

БИОЛОГИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 582.273(615)

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ВОЗМОЖНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ
КАМЧАТСКИХ КРАСНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ**

© 2009 г. Н.Г. Клочкова¹, Н.А. Писарева²

¹ – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский 683000

² – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский 683000

Поступила в редакцию 03.05.2007 г.

Окончательный вариант получен 01.08.2007 г.

Приводятся результаты изучения морфологии, экологии и особенностей вегетации 7 массовых видов красных водорослей (Rhodophyta) камчатского шельфа: *Constantinea rosa-marina*, *Turnerella mertensiana*, *Chondrus platynus*, *Porphyra abbottae*, *Palmaria stenogona*, *Neoptilota asplenoides*, *Odonthalia setaceae*. На основе сведений по химическому составу этих видов обсуждаются возможности их использования.

ВВЕДЕНИЕ

Красные водоросли, принадлежащие отделу Rhodophyta, широко распространены в альгофлоре дальневосточных морей России и составляют около 2/3 от ее общего количества. Они характеризуются разнообразием морфологии, сложностью анатомического строения, имеют специфическое строение органов размножения и тригенетические циклы развития (Gabrielson, Garbary, 1986; Graham, Wilcox, 2000). Обитая по всей ширине растительного пояса, они активно и многообразно участвуют в формировании и функционировании донных ценозов: создают первичную продукцию, являются ядром сложных консорциумов донных гидробионтов, регулируют численность оседания спор водорослей и личинок беспозвоночных, подавляют жизнедеятельность болезнетворных организмов, обеспечивают морских животных полезной пищей, богатой различными биологически активными веществами и т.д.

Некоторые химические соединения, получаемые из красных водорослей, обладают уникальными свойствами и находят широкое практическое использование. Это, в первую очередь, агар и агароподобные вещества и каррагинаны. У них обнаружены и другие не менее ценные соединения, получение которых пока еще не налажено, например, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, каратиноиды, гормоноподобные и другие вещества.

Среди причин, препятствующих включению потенциально промысловых видов Rhodophyta в практическое использование, большое значение имеет слабая изученность их количественного развития и распределения на шельфе Камчатки и большинства других районов российского Дальнего Востока, весьма ограниченные сведения по экологии и, особенно, биологии развития. Анализ научной литературы, содержащей сведения по красным водорослям этого обширного региона, показывает, что основная часть информации по данной таксономической группе представляет собой описания анатомо-морфологических особенностей и диагностических признаков отдельных ее представителей или сведения об их участии в формировании альгофлор тех или иных районов дальневосточных морей России.

Нами это показано при обсуждении проблем таксономической дифференциации багрянок, имеющих пластинчатое строение (Писарева, 2004).

Камчатская флора Rhodophyta, судя по результатам ее последней ревизии (Klochkova, 1998), включает в свой состав большое количество видов, пригодных для практического использования, или видов, близкие родственники которых в других районах Мирового океана уже добываются из природных зарослей или культивируются. Начатое нами изучение таких видов было направлено на изучение их сезонного развития, размножения, распространения, распределения и выяснение продолжительности вегетации в прикамчатских водах, поскольку разработка рекомендаций по использованию их ресурсов без сведений по этим вопросам невозможна.

Для определения перечня камчатских видов, перспективных для практического использования, была изучена литература, содержащая сведения по химическому составу представителей Rhodophyta. Ее анализ показывает, что многие багрянки содержат большое количество азотистых веществ, 90% общего количества которых иногда приходится на белковые соединения (Возжинская, Камнев, 1994; Ключкова, Березовская, 1997). Неудивительно поэтому, что более 80 видов Rhodophyta в разных регионах мира используются в пищу (Chapman, Chapman, 1980). Среди съедобных красных водорослей особенно широко известен род *Porphyra*. Его представителей выращивают в ряде стран Восточной Азии, на островах Малайского архипелага, Гавайских островах, в Новой Зеландии, Индии, а также у Северной Америки, в меньшей степени в европейских странах. В пищевой промышленности порфира используется еще и как загуститель (Кизеветтер и др., 1981).

Представители рода *Chondrus*, например, содержат наибольшее, по сравнению с другими видами красных водорослей, количество каррагинана – до 70-75% от сухой массы (Pringle, Mathieson, 1986). *C. armatus* используется в качестве источника каппа-каррагинана, выход которого составляет 35-40% (Суховеева, Подкорытова, 2006). Его применение в пищевой и других видах промышленности очень разнообразно (Аминина, Кадникова, 2005). Известно, что в Японии *Chondrus* широко используется в текстильном и строительном производстве для приготовления водорастворимых клеевых продуктов (Кизеветтер и др., 1967).

