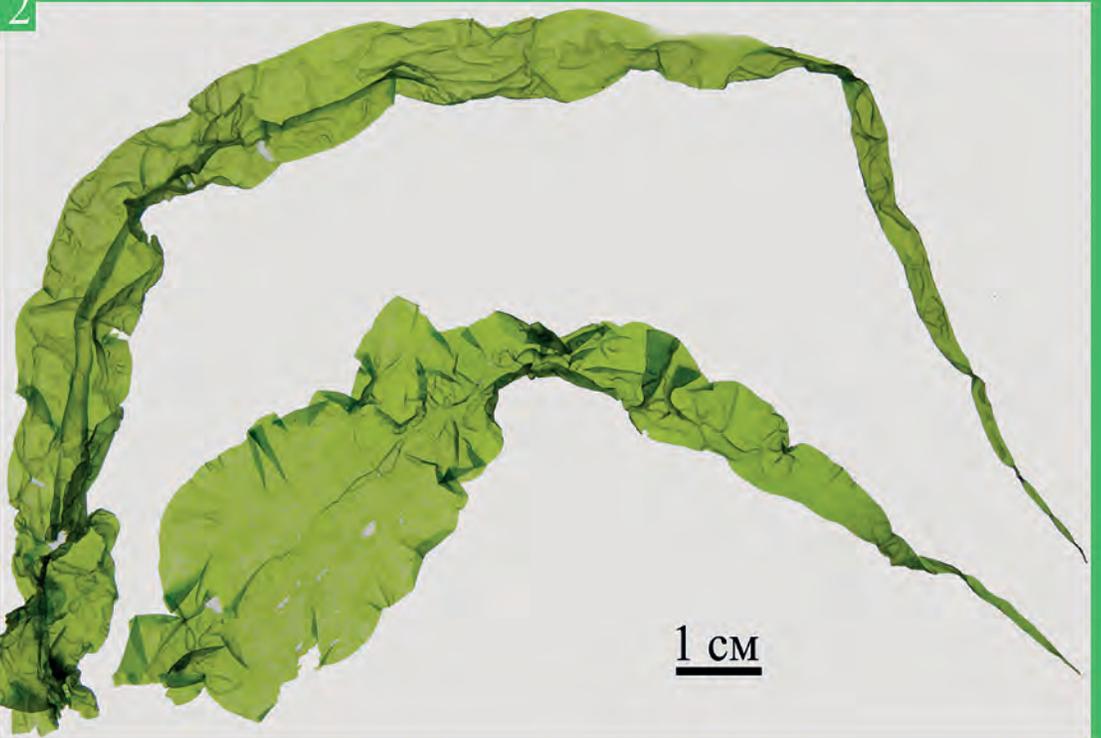
1. Скопление водорослей в нижней литорали на скалисто-каменистом грунте ►►
2. Внешний вид растения ►►

# CHLOROPHYTA

1



2



ПОРЯДОК ULVALES  
СЕМЕЙСТВО ULVACEAE

*Ulva prolifera* O.F. Müller

Ульва прорастающая

*Описание.* Растение трубчатое или уплощенное, простое или обильно разветвленное, пролиферирующее, на длинной трубчатой ножке, однослойное в пластинчатых талломах и полое по краям, 30–50(–100) см дл., до 7 см шир., светло-зеленого цвета. Ветвление поочередное или супротивное. Ветви и пролиферации трубчатые, разной длины и ширины, от волосовидных до 1 см шир. Клетки с поверхности в основании и в молодых узких частях расположены продольными рядами, которые нарушаются выше по слоевищу. На поперечном срезе клетки прямоугольные до 25 мкм выс., 10–20 мкм шир., с утолщенными оболочками с внутренней стороны таллома. Хлоропласт пластинчатый с четким лопастным краем, с 1, редко 2 пиреноидами. Прикрепляется к субстрату небольшой подошвой.

Растет на литорали, в литоральных лужах и в верхней sublиторали на каменистом и каменисто-песчаном грунтах в слабоприбойных участках побережья. Поселяется на различных антропогенных субстратах, в местах с загрязненной и опресненной водой. В заливе Петра Великого вегетирует с мая по декабрь.

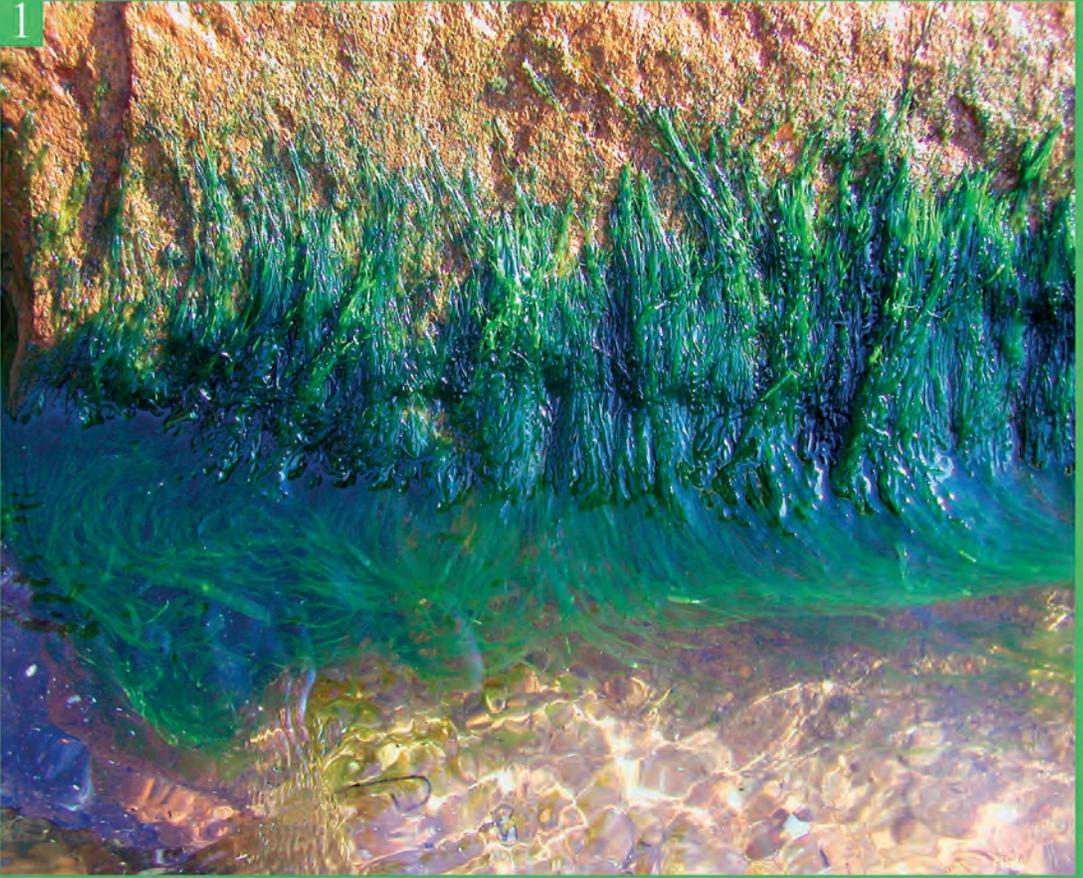
*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная Америка, Карибские острова, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная и Юго-Восточная Азия, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия, Тайвань; Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

*Использование.* В пищу (готовят салаты и супы), как приправа, в народной медицине как общеукрепляющее средство, источник пищевых добавок.

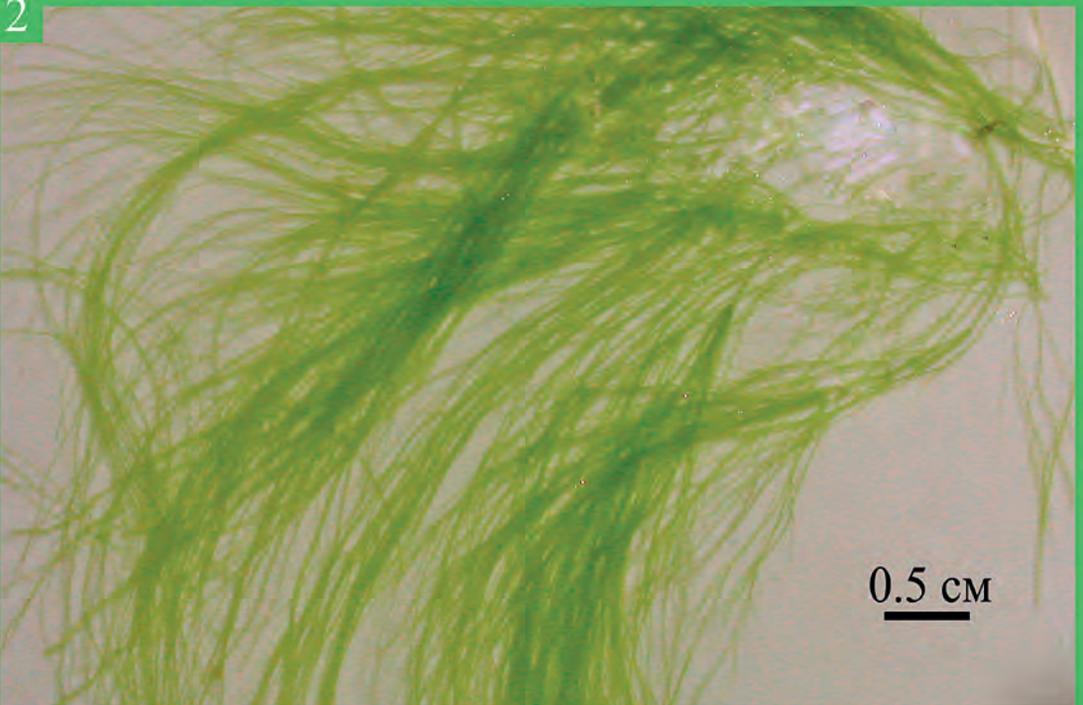
1. В верхней литорали на отвесной стенке валуна в ассоциации с *Ulva linza* ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

# CHLOROPHYTA

1



2



ПОРЯДОК CLADOPHORALES  
СЕМЕЙСТВО CLADOPHORACEAE

*Cladophora opaca* Sakai

Кладофора матовая

*Описание.* Растение кустистое, жесткое, 1–12 см дл., темно-, светло-зеленого или выцветающее до белого цвета. Кустики свободные или спутанные в основании. Ветвление дихотомическое. Ветви прямые или слегка извилистые. Ветви первого порядка в основании слоевища 45–130 мкм шир., с отношением ширины к длине клеток 1:3–12. Ветви последующих порядков 65–135 мкм шир., с отношением ширины к длине клеток 1:2–5(–14). Веточки последнего порядка прямые или с серповидно изогнутыми верхушками, (15)–25–50 мкм. Клетки цилиндрические или раздутые со слабыми перегородками на сочленениях. Прикрепляется ризоидами, сливающимися в дисковидную подошву.