Palmaria palmata может накапливать большое количество фикобилиновых пигментов, используемых в биотехнологии (Воскобойников, 2006). По составу белков она сравнима с овощами высокой питательной ценности, кроме них в ней содержится большое количество витамина А и С, йода и фосфора, эйкозапентаеновой и других жирных кислот (Morgan et al., 1980; Хотимченко, 2003), поэтому *P. palmata* широко используется в пищевой промышленности в Канаде и Ирландии для приготовления желе (Саут, Уиттик, 1991). Из представителей рода *Odonthalia*, в частности *O. corymbifera*, можно получать желирующее вещество, близкое по химическому составу к агароиду и фуцелларану. Выход желеобразователя из нее колеблется от 12,5 до 17,3% от сухой массы (Митина, 1974). Этот вид может служить также источником флоридного крахмала (Аминина, Кадникова, 2005).

Приведенные выше и другие литературные данные свидетельствуют о том, что красные водоросли являются ценным растительным ресурсом. Наряду с бурыми водорослями они, безусловно, нуждаются в глубоком изучении для последующего практического использования в дальневосточном рыбопромысловом районе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал, обработанный авторами, был собран в литоральной и сублиторальной зонах в разных районах камчатского побережья в летнее и осеннее время с 2002 по 2004 гг. В Авачинском заливе, в б. Спасения и у о. Старичкова, красные водоросли собирали ежемесячно с мая по ноябрь. В литоральной зоне шельфа наблюдения за их развитием и коллекционирование проводили во время сизигийных отливов. К сбору водорослей в сублиторальной зоне привлекались водолазы ООО «Продремсервис». Собранные для камеральной обработки образцы, подвергали морфометрической обработке. Количественные пробы разбирали и взвешивали. Возраст многолетних растений определяли по регистрирующим структурам, если таковые имелись. Чаще для этого использовали признаки вегетативной анатомии. Для изучения внутреннего строения водорослей и органов их размножения использовали микроскоп Olympus BX40.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среди красных водорослей, обитающих у побережья восточной Камчатки пригодных для практического использования, особый интерес с нашей точки зрения представляют виды, для которых в той или иной мере изучен химический состав, и известны данные, свидетельствующие об их высокой ценности. По большей части это близкие родственники видов, которые в других регионах уже широко используются как продукты питания или сырье для альгохимической промышленности. В настоящей работе из многих камчатских потенциально промысловых представителей *Rhodopyta* описано семь видов.

Porphyra abbottae Krishn. – Порфира Абботт (рис. 1)

Однослойные, широкоовальные, почти округлые или имеющие иную форму, глубоко складчатые по краю, плотные, слизистые на ощупь, сидячие пластины 6-20 см длины, 12-18 см ширины и до 110 мкм толщины. Поверхность высушенных растений блестящая, цвет от серовато-сиреневого до фиолетово-пурпурного. По фертильному краю он более светлый: фиолетово-красный со слабовыраженным рисунком, образованным прожилками и микроскопическими или видимыми пятнами, образованными пигментированными клетками и органами размножения. Сперматангии и карпоспорангии развиваются на одном растении, смешанно, группами или полосами по краям пластины. Карпоспорангии при этом образуют почти сплошной слой, редко разделяясь вегетативными клетками.

Настоящий вид является одним из наиболее массовых видов рода *Porphyra*, особенно у юго-восточной Камчатки. В нижнем этаже верхнего горизонта прибойной и полуприбойной литорали он образует более или менее широкий пояс со сплошным проективным покрытием. Иногда в него вклиниваются



Рис. 1. Пластина *Porphyra abbottae*.
Fig. 1. The blade of *Porphyra abbottae*.

другие виды рода, например, *P. ochotensis* и *P. pseudolinearis*. Всего у восточной Камчатки распространено 9 представителей рода. Однако многие из них встречаются гораздо реже, чем *P. abbottae*, или обитают в сублиторальной зоне шельфа, что делает их неудобными для сбора. У некоторых видов порфир наблюдаются хорошо выраженные межгодовые колебания численности. *P. abbottae* одна из немногих характеризуется слабо изменяющимся от года к году количественным развитием. В местах с высоким содержанием биогенных веществ ее биомасса может достигать 3 кг/м² и более, поэтому среди камчатских порфир она, на наш взгляд, является самой перспективной для практического использования.