Растет в литоральных лужах, а также в прибойных местах, с чистой, подвижной, хорошо аэрируемой водой, часто в расщелинах скал, а также встречается как свободноплавающая, образующая спутанные массы на грунте или на других видах водорослей. В заливе Петра Великого вегетирует весной, летом и осенью.

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Южная и Северная Корея, Россия (Японское, Охотское моря).

1. Внешний вид растения (на *Sargassum* sp.) ►►

1



0.5 cm

ПОРЯДОК CLADOPHORALES  
СЕМЕЙСТВО CLADOPHORACEAE

*Cladophora stimpsonii* Harvey

Кладофора Стимпсона

*Описание.* Растение кустистое, шелковистое, блестящее, мягкое, до 30 см дл., желтовато-зеленого цвета, образует небольшие дерновины, спутанные и перекрученные в основании и распадающиеся на пряди в верхней части. Ветвление дихотомическое или трихотомическое. Конечные веточки прямые, изредка слегка изогнутые, отходящие односторонне, поочередно или супротивно, 30–70(–100) мкм шир. Ветви первого порядка 130–240 мкм шир., с отношением ширины к длине клеток 1:3–16(–20). Ветви последующих порядков 105–155 мкм шир., с отношением ширины к длине клеток 1:1–9. Прикрепляется короткими ризоидами, сливающимися в дисковидную подошву.

Растет на литорали и в сублиторали на каменистом, скалистом и илистом грунтах, часто встречается на водорослях и створках моллюсков или свободноплавающая в защищенных и полузащищенных участках залива. У побережья Приморья вегетирует весной, летом и осенью.

*Распространение в мире.* Северная и Центральная Америка, Азия: Япония, Корея, Россия (Дальний Восток); Юго-Восточная Азия.

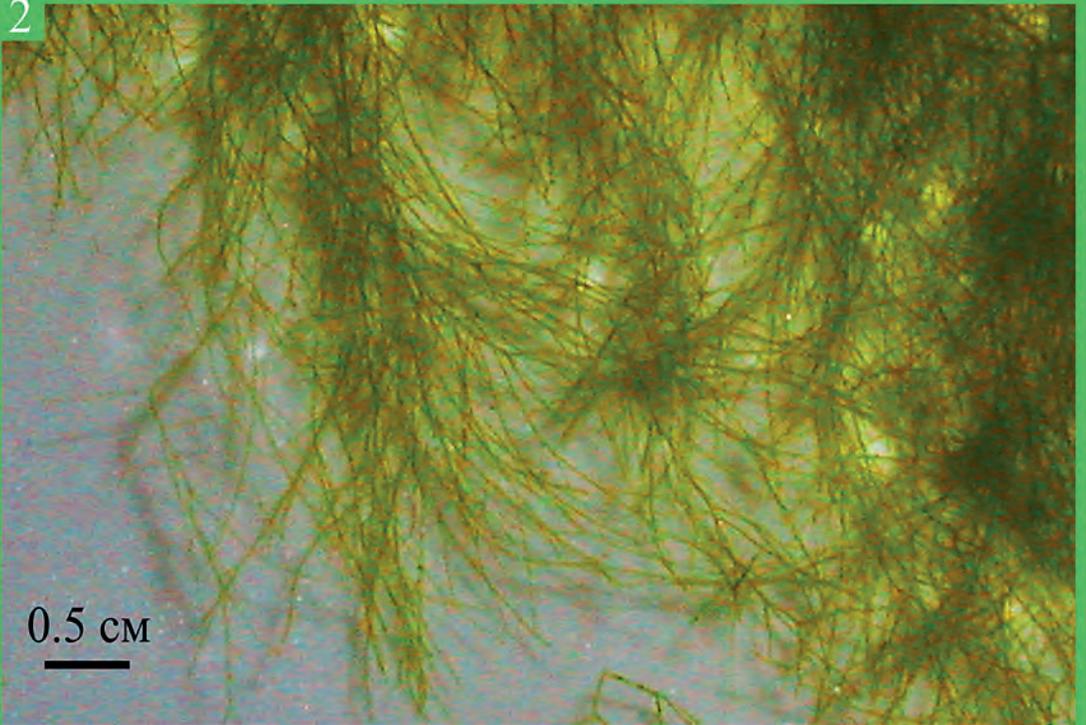
*Использование.* Как удобрение в сельском хозяйстве.

1. В нижней литорали (эпифит на *Neorhodomela aculeata*) ►►
2. Фрагмент растения ►►

1



2



0.5 cm

ПОРЯДОК CLADOPHORALES  
СЕМЕЙСТВО CLADOPHORACEAE

*Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützing

Хетоморфа льняная

*Описание.* Растение нитчатое, жесткое, однорядное, неразветвленное, 10–20 см дл., светло-зеленого или оливкового цвета. Клетки цилиндрические, слегка раздутые, суженные у перегородок, (100)–300–500(–700) мкм шир., с отношением ширины к длине 1:1–3. Базальная клетка удлинённая, 130–180 мкм шир., с отношением ширины к длине 1:4–7. Прикрепляется базальной клеткой с лопастным диском, часто свободноплавающее, образующее спутанные массы.

Растет на литорали, в литоральных лужах и в сублиторали на песчано-галечном грунте среди zostеры, часто в кутах бухт. Растения, растущие в сублиторали, отличаются от литоральных более жесткими и темно-зелеными нитями. В заливе Петра Великого развивается с мая по ноябрь.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная и Южная Америка, Карибские острова, западная Атлантика, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная и Юго-Восточная Азия, Азия: Япония, Корея, Тайвань, Россия; Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

*Использование.* Используют в сухом виде как упаковочный материал в некоторых странах Юго-Восточной Азии.

1. Скопление перепутанных водорослей в литоральных лужах ►►
- 2,3. Структура однорядных нитей ►►

# CHLOROPHYTA

1



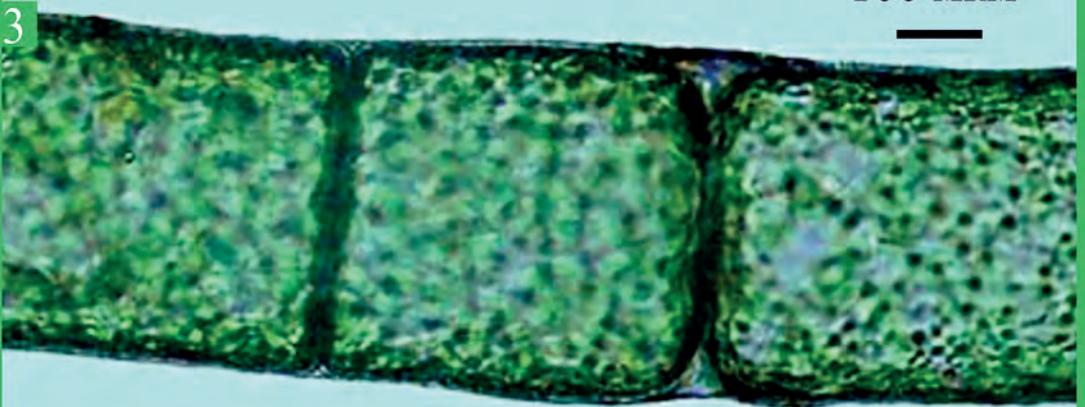
2



1 mm

100 MKM

3



ПОРЯДОК CLADOPHORALES  
СЕМЕЙСТВО CLADOPHORACEAE

*Chaetomorpha moniligera* Kjellman

Хетоморфа четконосная

*Описание.* Растение нитчатое, неразветвленное, мягкое, ярко-зеленого или желтовато-зеленого цвета. Нити 10–15 см дл., в основании состоят из цилиндрических или слабо раздутых клеток 0.5 мм шир., выше клетки бочонковидные до сферических, 1.5–2 мм в диам. Прикрепляется к грунту вытянутой базальной клеткой с дисковидным основанием.

Растет на литорали на скалистых и каменистых грунтах в защищенных от прибоя местах, близких к открытым морским пространствам. Образует густые или разреженные дерновины. В заливе Петра Великого развивается в июне-ноябре.

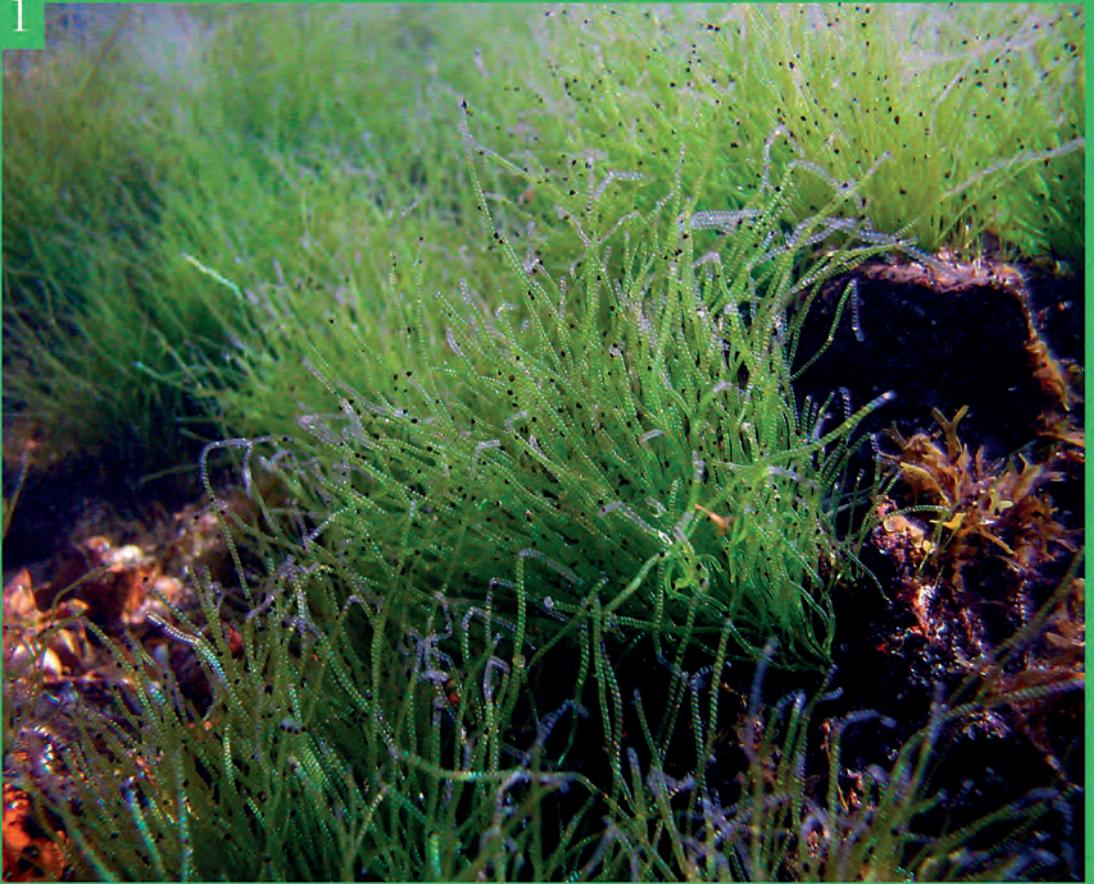
*Распространение в мире.* Азия: Япония, Корея, Россия (Охотское и Японское моря).