Возможности использования. *P. abbottae* обладает исключительными вкусовыми качествами. С этим согласны также исследователи североамериканской альгофлоры (O'Clair, Lindstrom, 2000). Приятный вкус порфиры связывают с наличием в ней изофлоридиозидов, свободных аминокислот и большого количества белка. В аминокислотном составе ее белков на долю незаменимых приходится до 39% (Zeng et al., 1991), что намного больше, чем у других красных водорослей. Полезные свойства порфир обусловлены также высоким содержанием витаминов, особенно С. В последние годы стали известны их антимуtagenные свойства (Ichihara et al., 1999; Okai et al., 1996).

***Constantinea rosa-marina* P. et R. – Константиunea морская роза (рис. 2)**

Слоевище в виде темно-бордовых, почти черных, супротивно или дихотомически разветвленных кустиков до 10 см высоты. Центральная ось и боковые ветви вальковатые, 0,5 мм толщины. На их вершинах развиваются округлые цельные или рассеченные пластины 2-4,5 см в диаметре. Такие же округлые дисковидные пластинки развиваются мутовками вдоль боковых ветвей, они расставлены с интервалом 2-5 см. Молодые пластинки бордовые, мягкие. С возрастом они грубеют и темнеют. Тетраспоры и карпоспоры собраны в нематении, развиваются

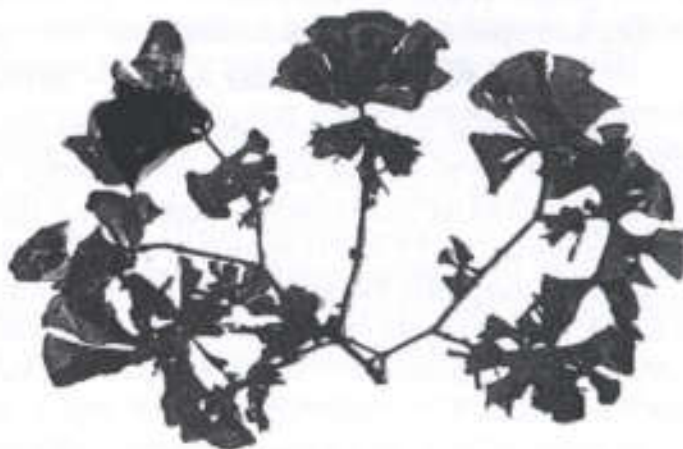


Рис. 2. Многолетний кустик *Constantinea rosa-marina*.

Fig. 2. Perennial bush of *Constantinea rosa-marina*.

на разных поверхностях верхушечных пластинок, первые – на нижней, вторые – на верхней. Спермации у мужских растений развиваются по периметру пластины и поздней весной, когда они высыпаются, ее край имеет широкую желтоватую кромку. Нижние пластинки полуразрушенные, и, как правило, без органов размножения.

C. rosa-marina – многолетняя водоросль. В каждом вегетационном сезоне у нее формируются новые пластины и новые участки стволика, могут возникать и его разветвления. Судя по тому, что весной новые пластинки имеют уже крупные размеры и отделены от прошлогодних новым участком стволика, можно полагать, что их формирование идет в течение всей зимы. Старые пластины, расположенные вдоль стволика, постепенно

разрушаются и оставляют на нем рубцы. Таким образом, количество рубцов соответствует возрасту растений. У американского побережья представители вида могут жить до 18 лет (Lindstrom, 1980), у Камчатки, как показывают наши исследования, – не более 12 лет. При этом в камчатской популяции вида доминируют спорофиты.

У Камчатки *C. rosa-marina* встречается в широком диапазоне глубин, от 3-5 до 15 м, на жестких грунтах в местах, подверженных постоянному прибою. Сплошных поселений не образует, но, вместе с тем, встречается часто, одиночными растениями или группами. Масса одного растения может достигать 180 г.

Возможности использования. В клеточных стенках *C. rosa-marina* содержатся галактаны группы агара, а также большее, по сравнению с другими видами камчатских багрянок, количество глюкозы (Usov, Klochkova, 1992). Литературные данные также свидетельствуют о том, что представители рода *Constantinea* являются богатейшим источником флоридиевого крахмала (Meeuse et al., 1960). *C. rosa-marina*, кроме того, содержит органическое вещество полипептидной природы, активно ингибирующее развитие бактерии *Aeromonas salmonicida*, вызывающей болезнь под названием «рыбный фурункулез» (OrClair, Lindstrom, 2000). Ее вспышки имеют место на рыбозаводных заводах при переполнении рыбных инкубаторов. Интересно отметить, что другой камчатский представитель рода *Constantinea*, *C. simplex*, имеет в своем составе структурный полисахарид, ингибирующий развитие различных вирусов, в частности, вируса герпеса (Neushul, 1990).

***Turnerella mertensiana* (P. et R.) Schmitz – Турнерелла Мертенса (рис. 3)**

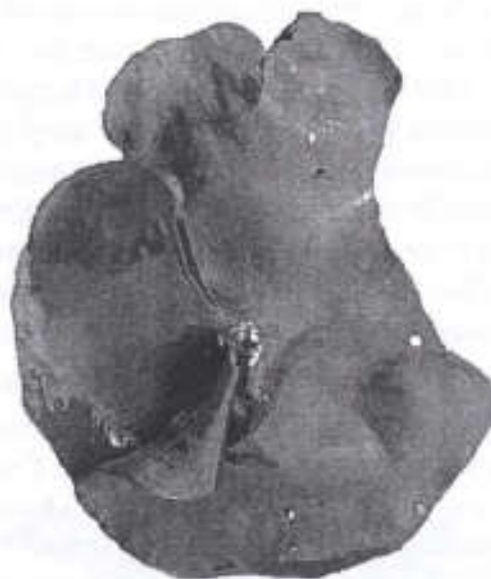


Рис. 3. Многолетняя пластинка *Turnerella mertensiana*.

Fig. 3. Perennial blade of *Turnerella mertensiana*.

Слоевище в виде кожистых, грубых на ощупь, цельных или разорванных на лопасти сидячих пластин, достигающих 20-40 см высоты и 9-30 см ширины. Их толщина с возрастом меняется от 0,25 до 0,6 мм. Форма пластин округлая, у старых растений – неопределенных очертаний. Прикрепляются к субстрату небольшой округлой подошвой. Цвет молодых растений ярко красный, у более взрослых – темно-бордовый, у самых старых – почти черный.

Лопастни пластины образуются в результате ее неравномерного маргинального роста и разрывов. Сердцевина пластины состоит из тонких переплетенных клеточных нитей. Подкорка образована округлыми или звездчатыми клетками, кора – мелкими пигментированными клетками, собранными в короткие нити. В коровом слое развиваются крупные железистые клетки. Гонимобласты образуются в коровом слое по всей поверхности слоевища; сперматангии – на апикальных клетках коровых нитей, собраны в сорусы. Спорофит у этого вида представляет собой небольшие корочки, на которых вызревают зонально поделенные тетраспорангии.

Наши исследования показывают, что у камчатских представителей *T. mertensiana* гонимобласты у растений разного возраста появляются в разное время: у растений первого года жизни в конце июня-начале июля, у более взрослых представителей популяции – в мае. Сперматангии у турнереллы созревают в июле.

Продолжительность жизни гаметофитной стадии вида в прикамчатских водах составляет не менее 3-4 лет (Писарева, 2006). С возрастом у турнереллы сильно изменяется морфология и вегетативная анатомия: грубеет текстура, увеличивается толщина пластин, разрастаются и уплотняются все клеточные слои. У берегов Камчатки в популяции вида женская гаметофитная генерация преобладает над мужской. *T. mertensiana* встречается здесь очень часто, только в сублиторальной зоне, на жестких грунтах в диапазоне глубин 2-40 м, обычно под пологом ламинариевых водорослей. Собрать в большом количестве ее можно из осенних штормовых выбросов.

Возможности использования. Согласно данным И.В. Кизеветтера с соавторами (1981), в зависимости от сезона, содержание азотистых веществ в сухой массе турнереллы составляет 29,5-35,6%, липидов – 1,1-1,7%, полисахаридов – 34,6-47,8%. В составе ее полисахаридов имеются целлюлоза (2,6-11,2%), пентозаны, метилпентозаны (2,3-3,0%), агароподобные вещества (10,6-15%). Среди жирных кислот преобладают пальмитиновая (31,2%) и эйкозапентаеновая (42%) (Хотимченко, 2003). Эти кислоты, как известно, обладают высокой биологической активностью. Учитывая массовую встречаемость *T. mertensiana* у берегов Камчатки, данный вид можно рекомендовать к использованию как возможный источник полисахаридов группы каррагинана, перечисленных жирных кислот, а также йода.

Chondrus platynus (Ag.) J. Ag. – Хондрус широкий (рис. 4)

Слоевище в виде плоского разветвленного кустика каштаново-карминного цвета, до 9 см высоты. Прикрепляется к грунту небольшой подошвой. Стебелек у самого основания вальковатый или сдавленный, в верхней части плоский, до 5,5 мм ширины и 3,5 см высоты. На дистальном конце он снабжен крохотной, едва заметной подошвой. Боковые ветви образуются в ди- или трихотомической манере, в месте разветвления они до 7-9 мм ширины. Апикальные ветви ди-, три- или политомические, короткие, до 2,5 мм ширины. Цвет молодых стерильных растений темно-бордовый. Сердцевина рыхлая. От ее клеток отходят длинные и тонкие ризоидальные отростки. На поперечном срезе слоевища они формируют ячеистую структуру. Подкорковый слой клеток слабо выражен. Кора состоит из коротких дихотомически разветвленных нитей. Гонимобласты крупные, до 1,8 мм в поперечнике, развиваются преимущественно на веточках последнего и предпоследнего порядков. Тетраспорангии собраны в сорусы.