*Использование.* В сушеном виде как упаковочный материал в некоторых странах Юго-Восточной Азии.

1. На скалистом грунте в нижней литорали ►►
2. Однорядные нити с бочонковидными и сферическими клетками ►►
3. На отвесных участках скал в верхней литорали во время отлива ►►

# CHLOROPHYTA

1



2



3



ПОРЯДОК BRYOPSIDALES  
СЕМЕЙСТВО BRYOPSIDACEAE

*Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh

Бриопсис перистый

*Описание.* Растение кустистое, мягкое, 5–15 см дл., ярко- или темно- зеленого до оливкового цвета. Ветвление повторно перистое, в одной плоскости. Побег и ветви в нижней части оголены, в верхней части покрыты супротивно расположенными веточками, укорачивающимися к верхушке побега, придающие растению пирамидальное очертание. Конечные веточки слегка суживаются к вершине, с перетяжками в основании. Побег до 1,5 мм шир., веточки 70–150(–250) мкм шир. Прикрепляется ризоидами.

Растет на литорали и в верхней сублиторали на каменистом, скалистом и илисто-песчаном с камнями грунтах в защищенных, полузащищенных или в открытых участках залива. Вегетирует весной, летом и осенью.

*Распространение в мире.* Канада, Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная и Южная Америка, Карибские острова, западная Атлантика, Африка, о-ва Индийского океана, Юго-Западная и Юго-Восточная Азия, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия, Тайвань; Австралия и Новая Зеландия, о-ва Тихого океана.

1. На каменистом грунте в нижней литорали ►►
2. Фрагмент растения, показывающий супротивно расположенные веточки ►►

# CHLOROPHYTA

1



2



ПОРЯДОК BRYOPSIDALES  
СЕМЕЙСТВО CODIACEAE

*Codium fragile* (Suringar) Hariot

Кодиум ломкий

*Описание.* Растение кустистое, губчатое, ломкое, травяно-зеленого цвета, прикрепляется подошвой, от которой часто отрастает несколько побегов. Ветвление дихотомическое. Ветви цилиндрические, 2-4(-8) мм в диам. Пузыри булавовидно-цилиндрические, слегка перетянутые в средней части, до 370-530 мкм шир., 580-700 мкм дл., с тонкими оболочками. Верхушки пузырей округлые, широкие, тонкостенные, редко с шипом или с небольшим утолщением в апикальной части. Прикрепляется широким базальным диском.

Растет в нижней литорали и в верхней сублиторали на скалистом, каменистом и илисто-песчаном грунтах, часто встречается на створках моллюсков и водорослях в защищенных и полузащищенных участках залива. Массовое развитие водоросли летом и осенью.

*Распространение в мире.* Ирландия, Европа, о-ва Атлантического океана, Северная, Центральная и Южная Америка, Африка, Юго-Западная и Юго-Восточная Азия, Азия: Китай, Япония, Корея, Россия; Австралия и Новая Зеландия, Антарктические и субантарктические острова.

*Использование.* В обработанном виде в пищу, содержит витамины, минеральные (железо, йод) и белковые вещества. В странах Юго-Восточной Азии как антибактериальное и противоопухолевое средство.

1, 3. В сублиторали на каменистом грунте ►►

2. Внешний вид растения ►►

3. Опущенный внешний вид растению придают бесцветные волоски ►►

# CHLOROPHYTA

1



2



3



ПОРЯДОК BRYOPSIDALES  
СЕМЕЙСТВО CODIACEAE

*Codium yezoense* (Tokida) K.L. Vinogradova

Кодиум иезоенский

*Описание.* Растение кустистое, губчатое, грубое, до 40 см выс., темно-зеленого цвета. Ветвление сближенно дихотомическое. Ветви цилиндрические, 4–5 мм шир. Верхушки ветвей иногда вильчато разделенные, округлые. Пузыри без шипа, узко- и широкоцилиндрические, с неровной поверхностью, 75–400 мкм шир., 530–980 мкм дл. Верхушки пузырей уплощенные, округлые или конические, с утолщенной слоистой оболочкой. Прикрепляется дисконидной подошвой, от которой, как правило, вырастает одно растение.

Растет в нижней литорали и в сублиторали на илистом, илисто-песчаном с камнями и ракушечником грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Обычно встречается одиночными растениями или небольшими группами. Вегетирует в течение всего года. Массовое развитие у побережья Приморья летом и осенью.

*Распространение в мире.* Азия: Япония, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* В пищу, в народной медицине как противоглистное и общеукрепляющее средство, источник биологически активных веществ. Богат витаминами и минеральными веществами.

1. В сублиторали на скалисто-каменистом грунте ►►
2. Внешний вид растения ►►

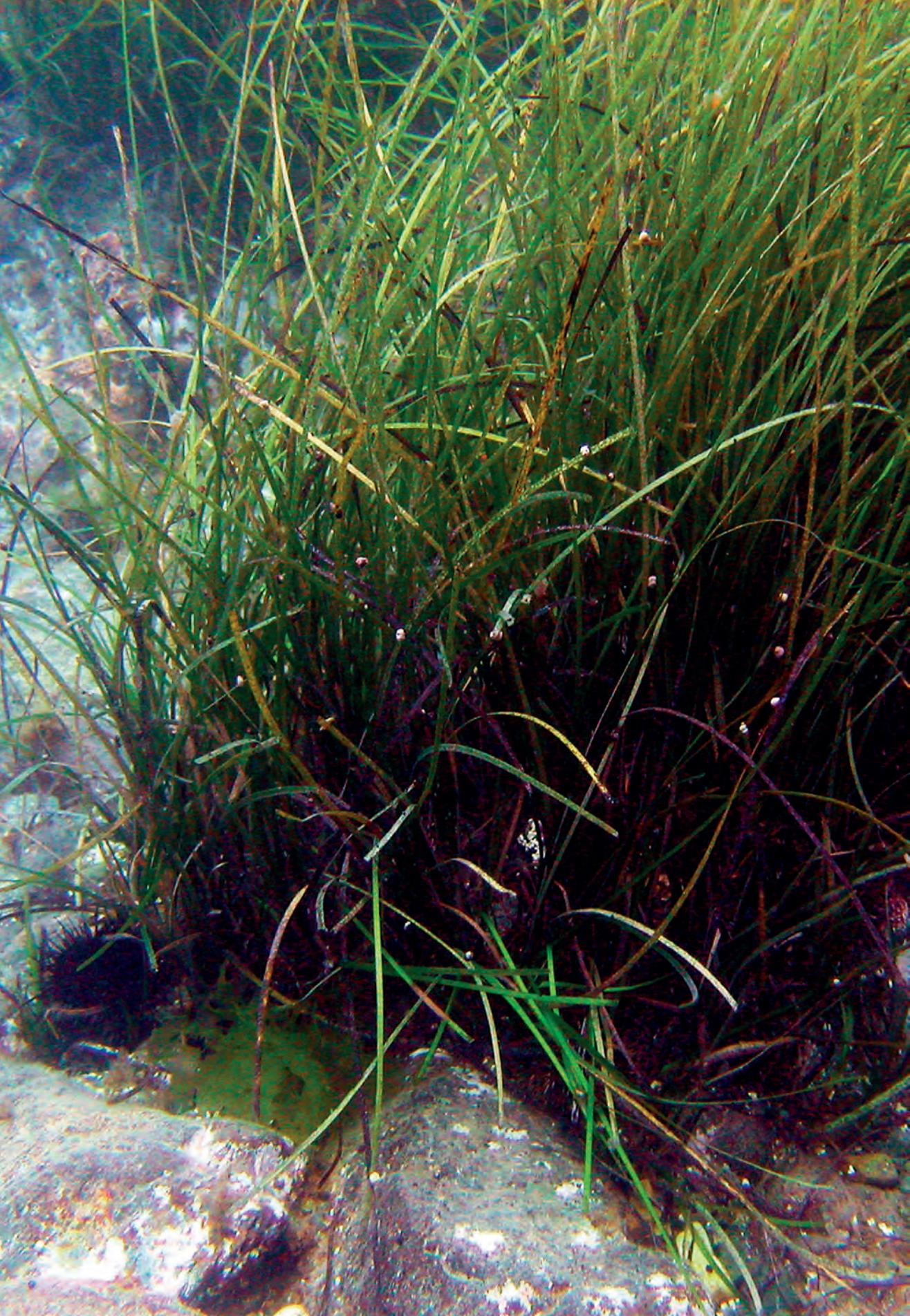
# CHLOROPHYTA

1



2







**ОТДЕЛ MAGNOLIOPHYTES**  
**ЦВЕТКОВЫЕ РАСТЕНИЯ**

ПОРЯДОК NAJADALES  
СЕМЕЙСТВО ZOSTERIACEAE

*Phyllospadix iwatensis* Makino  
Филлоспадикс иватенский

*Описание.* Растение состоит из жестких ярко-зеленых в молодом состоянии линейных листьев, до 180 см дл. и 1.5–4 см шир., с 5-ю параллельными жилками, зубчатые по краю. Пучки листьев отрастают от мощной подошвы, образованной ползучим корневищем. Репродуктивные побеги образуются редко и состоят из одного соцветия на короткой ножке, отходящей у основания вегетативных побегов.