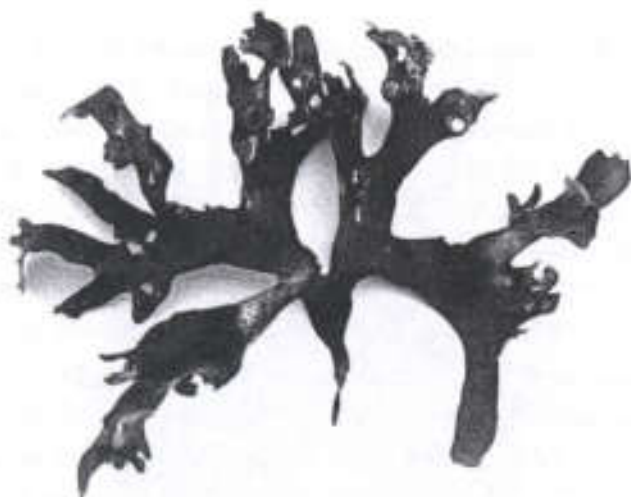


Рис. 4. Женский гаметофит *Chondrus platynus*.
Fig. 4. Female gametophyte of *Chondrus platynus*.

В прикамчатских водах местом массового развития *C. platynus* является западное побережье Камчатки. Здесь он произрастает, главным образом, в литоральной зоне шельфа, а также в сублиторали, на галечном и каменистом грунтах, реже на валунах и рифах, на песке, на глубинах 4-7 м. Многолетний.

Возможности использования. Судя по устному сообщению проф. А.И. Усова, *C. platynus*, как и все представители рода *Chondrus*, может служить прекрасным сырьем для получения каррагинана. Кроме пищевой промышленности он широко используется для лечения болезней желудка и двенадцатиперстной кишки, профилактики атеросклероза, некоторых болезней сердца (Норре, 1982; Усов, 1990). Каппа-каррагинан используют как заменитель агара при проведении вирусологических и иммунологических исследований, для инкапсулирования, иммобилизации живых клеток, клеточных органелл, ферментов (Подкорытова, 2002). Он проявляет противоопухолевые и противовоспалительные свойства, является прекрасным иммуномодулятором и ингибирует даже вирус СПИДа (Усов, 1990). В литературе имеются сведения об относительно высоком содержании у хондросов галогенов: йода и брома (Pedersen et al., 1980; Саенко, 1990).

Palmaria stenogona (Perest.) Perest. – Пальмария узкоугольная (рис. 5)

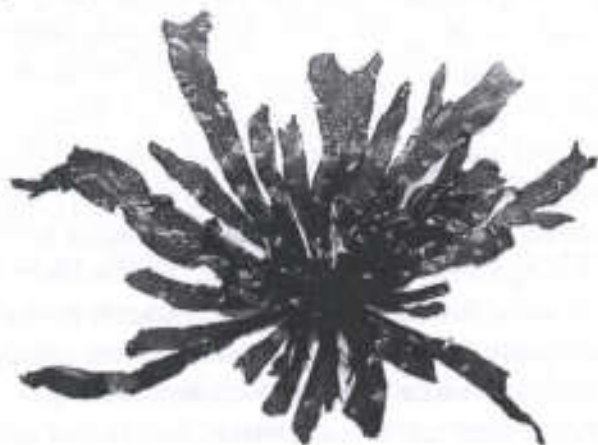


Рис. 5. Мужской гаметофит *Palmaria stenogona*.
Fig. 5. Male gametophyte of *Palmaria stenogona*.

Слоевище пластинчатое, мягкое у молодых растений и более грубое и кожистое у старых, темно-красное или в затененных местообитаниях почти бордовое, цельное или дихотомически, пальчато- или иным образом разветвленное, простое или с пролификациями, отходящими от краевой части и поверхности слоевища. Зрелые растения до 35 см высоты, 7 см ширины. Основание клиновидное, переходит в небольшую, едва заметную подошву. Разновозрастные пластинки обычно растут пучками. Сердцевина образована одним или несколькими слоями плотно сомкнутых, крупных клеток. Тетраспорангии крестообразные, равномерно покрывают всю пластину или формируют пятна линейной и иной формы.

Пальмария является асезонным, постоянно возобновляемым видом. Ее активный рост в прикамчатских водах начинается ранней весной. Растения весенней генерации становятся зрелыми уже к концу мая. Позже в популяции появляются новые и новые генерации, часто это клоновые растения. В результате спороношение *P. stenogona* у Камчатки растянуто практически на весь ее вегетационный период.

В прикамчатских водах представители вида встречаются на каменистом субстрате, в среднем или нижнем горизонте литорали и в сублитеральной кайме, где они образуют самостоятельные пояса или смешанные заросли. В сублитерали вид встречается среди ламинариевых водорослей почти по всей ширине их пояса. Его максимальная биомасса в районе исследования достигает 3,0 кг/м².

Возможности использования. *P. stenogona* является признанным источником эйкозапентаеновой кислоты – предшественника простагландинов и простаноидов (Ромашина, 1983). Содержание этой кислоты у нее составляет 72,7% от суммы всех жирных кислот (Khotimchenko, Vaskovsky, 1990). Экстракт из *P. stenogona* обладает наибольшей среди множества красных водорослей антиоксидантной и антимикробной активностью (Аминина, Кадникова, 2005). Представители камчатской популяции вида содержат довольно большое количество ксилоты (Usov, Klochkova, 1992), йода. В виду того, что у *P. stenogona* имеет растянутый период возобновления, ее можно заготавливать у Камчатки с мая по сентябрь включительно. Пальмария хорошо сохнет, в сухом виде имеет очень приятный креветочный вкус.

Neoptilota asplenioides (Esper) Kylin – Неоптилота асплениевидная (рис. 6)

Слоевище многократно сложным образом разветвленное, 15-45 см высоты. Стебель в основании слабо сжатый, выше – уплощенный. Основные ветви в верхней трети плоские, располагаются в одной плоскости, беспорядочно. Они узколинейные, до 2,2 мм ширины, покрыты перистыми веточками, которые в свою очередь также бывают перисто разветвленными. Супротивные пары веточек у ветвей последних порядков имеют разную морфологию. Одна из них простая, в виде хорошо развитого листочка, другая – сложно рассеченная. В ветвях последнего порядка она редуцирована и представляет собой ветвь ограниченного роста. Продолжая свое развитие, она может превращаться в ветвь неограниченного роста. У молодых растений веточка-листочек имеет ланцетовидную или серповидную форму, ровный, слабо волнистый или остропильчатый край. Она намного крупнее, чем супротивная ей рассеченная веточка. Органы размножения развиваются преимущественно на фертильных ветвях. Гонимобласты окружены плотной нитчатой оберткой.



Рис. 6. Многолетний тетраспорофитный кустик *Neoptilota asplenoides*.
Fig. 6. Perennial tetrasporophyte bush of *Neoptilota asplenoides*.

Данный вид можно встретить на скалистых и глыбово-валунных грунтах в условиях сильного и умеренного прилива, на глубинах 2-40 м. Обычно она обитает в зарослях ламинариевых и кораллиновых водорослей, часто имеет эпифиты. Среди ламинариевых, вместе с видами рода *Odonthalia* она формирует подлесок, а иногда образует самостоятельный глубоководный пояс багрянок. Относится к наиболее массовым многолетним красным водорослям. Vegetирует в течение нескольких лет. Обильна в осенних и позднее – летних выбросах.

Возможности использования. По содержанию йода камчатские представители родов *Neoptilota* и *Ptilota* практически не уступают ламинариевым водорослям (Конгисер, 1933). Представители обоих родов в связи с содержанием в них незаменимых аминокислот могут использоваться как ценная кормовая добавка для сельскохозяйственных животных. У *P. plumosa*, которая встречается и у Камчатки, был обнаружен один из гемагглютининов, специфичный к крови группы В человека. Это открывает возможности его использования в диагностике (Rogers, Blunden, 1980). *Neoptilota*, кроме того, оказалась прекрасным средством против ретровирусов (Neushul, 1990). В ее тканях были обнаружены жирорастворимые соединения, химически сходные с гормонами млекопитающих (OrClair, Lindstrom, 2000). Укажем также, что у камчатской *N. asplenoides* были обнаружены галактаны с довольно высоким уровнем 3,6-ангидрогалактозы, которые можно считать аналогами агарозы (Usov, Klochko, 1992).