Растет в сублиторали на подводных камнях и скалах в открытых и защищенных участках побережья. Образует плотные обширные заросли. Промысловый вид.

Растение многолетнее. Появление соцветий у побережья Приморья начинается с середины марта. В конце мая начинается цветение. В сентябре происходит высыпание семян, затем цветоносный побег разрушается и отмирает.

*Распространение в мире.* Японское море: материковое побережье, западное побережье о-ва Сахалин; Курильские острова.

*Использование.* Производят лечебно-профилактические препараты, пищевые, кормовые добавки, удобрения. Содержит зостерин.

1. В сублиторали среди камней ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



ПОРЯДОК NAJADALES  
СЕМЕЙСТВО ZOSTERACEAE

*Zostera marina* L.

Взморник морской

*Описание.* Растение состоит из пучка линейных листьев ярко-зеленого цвета, до 2 м 80 см дл. и до 0.5–0.9 см шир., с ровным краем и округлыми верхушками. Жилок 5–7. Корневище ползучее, вальковатое, укореняющееся на узлах. Репродуктивные побеги образуются редко.

Растет в нижней литорали и сублиторали, в защищенных участках побережья с песчаным и песчано-илистым дном. Образует обширные подводные заросли. При образовании генеративных побегов значительно увеличивается масса растения.

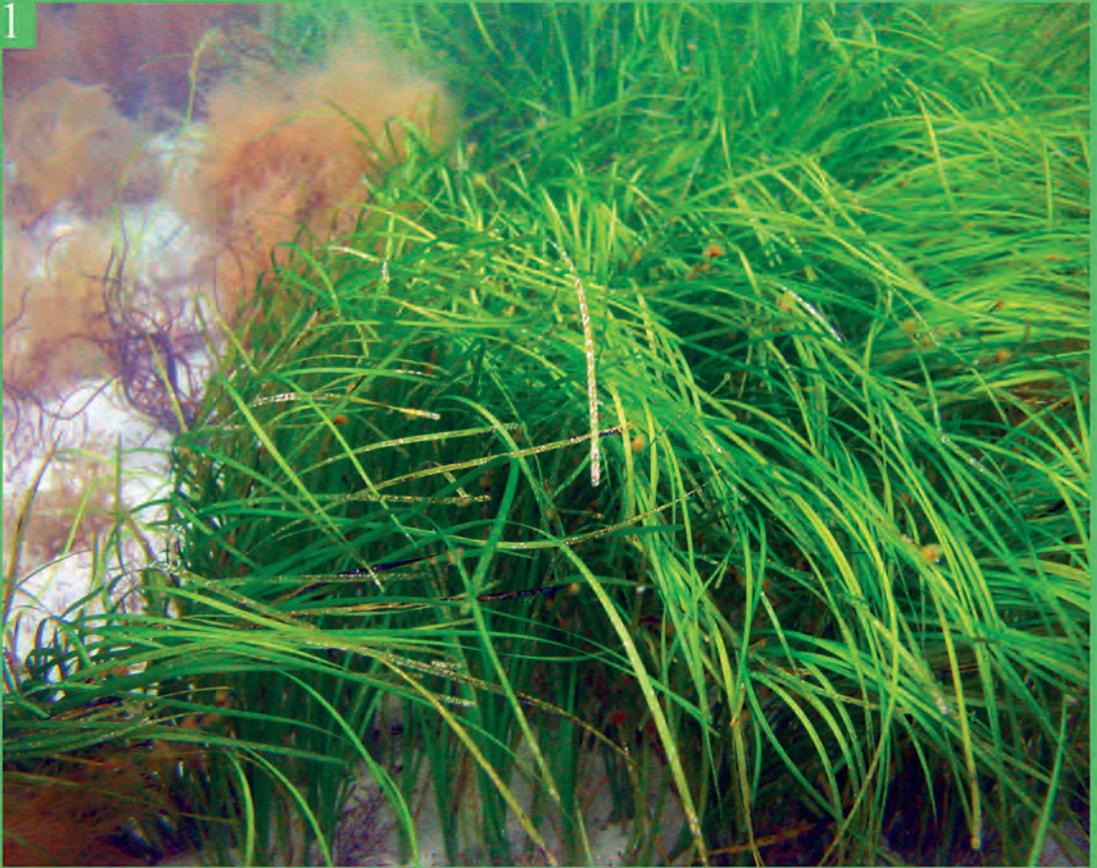
Растение многолетнее. Весной начинается активный рост вегетативных побегов и листьев. Цветоносные побеги у побережья Приморья появляются в начале мая. В конце лета наблюдается высыпание семян, затем цветоносный побег разрушается и отмирает.

*Распространение в мире.* Европейская часть Кавказа, Скандинавия, Европа, Япония, Китай, Северная Америка, Россия (Японское, Охотское моря).

*Использование.* Производят лечебно-профилактические препараты, пищевые, кормовые добавки, удобрения. Содержит zostерин. Промысловый вид.

1. В сублиторали на песчаном грунте ►►
2. Внешний вид свежесобранного растения ►►

1



2



## УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ МАКРОФИТОВ

<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> .....	20, 48, 50, 88, 98
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> .....	50, 88
<i>Agarum clathratum</i> .....	28,31, 53, 186
<i>Analipus japonica</i> .....	52
<i>Bryopsis plumosa</i> .....	54, 238
<i>Callophyllis rhynchocarpa</i> .....	50, 90
<i>Campylaephora crassa</i> .....	50, 106
<i>Campylaephora hypnaeoides</i> .....	50, 108
<i>Ceramium cimbricum</i> .....	50, 110
<i>Ceramium japonicum</i> .....	48, 50, 112
<i>Ceramium kondoi</i> .....	48, 51, 114, 124
<i>Chaetomorpha linum</i> .....	54, 234
<i>Chaetomorpha moniligera</i> .....	48, 54, 236
<i>Champia parvula</i> .....	48, 51, 142
<i>Chondria dasyphylla</i> .....	51, 120
<i>Chondria decipiens</i> .....	51, 122
<i>Chondrus armatus</i> .....	20, 49, 74, 254
<i>Chondrus pinnulatus</i> .....	49, 76
<i>Chondrus yendoi</i> .....	49, 78
<i>Chorda filum</i> .....	30, 47, 48, 53, 58, 182, 198, 263
<i>Chordaria flagelliformis</i> .....	52, 154, 160, 166
<i>Chrysiomenia wrightii</i> .....	52, 146
<i>Cladophora opaca</i> .....	54, 230
<i>Cladophora stimpsonii</i> .....	54, 232
<i>Coccophora langsdorfii</i> .....	54, 96, 124, 142, 210
<i>Codium fragile</i> .....	38, 40, 55, 240, 255, 261
<i>Codium yezoense</i> .....	55, 242
<i>Coilodesme japonica</i> .....	52, 156
<i>Colpomenia peregrina</i> .....	47, 52, 170
<i>Corallina pilulifera</i> .....	26, 48, 49, 66
<i>Costaria costata</i> .....	28, 31, 35, 53, 188
<i>Dasya sessilis</i> .....	51, 116
<i>Delesseria serrulata</i> .....	51, 118
<i>Desmarestia ligulata</i> .....	53, 178
<i>Desmarestia viridis</i> .....	48, 53, 180
<i>Dictyopteris divaricata</i> .....	48, 53, 202
<i>Dictyota dichotoma</i> .....	34, 48, 53, 200
<i>Dictyosiphon chordaria</i> .....	52, 160
<i>Fucus evanescens</i> .....	32, 37, 54
<i>Gloiopeltis furcata</i> .....	48, 50, 86
<i>Gloiosiphonia capillaris</i> .....	49, 82
<i>Gracilariopsis longissima</i> .....	18, 19, 20
<i>Grateloupia acuminata</i> .....	50, 92
<i>Grateloupia divaricata</i> .....	50, 94
<i>Grateloupia turuturu</i> .....	11, 47, 50, 96
<i>Halosaccion glandiforme</i> .....	52, 150

<i>Janczewskia morimotoi</i> .....	47, 51, 126
<i>Laurencia nipponica</i> .....	26, 51, 72, 124, 126
<i>Leathesia marina</i> .....	47, 52, 130, 164
<i>Lithothamnium phymatodeum</i> .....	49, 68
<i>Lomentaria hakodatensis</i> .....	48, 51, 144
<i>Mastocarpus pacificus</i> .....	49, 72
<i>Masudaphycus irregularis</i> .....	49, 70
<i>Mazzaella japonica</i> .....	49, 80
<i>Monostroma grevillei</i> .....	54, 218
<i>Nemalion vermiculare</i> .....	47, 48, 49, 60
<i>Neorhodomela aculeata</i> .....	48, 51, 112, 120, 128, 232
<i>Neorhodomela munita</i> .....	51, 130
<i>Neosiphonia japonica</i> .....	48, 51, 132
<i>Pachyarthron cretaceum</i> .....	49, 64
<i>Palmaria stenogona</i> .....	26, 50, 102
<i>Phyllospadix iwatensis</i> .....	45, 47, 48, 55, 246
<i>Polysiphonia morrowii</i> .....	26, 48, 51, 134
<i>Polysiphonia yendoi</i> .....	51, 136
<i>Porphyra inaequicrassa</i> .....	49, 58
<i>Ptilota filicina</i> .....	50, 104
<i>Pseudochorda nagaii</i> .....	53, 184
<i>Punctaria plantaginea</i> .....	35, 36, 48, 52, 162
<i>Ralfsia fungiformis</i> .....	52, 174
<i>Ralfsia verrucosa</i> .....	53, 176
<i>Saccharina angustata subsp. siberica</i> .....	53, 190
<i>Saccharina cichorioides</i> .....	53, 192
<i>Saccharina japonica</i> .....	28, 53, 194
<i>Sargassum miyabei</i> .....	16, 17, 54, 206, 258
<i>Sargassum pallidum</i> .....	30, 36, 54, 116, 120, 124, 208
<i>Saundersella simplex</i> .....	32, 52, 166
<i>Scytosiphon lomentaria</i> .....	34, 36, 47, 52, 172
<i>Silvetia babingtonii</i> .....	37, 54, 212
<i>Sparlingia pertusa</i> .....	52, 148
<i>Sphacelaria rigidula</i> .....	53, 198
<i>Sphaerotrichia divaricata</i> .....	52, 158
<i>Stephanocystis crassipes</i> .....	48, 54, 156, 204
<i>Symphyocladia latiuscula</i> .....	51, 138
<i>Symphyocladia marchantioides</i> .....	51, 140
<i>Tichocarpus crinitus</i> .....	26, 50, 84, 258
<i>Ulva clathrata</i> .....	54, 220
<i>Ulva flexuosa</i> .....	54, 222
<i>Ulva lactuca</i> .....	18, 41, 42, 54, 224, 256, 258
<i>Ulva linza</i> .....	48, 54, 226, 228
<i>Ulva prolifera</i> .....	54, 228
<i>Undaria pinnatifida</i> .....	29, 34, 37, 53, 196, 259
<i>Urospora penicilliformis</i> .....	54, 216
<i>Zostera marina</i> .....	48, 55, 248, 259

## Используемые биологические и географические термины

**Биологически активные вещества** — органические соединения, участвующие в осуществлении каких-либо функций организма и обладающие высокой специфичностью действия.