***Odonthalia setacea* (Rupr.) Perest. – Одонтолия щетинистая (рис. 7)**

Мягкие плоские поочередно разветвленные кустики темно-красного цвета до 40 см высоты. Главная ось и боковые ветви первого порядка в основании кустика сдвоенно-цилиндрические или вальковатые, у вершины плоские, до 2 мм ширины. Ветвление слоевища осуществляется в одной плоскости. Сложные веточки ограниченного роста с шиловидными шипиками 2-3-х порядков, которые часто слегка завернуты вовнутрь и образуют подобие щитка. Все растение имеет постоянную правильную организацию, изящный вид. Крупные

боковые ветки из-за последовательного изменения длины отходящих от них боковых веточек приобретают пирамидальное очертание. У женских гаметофитов из-за обильного развития цистокарпов образуются густые, темноокрашенные пучочки. Цистокарпы у этого вида очень крупные, до 1,3 мм в поперечнике.



Рис. 6. Многолетний кустик *Odonthalia setacea*.

Fig. 6. Perennial bush of *Odonthalia setacea*.

Для этого вида характерны не столь высокие средние по темпу прироста длины и массы. Столь же невысокие темпы роста имеют *O. corymbifera* и *O. dentata* (Потехина, Суховеева, 1975; Кузнецов, Шошина, 2003), которые встречаются и у Камчатки. Активный рост *O. setacea* начинается с ранней весны и продолжается до середины июня. В сентябре-октябре процесс роста вновь стимулируется понижением температуры воды. Возраст растений, принадлежащих к этому виду, можно определять по количеству порядков ветвей. Наши исследования показывают, что он, судя по всему, может вегетировать более 4-х лет.

У берегов Камчатки *O. setacea* произрастает на глубинах 1,5-10 м, отдельные ее кустики встречаются до глубины 21 м. Растет преимущественно в местах с интенсивным движением воды на твердых грунтах, иногда стволиках ламинарий. Часто формирует смешанные заросли с видами родов *Ptilota* и *Neoptilota* и с другими представителями своего рода. Максимальная биомасса у видов рода *Odonthalia* достигает 5,3 кг/м².

Возможности использования. Прежде всего, следует отметить, что этот вид содержит желирующие вещества. Возможности использования одонтофитов в медицине определяются тем, что она накапливает в значительном количестве бром (до 0,6% от сухого вещества) и обладает противовирусными свойствами (Hudson et al., 1998). Она может использоваться как йодсодержащая добавка к кормам животных, поскольку характеризуется еще и достаточно высокой калорийностью (3,25 ккал на грамм сухой массы) (OrClair, Lindstrom, 2000). Камчатские представители рода одонтофитов содержат аналоги агарозы – галактаны с высоким уровнем 3,6-ангидрогалактозы (Usov, Klochko, 1992).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аминина Н.М., Кадникова И.А. Перспективы использования водорослей и трав дальневосточных морей в пищевой промышленности // Вопросы рыболовства. 2005. Т. 6. №2(22). С. 405-412.

Возжвинская В.Б., Камнев А.Н. Эколого-биологические основы культивирования и использование морских водорослей. М.: Наука, 1994. 202 с.

Воскобойников Г.М. Механизмы адаптации, регуляции роста и перспективы использования макрофитов Баренцева моря: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Мурманск, 2006. 46 с.

Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. М.: Пищевая промышленность, 1967.

Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова А.П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 112 с.

Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. Владивосток, Петропавловск-Камчатский: Дальнаука, 1997. 155 с.

Конгисер Р.А. Гидробиологические работы в Беринговом море у северо-восточного побережья Камчатки (предварительное сообщение) // Исслед. дальневост. морей СССР. 1933. Вып. 2. С. 115-124.

Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В. Фитоценозы Баренцева моря (физиологические и функциональные характеристики). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. 308 с.

Митина Л.Л. О желирующих веществах из одоноталии коримбифера. В сб.: Исслед. по технол. рыбн. продуктов. Владивосток: ТИНРО, 1974. Вып. 5. С. 153-158.

Писарева Н.А. Проблемы таксономической дифференциации красных пластинчатых водорослей морей российского Дальнего Востока. Сб.: Ботанические исследования на Камчатке: материалы I и II сессий Камчатского отделения Русского ботанического общества. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГПУ им. Витуса Беринга, 2004. Вып. 1. С. 88-101.

Писарева Н.А. Особенности развития гаметофитной стадии у некоторых красных пластинчатых водорослей на шельфе юго-восточной Камчатки. Сб.: Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. VII научной конф. Петропавловск-Камчатский, 2006. С. 290-293.

Подкорытова А.В. Полифункциональные свойства полисахаридов водорослей и морских трав. Сб.: Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: тез. докл. I междунар. конф. М.: ВНИРО, 2002. С. 86-87.

Потехина А.В., Суховеева М.В. Некоторые данные о биологии одоноталии (*Odonthalia corymbifera*, *O. teres*) Приморья (Японское море) // Изв. ТИНРО. 1975. Т. 98. С. 202-210.

Рамашина Н.А. Морские беспозвоночные как источник эйкозапентаеновой и других полиеновых кислот // Биология моря. 1983. №1. С. 66-68.