**Вид** — главная таксономическая категория биологической систематики, используемая для обозначения основной единицы в классификации живых организмов, характеризующихся общностью происхождения, приспособленных к жизни в определенных условиях среды, имеющих морфофизиологическое и биохимическое сходство, свободно скрещивающихся между собой, оставляя плодовитое потомство, репродуктивно изолированных от других таких единиц, населяющих определенный ареал и сходно изменяющихся под влиянием факторов окружающей среды. Низший таксон в биологической систематике.

**Гаметангий** — орган (вместилище), в котором образуются гаметы, половые клетки, сливающиеся в процессе оплодотворения.

**Гаметофит** — растение, на котором развиваются органы полового размножения.

**Концептакулы** — полости в слоевище, включающие органы размножения (открываются одной или несколькими порами).

**Криптостома** — углубление на поверхности слоевища с волосками.

**Литораль** (от лат. *litus* — берег; *litoralis* — береговой, прибрежный) — верхняя зона морского дна, расположенная на границе с суши в сфере воздействия приливо-отливных колебаний моря, периодически заливаемая водой и обнажаемая.

**Моноспорангий** — спорангий, в котором развивается единственная спора.

**Парафизы** — короткие клеточные нити или одиночные клетки, развивающиеся вместе с органами размножения (играют защитную роль).

**Пролификации** — выросты на слоевище, подобные ему самому.

**Пропагула** — (от лат. *propago* — развожу, распространяю). Органы вегетативного размножения (выводковые почки, луковички, отводки).

**Рецептакулы** — утолщенная часть верхних ветвей бурых фукусовых водорослей, на которой развиваются органы размножения.

**Ризоиды** — нитевидные корнеподобные образования, служащие для прикрепления таллома к субстрату.

**Слизевые ходы** (вместилища) — длинные каналы, замкнутые полости или отдельные клетки, заполненные слизью.

**Сообщество** — совокупность живых организмов.

**Сорус** — группа органов размножения на поверхности слоевища.

**Спорангий** — вместилище спор, орган бесполого размножения.

**Спорофилл** — специальный пластинчатый орган, в котором образуются спорангии.

**Спорофит** — растение, на котором развиваются органы бесполового размножения.

**Стихии** — специализированные ветви ограниченного роста, в которых развиваются спорангии.

**Столон** — стелющийся побег.

**Сублитораль** — (от лат. *sub* — под и *litoralis* — береговой, прибрежный) — полоса морского дна, лежащая между уровнем самого низкого отлива и нижней границей произрастания водорослей (до 200–500 м) в морях и озерах.

**Супралитораль** — (от лат. *supra* — над, выше и литораль), биологическая зона на границе моря и суши, расположенная выше уровня максимального прилива. Эпизодически покрывается водой при ветровых нагонах. Иногда супралитораль рассматривается как верхний горизонт литорали.

**Таллом** (слоевище) — тело водорослей и некоторых высших споровых растений (печеночные мхи), не имеющее разделения на стебель, листья и корни.

**Филлоиды** — листовидные выросты на слоевищах фукусовых.

**Хлоропласт** — (от греч. *chloros* — зеленый + *plastos* — вылепленный) — оргanelлы растительных клеток, в которых протекает процесс фотосинтеза.

**Хлорофилл** — (от греч. *chloros* — зеленый + *phyllon* — лист) — пигмент растений, играющий ключевую роль в процессе фотосинтеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

Атлас массовых видов водорослей и морских трав российского Дальнего Востока / В.Д. Дзизюров, В.Н. Кулепанов, Т.В. Шапошникова, М.В. Суховеева, И.С. Гусарова, Н.В. Иванова; Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. 327 с.

Атлас океанов. Тихий океан /Фалеев В.И., Демин А.А./ 1974. 302 с.

Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 355 с.

Бровко П.Ф. Географические очерки. Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 2003. 176 с.

Бухрякова А.К., Леванидов И.П. Химический состав ламинариевых Сахалино-Курильского района // Раст. Ресурсы. Л.: Наука, 1969. С. 183–187.

Виноградова К.А. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. Л.: Наука, 1979. 147 с.

Водоросли. Справочник / С.П. Вассер [и др.]; Киев: Наук. Думка, 1989. 608 с.

Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. Л., 1969. 228 с.

Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М.; Л.: Наука, 1967. 398 с.

Камнев А.Н. Структура и функции бурых водорослей. М.: МГУ, 1989. 200 с.

Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова А.П. Морские водоросли и травы дальневосточных морей. М.: Пищ. пром-сть, 1981. 113 с.

Клочкова Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива (Японское море) и особенности ее формирования. Владивосток: Дальнаука, 1996. 291 с.

Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод, 2009. Т. I. 217 с.

Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод, 2009. Т. II. Красные водоросли. 302 с.

Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Владивосток: АВК «Апельсин», 2008. 688 с.

*Лоция Японского моря.* Северо-западная часть моря от реки Тюмень-Ула до мыса Белкина. Часть I, 1972. 287 с.

*Мирошников В.И.* Зостера как промышленное сырье // Прикладная химия. 1940. Т. 13. № 10. С. 1477–1489.

*Перестенко А.П.* Водоросли залива Петра Великого. Л.: Наука, 1980. 231 с.

*Перестенко А.П.* Красные водоросли дальневосточных морей России. Санкт-Петербург: Изд-во «Ольга», 1994. 331 с.

*Петренко В.С.* Рельеф и донные осадки северной части залива Посъета. Вопросы географии Тихого океана и Притихоокеанских районов. Владивосток, 1975. С. 24–32.

*Подкорытова А.В., Кадникова И.А., Усов А.И.* Красная водоросль *Chondrus armatus* (Harv.) Okam. (Gigartinales), ее химический состав, содержание каррагинана // Раст. рес. 1994. Вып. 1–2. С. 79–88.

*Репина О.И., Муравьева Е.А., Подкорытова А.В.* Химический состав промысловых бурых водорослей Белого моря // Труды ВНИРО. 2004. Т. 143. С. 93–99.

*Сосудистые растения советского Дальнего Востока.* Т.2. / Отв. Ред. С.С. Харкевич. Л.: Наука, 1987. 446 с.

*Судницина Д.Н.* Экология водорослей Псковской области / Учеб. пос. Псков: ПГПУ, 2005. 128 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.

*Титлянов Э.А., Пешеходько В.М.* О транспорте ассимилятов в талломах морских прикрепленных водорослей // Транспорт ассимилятов и отложение веществ в запас у растений. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1973. С. 137–140.

*Титлянов Э.А.* Адаптация водорослей и кораллов к свету. Дис д-ра биол. наук. Севастополь, 1983. 606 с.

*Титлянов Э.А., Новожилов А.В., Чербаджи И.И.* Анфельция тобучинская. М.: Наука, 1993. 223 с.

*Усов А.И.* Проблемы и достижения в структурном анализе сульфатированных полисахаридов красных водорослей // Химия растительного сырья. 2001. № 2. С. 7–20.

*Усов А.И., Клочкова Н.Г.* Бурые водоросли Камчатки как источник маннита // Биорг. химия. 1994. Т. 20. № 11. С. 1236–1241.

*Усов А.И., Смирнова Г.П., Клочкова Н.Г.* Полисахариды водорослей. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки // Биоорган. химия. 2001. Т. 27. С. 444–448.

*Хотимченко С.В.* Фосфолипиды морских водорослей // Химия природных соединений. 1985. № 3. С. 404–405.

*Хотимченко С.В.* Липиды морских водорослей-макрофитов и трав. Структура, распределение, анализ. Владивосток: Дальнаука, 2003. 230 с.

*Шмелькова А.П., Митина Л.Л., Зимина Л.С.* Химический состав некоторых видов бурых водорослей // Исслед. по технол. рыб. продуктов. Владивосток: ТИНРО, 1973. Вып. 4. С. 80–85.

Abbott I. A., Hollenberg G.J. Marine algae of California. Stanford, California: Stanford University Press, 1976. 827 p.

Aguilera-Morales M., Casas-Valdes M., Carrillo-Dominiguez S., Gonzales-Acosta, Perez-Gil F. Chemical composition and microbiological assays of marine algae *Enteromorpha* spp. As a potential food source // J. Food Compos. Analysis. 2005. Vol. 18(1). P. 79–88.

Ambrosio A.L., Sanz L., Sanches E.I., Wolfenstein-Todel C., Calvete J.J. Isolation of two novel mannan- and L-fucose-binding lectins from the green alga *Enteromorpha prolifera*: biochemical characterization of EPL-2 // Arch. Biochem. Biophys. 2003. Vol. 415. P. 245–250.

Anggadiredja J., Andyani R., Hayati, Muawanah. Antioxidant activity of *Sargassum polycystum* (Phaeophyta) and *Laurencia obtusa* (Rhodophyta) from Serubu Islands // J. Appl. Phycol. 1997. Vol. 9. P. 477–479.

Araki S., Eichenberger W., Sakurai T., Sato N. Diacylglycerylhydroxymethyl-trimethyl-b-alanine (DGTA) and phosphatidylcholine in brown algae // Plant Cell Physiol. 1991. Vol. 32 № 5. P. 623–628.

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

Aydogmus Z., Imre S., Ersoy L., Wray V. Halogenated secondary metabolites from *Laurencia obtusa* // Nat. Prod. Res. 2004. Vol. 18. № 1. 43–49.

Bhaskar N., Miyashita K. Lipid composition *Padina tetrastratica* (Dictyotales, Phaeophyta), a brown seaweed of the west coast of India // Indian J. Fish. 2005. Vol. 52. P. 263–268.

Bisalputra T., Bisalputra A.A. The ultrastructure of chloroplast of a brown alga *Sphacelaria* sp. I. Plastid DNA configuration — the chloroplast genophore // J. Ultrastruct. Res. Vol. 29. № 1. P. 151–170.

Bold H.C., Wynne M.J. Introduction to the Algae. Structure and Reproduction: 2nd Edition. New York: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1978. 706 p.

Boney A.D. A biology of marine algae. London: Hutchinson Educational, 1966. 148 p.

Chapman V.J., Chapman D.J. Seaweeds and their uses. London; New York: Chapman and Hall, 1980. 334 p.

Chernikov O.V., Chikalovets I.V., Molchanova V.I., Pavlova M.A., Lukyanov P.A. Algae of Peter the Great Bay of the Sea of Japan as a source of lectins // Rus. J. Mar. Biol. 2007. Vol. 33. № 5. P. 329–332.

Chung H.Y., Ma W.C.J., Ang Jr P.O., Kim J.-S., Cheng F. Seasonal variations of bromophenols in brown algae (*Padina arborescens*, *Sargassum siliquastrum* and *Lobophora variegata*) collected in Hong Kong // J. Agric. Food Chem. 2003. Vol. 51. № 9. P. 2619–2624.

Ciancia M., Kasulin L., de Dios A., Cerezo A.S., Estevez J.M. Complex cell walls from coenocytic seaweeds *Codium fragile* and *C. vermilara* containing sulfated arabinogalactans, hydroxyproline-rich glycoprotein epitopes (AGPS/EXTENSINS), and b-mannans // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe. March 26–31, 2007a. 145 p.

Ciancia M., Quintana I., Vizcarguenaga M.I., Kasulin L., de Dios A., Estevez J.M., Cerezo A.S. Polysaccharides from the green seaweeds *Codium fragile* and *C. vermilara*

with controversial effects on hemostasis // *Int. J. Biol. Macromol.* 2007b. Vol. 41. № 5. P. 641–649.

*Cole K.M., Sheath R.G.* (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 517 p.

*Craigie J.S.* Storage products // *Algal physiology and biochemistry*. Stewart W.D.P. (Ed) Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1974. P. 206–235.

*Crouch I.J., Van Staden J.* Evidence for rooting factors in a seaweed concentrate prepared from *Ecklonia maxima* // *J. Plant. Physiol.* 1999. Vol. 137. P. 319–322.

*De Padua M., Growoski Fontoura P.S., Mathias A.L.* Chemical composition of *Ulva oxysperma* (Kützinger) Bliding, *Ulva lactuca* Linnaeus and *Ulva fasciata* (Delile) // *Brazilian Arch. Biol. Technol.* 2004. Vol. 47. № 1. P. 49–55.

*De Roeck-Holtzhauer Y., Quere I., Claire C.* Vitamin analysis of five planktonic microalgae and one macroalga // *J. Appl. Phycol.* 1991. Vol. 3. № 3. P. 259–264.

*Eichenberger W., Araki W., Muller D.G.* Betaine lipids and phospholipids in brown algae // *Phytochemistry*. 1993. Vol. 34. № 5. P. 1323–1333.

*Ellouali M., Boisson-Vidal C., Durand P., Josefonvicz J.* Antitumor activity of low molecular weight fucans extracted from brown seaweed *Ascophyllum nodosum* // *Anticancer Res.* 1993. Vol. 13. P. 2011–2019.

*El-Shora H.M., Youssef M.M.* Antioxidant activities of *Sargassum* on reactive oxygen species scavenging and inhibition of DNA damage // *Abstr. 19th Int. Seaweed Symp.* Kobe, 2007. 150 p.

*Fleurence J., Chenard E., Lucon M.* Determination of the nutritional value of proteins obtained from *Ulva armoricana* // *J. Appl. Phycol.* 1999. Vol. 11. № 3. P. 231–239.

*Flodin C., Helidoniotis F., Whitfield F.B.* Seasonal variation in bromophenol content and bromoperoxidase activity in *Ulva lactuca* // *Phytochemistry*. 1999. Vol. 51. № 1. P. 135–138.

*Frei E., Preston R.D.* Non-cellulosic structural polysaccharides in algal cell walls. I. Xylan in siphonous green algae // *Proc. Royal Soc. Lond. Ser. B. Biol. Sci.* 1964. Vol. 160. P. 293–313.

*Fujikawa T., Nakashima K.* Occurrence of fucoidan and fucoidan analogues in brown seaweed // *J. Agric. Chem. Soc. Jap.* 1975. Vol. 49. № 9. P. 451–461.

*Furneaux R.H., Miller I.J., Stevenson T.T.* Agaroid from New Zealand members of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) — a novel dimethylated agar // *Hydrobiologia*. 1990. Vol. 204/205. P. 6453–654.

*Gagne J.A., Mann K.H., Chapman A.R.O.* Seasonal patterns of growth and storage in *Laminaria longicruris* in relation to differing patterns of availability of nitrogen in the water // *Mar. Biol.* 1982. Vol. 69. № 1. P. 91–101.

*Gevaert F., Davoult D., Creach A., Kling R., Janquin M.-A., Seuront L., Lemoine V.* Carbon and nitrogen content of *Laminaria saccharina* in the eastern English Channel: biometrics and seasonal variations // *J. Mar. Biol. Ass. UK.* 2001. Vol. 81. P. 727–734.

*Goad L.J., Goodwin T.W.* Biosynthesis of plant sterols // *Prog. Phytochem.* 1972. Vol. 3. P. 113–198.

*Gribble G.W., Gilchirst T.L.* (Eds.). *Progress in Heterocyclic Chemistry* Pergamon /

Elsivier. 1999. Vol. 11. 369 p.

*Guella G., Pietra F.* Roglolenyne A, B, and C: The first branched marine C15 Acetogenins. Isolation from the red seaweed *Laurencia microcladia* or the sponge *Spongia zimocca* of II Rodiolo // *Helv. Chim. Acta.* 2004. Vol. 74. № 1. P. 47–54.

*Guella G., Skropeta D., Breuils S., Mancini I., Pietra F.* Calenzanol, the first member of a new class of sesquiterpene with a novel skeleton isolated from the red seaweed *Laurencia microcladia* from the bay of Calenzana, Elba Island // *Tetrahedron Lett.* 2001. Vol. 42. № 4. P. 723–725.

*Haroon A.M., Szaniawska A., Normant M., Janas U.* The biochemical composition of *Enteromorpha* spp. From the Gulf of Gdańsk coast on the southern Baltic Sea // *Oceanologia.* 2000. Vol. 42. № 1. P. 19–28.

*Heo S.-J., Ko S.-C., Kang S.-M., Kang H.-S., Kim J.-P. et al.* Cytoprotective effect of fucoxanthin isolated from brown alga *Sargassum siliquastrum* against H2O2-induced cell damage // *Eur. Food Res. Technol.* 2008. Vol. 228. №1. P. 145–151.

*Heo S.-J., Park P.-J., Park E.-J., Kim S.-K., Jeon Y.-J.* Antioxidant activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Ecklonia cava* by electron spin resonance spectrometry and comet assay // *Eur. Food Res. Technol.* 2004. Vol. 221. № 1–2. P. 41–47.

*Hudson J.B., Kim J.H., Lee M.K., DeWreede R.E., Hong Y.K.* Antiviral compounds in extracts of Korean seaweeds: Evidence for multiple activities // *J. Appl. Phycol.* 1999. Vol. 10. P. 427–434.

*Ikekawa N., Morisaki N., Tsuda K., Yoshida T.* Sterol composition of some green algae and brown algae // *Steroids.* 1968. Vol. 12. P. 41–48.

*Imbs A.B., Vologodskaya A.V., Nevshupova N.V.* Response of prostaglandin content in the red alga *Gracilaria verrucosa* to season and solar irradiance // *Photochemistry.* 2001. Vol. 58. P. 1060–1072.

*Indergaard M., Minsaas J.* Animal and human nutrition // *Seaweed resources in Europe: Uses and potential* / Guiry M.D., Blunden G. (Eds). John Wiley & Sons, Chichester: John Wiley & Sons, 1991. P. 21–64.

*Ito H., Kasama K., Naruse S., Himura K.* Antitumor effect of palmitoleic acid on Ehrlich ascites tumor // *Cancer Lett.* 1982. Vol. 17. P. 197–203.

*Itoh H., Noda H., Amano H., Zhuang C., Mizuno T., Ito H.* Antitumor activity and immunological properties of marine algal polysaccharides, especially fucoidan, prepared from *Sargassum thunbergii* of Phaeophyceae // *Anticancer Res.* 1993. Vol. 13. № 6A. P. 2045–2052.

*Kakita H., Fukuoka S., Obika H., Li Z.F., Kamishima H.* Purification and properties of a high molecular weight hemagglutinin from the red alga *Gracilaria verrucosa* // *Bot. Mar.* 1997. Vol. 40. P. 241–247.

*Kamenarska Z.G., Dimitrova-Konaklieva S.D., Stefanov K.L., Popov S.S.* A comparative study on the sterol composition of some brown algae from the Black Sea // *J. Serb. Chem. Soc.* 2003. Vol. 68. № 4–5. P. 269–275.

*Kanoh H., Kitamura T., Kobayashi Y.* A sulfated proteoglycan from the red alga *Gracilaria verrucosa* is a hemagglutinin // *Comp. Biochem. Physiol.* 1992. Vol. 102. № 3. P. 445–449.

*Kapetanović R., Sladić D., Popov S., Zlatović M., Kljajić Z., Gašić M.J.* Sterol composition of the Adriatic Sea algae *Ulva lactuca*, *Codium dichotomum*, *Cystoseira adriatica* and *Fucus virsoides* // J. Serb. Chem. Soc. 2005. Vol. 70. № 12. P. 1395—1400.

*Karsten U.* Seasonal variation in heteroside concentrations of field-collected Porphyra species (Rhodophyta) from different biogeographic regions // New Phytologist. 1999. Vol. 143. № 3. P. 561—571.

*Kato I., Enoki T., Sagawa H., Mizutani S., Sakai T.* Immunological benefits on health by polysaccharides from red and brown seaweeds // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. 47 p.