Саенко Г.Н. Металлы и галогены в морских организмах. М.: Наука, 1990. 200 с.

Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М.: Мир, 1991. 595 с.

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

Усов А.И. Полисахариды морских водорослей: Проблемы изучения и использования. Сб.: Биологически активные вещества морских организмов. М.: Изд-во АН СССР, 1990. Вып. 1. С. 97-111.

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

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

Gabrielson P.W., Garbary D.J. Systematics of red algae (Rhodophyta) // CRC Critical Reviews in Plant Sciences. 1986. V. 3. Issue 4. Pp. 325-366.

- Graham L.E., Wilcox L.W. Algae. USA: Intern. Prentice Hall. 2000. 640 p.
- Hoppe H.A. Marine algae: Their products and constituents. Marine algae in pharmaceutical science. Berlin; New York. 1982. V. 2. Pp. 3-48.
- 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. Applied Phycol. 1998. V. 10. №5. Pp. 427-434.
- Ichihara T., Wanibuchi H., Taniyama T., Okai Y., Yano Y. Inhibition of liver glutathione S-transferase placental form-positive foci development in the rat hepatocarcinogenesis by *Porphyra tenera* (Asakusa-nori) // Cancer Letters. 1999. V. 141. Issue 1-2. Pp. 211-218.
- Khotimchenko S.V., Vaskovsky V.E. Distribution of C20 polyenoic fatty acids in red macrophytic algae // Botanica Marina. 1990. V. 33. №11. Pp. 525-528.
- Klochkova N.G. An annotated bibliography of marine macroalgae of the northwest coast of the Bering Sea and southeast Kamchatka: the first revision of flora // Algae. 1998. V. 13. №4. Pp. 375-418.
- Lindstrom S.C. New blade initiation in the perennial red alga *Constantinea rosa-marina* (Gmelin) Postels et Rupr. (Cryptonemiales, Dumontiaceae) // Jap. J. Phycol. 1980. V. 28. №3. Pp. 141-150.
- Meeuse B.J.D., Andries M., Wood J.A. Floridean starch // J. Exp. Bot. 1960. V. 11. Pp. 129-140.
- Morgan K.C., Wright L.C., Simpson F.J. Review of chemical constituents of the red alga *Palmaria palmata* (L.) Stackh. // Econ. Bot. 1980. V. 34. №1. Pp. 27-50.
- Neushul M. Antiviral carbohydrates from marine red algae // Hydrobiologia. 1990. V. 204-205. №1. Pp. 99-104.
- OrClair R., Lindstrom S. North Pacific seaweeds. Alaska, Auke Bay. Plant press, 2000. 162 p.
- Okai Y., Higashi-Okai K., Yano Y., Onani S. Identification of antimutagenic substances in an extract of edible red alga, *Porphyra tenera* (Asakusa-nori) // Cancer Letters. 1996. V. 103. Issue 2. Pp. 235-240.
- Pedersen M., Roomans G.M., Hofsten A.V. Blue iridescence and bromine in the cuticle of the red alga *Chondrus crispus* // Bot. Mar. 1980. V. 23. P. 193.
- Pringle J.D., Mathieson A.C. *Chondrus crispus* Stackhouse // Case studies... Rome. 1986. Pp. 42-122.
- Rogers D.J., Blunden G. Structural properties of the anti-B lectin from the red alga *Ptilota plumosa* (Huds.) G.Ag. // Bot. Mar. 1980. V. 23. Pp. 459-462.
- 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. V. 35. №5. Pp. 371-387.
- Zeng F.J., Jandg L.J., Xu X.Z., Zhang W., Lin Y.S. Amino acid composition and nutritive value of *Porphyra yezoensis* and *P. haitanensis* from China // Oceanol. et limnol. sin. 1991. V. 22. Pp. 590-593.

ECOLOGY AND PARTICULARITIES OF VEGETATION OF SOME KAMCHATKA'S SHELF RED ALGAE IN CONNECTION WITH ENABLES OF THEIR USING

© 2009 y. N.G. Klochkova¹, N.A. Pisareva²

1 – Kamchatka Research Institute of Fishery and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatsky

2 – Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography (KB PIG) FED RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky

The results of morphological, ecological study and particularities of vegetation of 7 abundant species of red algae (Rhodophyta) of Kamchatka's shelf (*Constantinea rosa-marina*, *Turnerella mertensiana*, *Chondrus platynus*, *Porphyra abbottae*, *Palmaria stenogona*, *Neoptilota asplenoides*, *Odonthalia setacea*) are given. Abilities of their using and some features of their chemical composition are considered.