*Kaufmann S., Wolfram G., Delange F., Rambeck W.A.* Original contribution: Iodine supplementation of laying hen feed: A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in humans? // Zeitschrift für Ernährungswissenschaft. 1998. Vol. 37. № 3. P. 288—293.

*Khotimchenko S.V., Gusarova I.S.* Red algae of Peter the Great Bay as a source of arachidonic and eicosapentaenoic acids // Rus J. Mar. Biol. 2004. Vol. 30. № 3. P. 183—187.

*Khotimchenko S.V., Kulikova I.V.* Lipids of two species of brown algae of the genus *Laminaria*. Chem. Nat. Comp. 1999. Vol. 35. № 1. P. 17—20.

*Khotimchenko S.V., Titlyanova T.V.* Distribution of amino acid-containing phospholipid in brown algae // Phytochemistry. 1996. Vol. 41. № 6. 168 p.

*Khotimchenko S.V., Vas'kovskii V.E.* Inosol-containing sphingolipid from the red alga *Gracilaria verrucosa* // Rus. J. Bioorg. Chem. 2004. Vol. 30. № 2. P. 190—194.

*Khotimchenko S.V., Yakovleva I.M.* Lipid composition of the red alga *Tichocarpus crinitus* exposed to different levels of photon irradiance // Phytochemistry. 2005. Vol. 66. № 1. P. 73—79.

*Kostetsky E.Y., Goncharova S.N., Sanina N.M., Shnyrov V.L.* Season influence on lipid composition of marine macrophytes // Bot. Mar. 2004. Vol. 47. № 2. P. 134—139.

*Kremer B.P.* Patterns of photoassimilatory products in Pacific Rhodophyceae // Can. J. Bot. 1978. Vol. 56. P. 1655—1659.

*Kubitzki K.* Phenylpropanoid metabolism in relation to land plant origin and diversification // J. Plant Physiol. 1987. Vol. 131. P. 17—24.

*Kulikova I.V., Khotimchenko C.V.* Lipids of different thallus regions of the brown alga *Sargassum miyabei* from the Sea of Japan // Rus. J. Mar. Biol. 2000. Vol. 26. № 1. P. 54—57.

*Kunig G.M., Wright A.D., Linden A.* *Plocamium hamatum* and its monoterpenes: chemical and biological investigations of the tropical marine red alga // Phytochemistry. 1999. Vol. 52. № 6. P. 1047—1053.

*Kurata K., Taniguchii K., Takashima K., Hayashi I., Suzuki M.* Feeding-deterrent bromophenols from *Odonthalia corymbifera* // Phytochemistry. 1997. Vol. 45. № 3. P. 485—487.

*Kurihara H.* Biologically active compounds obtained from macroalgae collected in Hokkaido, Japan // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. 56 p.

*Larkum A.W.D., Orth R. J., Duarte C.* (Eds.). Seagrasses: Biology, Ecology and

Conservation: 1st ed: 2nd printing. Dordrecht: Springer, 2006. 691 p.

*Lee J.-B., Hayashi K., Hashimoto M., Nakano T., Hayashi T.* Noval antiviral fucoidan from sporophyll of *Undaria pinnatifida* (Mekabu) // Chem. Pharm. Bull. (Tokyo). 2004. Vol. 52. № 9. P. 1091—1094.

*Lee J.H., Xiao I.Z., Lee K.H., Yoo H.I., Choi H.G.* Antioxidant and antimicrobial activities of *Zostera marina* extracts // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. 168 p.

*Levring T., Hoppe H.A., Schmidt O.J.* Marine algae: a survey of research and utilization. Hamburg: Cram. de Gruyter, 1969. Vol.1. 421 p.

*Li X., Fan X., Han L., Lou Q.* Fatty acids of some algae from the Bohai Sea // Photochemistry. 2002. Vol. 59. №. P. 2157—161.

*Li L., Xue C., Li Z., Fu X.* The effects of fucoidans from *Laminaria japonica* on AAPH mediated oxidation of human low-density lipoprotein // Acta Oceanol.Sin. Haiyang Xuebao. 2006. Vol. 25. №. P. 124—130.

*Liao W.R., Lin J.Y., Shieh W.Y., Jeng W.L., Huang R.* Antibiotic activity of lectins from marine algae against marine vibrios // J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 2003. Vol. 30. P. 433—439.

*Lindeberg M.R., Lindstrom S.C.* Field guide to seaweeds of Alaska. – Fairbanks, Alaska: University of Alaska Fairbanks, 2010. 188 p.

*Littler M.M., Littler D.S.* Relationships between macroalgal functional forms groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system // Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1984. Vol. 74. P. 13–34.

*Littler D.S., Littler M.M.* Caribbean Reef Plants: Washington: Offshore Graphics, 2000. 542 p.

*Lourenc O.S.O., Barbarino E., De-Paula J.C., da S. Pateira L.O., Marquez U.M.L.* Amino acid composition, protein content and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for 19 tropical seaweeds // Phycol. Res. 2002. Vol. 50. № 3. P. 233—241.

*Lüning K.* Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology / Yarish C. and Kirkman H. (Eds). New York; Chichester; Brisbane; Toronto; Singapore: A Willey-Interscience Publication; John Wiley & Sons, Inc., 1990. 527 p.

*Maeda M., Nisizawa K.* Fine structure of laminaran of *Eisenia bicyclis* // J. Biochem. 1968. Vol. 63. № 2. P. 199—206.

*Mairh O.P., Reddy C.R.K., Kumar G.R.K.* The seaweed resources of India // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 110–126.

*Manriquez C.P., Souto J.A., Gavin J.A., Norte M., Fernandez J.J.* Several new squalene-derived triterpenes from *Laurencia* // Tetrahedron. 2000. Vol. 57. № 15. P. 3117—3123.

*Maruyama H., Nakajima J., Yamamoto I.* A study on the anticoagulant and fibrinolytic activities of a crude fucoidan from the edible brown seaweed *Laminaria religiosa*, with special reference to its inhibitory effect on the growth of sarcoma-180 ascites cells subcutaneously implanted into mice // Kitasato Arch. Exp. Med. 1987. Vol. 60. P. 105—121.

*Maruyama H., Tamauchi H., Iizuka M., Nakano T.* The suppressive effect of Mekabu fucoidan extracted from *Undaria pinnatifida* sporophylls on the allergic contact

- hypersensitivity in mice // Abstr.19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. 172 p.
- Masuda M., Kawaguchi S., Abe T.* Additional analysis of chemical diversity of the red algal genus *Laurencia* (Rhodomelaceae) from Japan // *Physiol. Res.* 2002. Vol. 50. № 2. P. 135—144.
- Matsuda T., Sasaki J., Kurihara H., Hatano M., Takahashi K.* Anticancer benefit of *Sargassum horneri* extract // *Bull. Fish. Sci. Hokkaido Univ.* 2005. Vol. 56. № 3. P. 75—86.
- Matsumoto S., Nagaoka M., Hara T., Kimura-Takagi I., Mistuyama K., Ueyama S.* Fucoidan derived from *Cladosiphon okamuranus* Tokida ameliorates murine chronic colitis through the down-regulation of interleukin-6 production on colonic epithelial cells // *Clin. Exp. Immunol.* 2004. Vol. 136. № 3. P. 432—439.
- Matsuyama K., Abe K., Kaneko T.* Seasonal variation in chemistry components from *Laminaria religiosa* // *Copyu Jap. J. Phycol.* 1982. Vol. 30. № 2. P. 134—138.
- McConnaughey E.* Sea vegetables: Harvesting Guide & Cookbook, 1985. 244 p.
- McCracken D.A., Cain J.R.* Amylose in Floridean starch // *New Phytologist.* 1981. Vol. 88. № 1. P. 67—71.
- McDermid K., Stuercke B.* Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds // *J. Appl. Phycol.* 2003. Vol. 15. P. 513—524.
- Menzel D., Kazlauskas R., Reichelt J.* Coumarins in the Siphonales green algal family Dasycladaceae Kützinger (Chlorophyceae) // *Bot. Mar.* 1983. Vol. 29. P. 23—29.
- Mertin J., Hunt R.* Influence of polyunsaturated fatty acids on survival of skin allograft and tumor incidence in mice // *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 1976. Vol. 73. P. 928—931.
- Murano E.* Chemical structure and quality of agars from *Gracilaria* // *J. Appl. Phycol.* 1995. Vol. 7. P. 245—254.
- Murray R.D.H., Méndez J., Brown R.A.* The natural coumarins. New York: John Wiley and Sons, 1982. 672 p.
- Nakai M., Kageyama N., Nakahara K., Miki W.* Phlorotannins as radical scavengers from the extract of *Sargassum riggoldianum* // *Mar. Biotech.* 2006. Vol. 8. P. 409—414.
- Nakajima N., Ishihara K., Matsuura Y.* Dietary-fiber-degrading enzymes from a human intestinal *Clostridium* and their application to oligosaccharide production from nonstarchy polysaccharides using immobilized cells // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2002. Vol. 59. № (2-3). P. 182—189.
- Nelson M.M., Phleger C.F., Nichols P.D.* Seasonal lipid composition in macroalgae of the northeastern Pacific Ocean // *Bot. Mar.* 2002. Vol. 45. № 1. P. 58—65.
- Nishikawa Y., Yoshimoto Y., Okabe M., Fukuoka F.* Chemical and biochemical studies on carbohydrate esters III. Antitumor activity of unsaturated fatty acids and their ester derivatives against Ehrlich ascites carcinoma // *Pharm. Bull.* 1976. Vol. 56. P. 756—762.
- Nisizawa K., Noda H., Kikuchi R., Watanabe T.* The main seaweeds food in Japan // *Hydrobiologia.* 1987. Vol. 151/152. P. 5—29.
- Noda H., Amano H., Arashima K., Nisizawa K.* Antitumor activity of polysaccharides and lipids from marine algae // *Nippon Suisan Gakkaishi / Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 1989. Vol. 55. № 7. P. 1265—1271.

*Noda H., Amano H., Arashima K., Nisizawa K.* Antitumor activity of marine algae // *Hydrobiologia*. 1990. Vol. 204/205. P. 577—584.

*Nomura K., Nakamura H., Suzuki N.* False fertilization in sea urchin eggs induced by diabolin, a 120K kelp protein // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2000. Vol. 272. № 3. P. 691—693.

*Ovodov Y.S.* Structural chemistry of plant glycuronoglycans // *Pure Appl. Chem.* 1975. Vol. 42. № 3. P. 351—369.

*Palevitz B.A., Newcomb E.H.* A study of sieve element starch using sequential enzymatic digestion and electron microscopy // *J. Cell Biol.* 1970. Vol. 45. P. 383—398.

*Patra J.K., Rath S.K., Jena K., Rathod V.K., Thatoi H.N.* Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of seaweed (*Sargassum* sp.) Extract: A study on inhibition of glutathione-S-transferase activity // *Turk. J. Biol.* 2008. Vol. 32. Vol. 119—125.

*Percival E., McDowell R.H.* Chemistry and enzymology of marine algal polysaccharides. New York: Academic Press Inc., 1967. 219 p.

*Perez-Lorenzo S., Levy-Benshimol A., Gomez-Acevedo S.* Presence of lectins, tannins and protease inhibitors in Venezuelan marine algae // *Acta Cient. Venez.* 1998. Vol. 49. № 3. P. 144—151.

*Pérez-Rodríguez E., Aguilera J., Gómez I., Figueroa F.L.* Excretion of coumarins by the Mediterranean green alga *Dasycladus vermicularis* in response to environmental stress // *Mar. Biol.* 2001. Vol. 139. P. 633—639.

*Ponce N.M.A., Pujol C.A., Damonte E.B., Flores M.L., Stortz C.A.* Fucoidans from the brown seaweed *Adenocystis utricularis*: extraction methods, antiviral activity and structural studies // *Carbohydr. Res.* 2003. Vol. 338. № 2. P. 153—165.

*Pulz O.* Ways of food supplementation using algae // *Int. J. Algae.* 2000. Vol. 2. № 3. P. 92—101.

*Ragan M.A.* Physodes and the phenolic compounds of brown algae: composition and significance of physodes in vivo // *Bot. Mar.* 1976. Vol. 19. P. 145—154.

*Ragan M.A., Glombitza K.W.* Phlorotannins, brown alga polyphenols // *Progress in Phycological Research / Round F.E., Chapman D.J. (Eds.).* Bristol: Biopress, 1986. P. 129—141.

*Reed D.C., Brzezinski M.A., Coury D.A., Graham M., Petty R.L.* Neutral lipids in macroalgal spores and their role in swimming // *Mar. Biol.* 1999. Vol. 133. № 4. P. 737—744.

*Roger D.J., Loveless R.W., Balding P.S.* Isolation and characterization of the lectins from sub-species of *Codium fragile* // *Lectins. Walter de Gruyter end Co., Berlin.* 1986. Vol. 5. P. 155—160.

*Rogers C.N., De Nys R., Charlton T.S., Steinberg P.D.* Dynamics of algal secondary metabolites in two species of sea hare // *J. Chem. Ecol.* 2000. Vol. 26. № 3. P. 721—744.

*Sánchez-Machado D.I., López-Cervantes J., López-Hernández J., Paseiro-Losada P.* Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds // *Food Chem.* 2004. Vol. 85. № 3. P. 439—444.

*Saraswathi S.J., Babu B., Rengasamy R.* Seasonal studies on the alginate and its

biochemical composition I: *Sargassum polycystum* (Fucales, Phaeophyceae) // *Phycol. Res.* 2003. Vol. 51. № 4. P. 240—243.

*Schaffelke B.* Storage carbohydrates and abscisic acid contents in *Laminaria hyperborea* are entrained by experimental daylengths // *Eur. J. Phycol.* 1995. Vol. 30. № 4. P. 313—317.

*Schoenwaelder M.F.A., Clayton M.N.* Secretion of phenolic substances into zygote wall and cell plate in embryos of *Hormosira* and *Acrocarpia* (Fucales, Phaeophyceae) // *J. Phycol.* 1998. Vol. 34. P. 969—980.

*Shibata H., Kimura-Takagi I., Nagaoka M., et al.* Inhibitory effect of *Cladosiphon* fucoidan on the adhesion of *Helicobacter pylori* to human gastric cells // *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 1999. Vol. 45. P. 325—326.

*Shibata T., Ishimaru K., Kawaguchi S., Yoshikawa H., Hama Y.* Antioxidant activities of phlorotannins isolated from the Japanese Laminariaceae // *J. Appl. Phycol.* 2008. Vol. 20. № 5. P. 705—711.

*Shiomi K., Yamanaka H., Kikuchi T.* Purification and physicochemical properties of hemagglutinin (GVA-1) in the red alga *Gracilaria verrucosa* // *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 1981. Vol. 47. P. 1079—1084.

*Siddhanta A.K., Modu K.H., Ramavat B.K., Chauhan V.D., Garg H.S. et al.* Bioactivity of marine organisms: Part VIII—screening of some marine flora of western coast of India // *Indian J. Exp. Biol.* 2002. Vol. 35. P. 638—643.

*Simon-Colin C., Kervarec N., Pichon R., Deslandes E.* Complete <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C spectral assignment of floridoside // *Carbohydr. Res.* 2002. Vol. 337. № 3. P. 279—280.

*Stephen A.M., Williams P.A.* Food polysaccharides and their applications. CRC press Taylor and francis Group Boca Raton, 2006. 733 p.

*Sugiura Y., Matsuda K., Yamada Y., Nishikawa M., Shioya K., Katsuzaki H., Imai K., Amano H.* Anti-allergic phlorotannins from the edible brown alga, *Eisenia arborea* // *Food Sci. Techn. Res.* 2007. Vol. 13. № 1. P. 54—60.

*Suzuki M., Daitoh M., Vairappan C.S., Abe T., Masuda M.* Novel halogenated metabolites from the Malaysian *Laurencia pannosa* // *J. Nat. Prod.* 2001. Vol. 64. № 5. P. 597—602.

*Suzuki Y., Yamamoto I., Umezawa I.* Antitumor effect of seaweed. Partial purification and the antitumor effect of polysaccharides from *Laminaria angustata* Kjellman var. *longissima* Miyabe // *Chemotherapy.* 1980. Vol. 28. P. 165—170.

*Takahashi M.* Studies on the mechanisms of host-mediated antitumor action of crude fucoidan from a brown alga *Eisenia bicyclis* // *J. Jpn. Soc. Reticuloendothel. Syst.* 1983. Vol. 22. P. 269—283 (in Japanese).

*Taylor W.R.* Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Ann Arbor: the University of Michigan Press, 1960. 870 p.

*Tokuda H., Kawashima S., Ohno M., Ogavva H.* Seaweed of Japan. Toshima-ku, Tokyo: Japan, 1994. 194 pp.

*Tolnai S., Morgan J.F.* Studies on the in vitro antitumor activity of fatty acids VII. Effect of amino acid-fatty acids salts // *Can. J. Biochem.* 1966. Vol. 44. P. 979—981.

*Touchette B.W., Burkholder J.M.* Overview of the physiological ecology of carbon

- metabolism in seagrasses // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2000. Vol. 250. № (1—2). P. 169—205.
- Tseng C.K.* Common seaweeds of China. Science press, Beijing: China, 1983. 316 p.
- Usov A.I., Chizhov A.O.* The structure and <sup>13</sup>C NMR spectra of mannitol oligo-β-D-glucopyranosides isolated from the brown seaweed *Chorda filum* // *Rus. Chem. Bull.* 1993. Vol. 42. № 10. P. 1742—1745.
- Usov A.I., Klochkova N.G.* Polysaccharides of algae. 45. Polysaccharide composition of red seaweeds from Kamchatka coastal waters (Northwestern Pacific) studied by reductive hydrolysis of biomass // *Bot. Mar.* 1992. Vol. 35. № 5. P. 371—378.
- Vairappan C.S.* Potent antibacterial activity of halogenated metabolites from Malaysian red alga, *Laurencia majuscula* (Rhodomelaceae, Ceramiales) // *Biomol. Eng.* 2003. Vol. 20. № (4—6). P. 255—259.
- Van Alstyne K.L.* Herbivore grazing increases polyphenolic defenses in the intertidal brown alga *Fucus distichus* // *Ecology.* 1988. Vol. 69. № 3. P. 655—663.
- Van Alstyne K.L., Paul V.J.* The biogeography of polyphenolic compounds in marine macroalgae: temperate brown algal defenses deter feeding by tropical herbivorous fishes // *Oceanologia.* 1990. Vol. 84. P. 158—163.
- Van Netten C., Hopton Cann S.A., Morley D.R., van Netten J.P.* Elemental and radioactive analysis of commercially available seaweed // *Sci. Total Environ.* 2000. Vol. 255. P. 169—175.
- Wang S., Zhong F.-D., Zhang Y.-J., Wu Z.-J., Lin Q.-Y., Xie L.-H.* Molecular characterization of a new lectin from the marine alga *Ulva pertusa* // *Acta Biochim. Biophys. Sinica.* 2004. Vol. 36. № 2. P. 111—117.
- Zhuang C., Itoh H., Mizuno T., Ito H.* Antitumor active fucoidan from the brown seaweed, *umitoranoo* (*Sargassum thunbergii*) // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 1995. Vol. 59. № 4. P. 563—567.
- Ziółkowska N.E., Włodawer A.* Structural studies of algal lectins with anti-HIV activity // *Acta Biochim. Polon.* 2006. Vol. 53. P. 617—626.
- Zubia M., Payri C., Deslandes E.* Alginate, mannitol, phenolic compounds and biological activities of two range-extending brown algae, *Sargassum mangarevense* and *Turbinaria ornata* (Phaeophyta, Fucales), from Tahiti (French Polynesia) // *J. Appl. Phycol.* 2008. Vol. 20. № 6. P. 1033—1043.
- Zvyagintseva T.N., Shevchenko N.M., Chizhov A.O., Krupnova T.N., Sundukova E.V., Isakov V.V.* Water-soluble polysaccharides of some far-eastren brown seaweeds. Distribution, structure, and their dependence on the developmental conditions // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2003. Vol. 294. № 1. P. 1—13.

Научное издание

**Морские растения бухты Троицы и смежных акваторий**  
(Залив Петра Великого, Японское море)

Корректурa и техническая редакция автора

Компьютерная верстка А.А. Маркова

Подписано в печать                      Формат 70x100/16

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 20, 5. Тираж 200 экз. Заказ №

Отпечатано в типографии Дальнаука ДВО РАН,

г. Владивосток, ул. Радио, 7.