

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Камчатский филиал
Тихоокеанского института географии

ТРУДЫ

Выпуск VIII

**Биота острова Старичков
и прилегающей к нему акватории
Авачинского залива**

«Камчатпресс»
Петропавловск-Камчатский
2009

УДК 016.577

ББК 20.1

Т 78

Биота острова Старичков и прилегающей к нему акватории Авачинского залива / Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Выпуск VIII. – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2009. – 350 с., ил. 6 л.

Сборник содержит результаты исследований сотрудников КФ ТИГ ДВО РАН и некоторых других организаций, выполненных на территории небольшого о. Старичков и в прилегающих к нему прибрежных водах Авачинского залива. Представленные в настоящем сборнике работы посвящены изучению морской и наземной биоты этого острова, являющегося с 1981 г. особо охраняемой природной территорией – памятником природы регионального значения «Остров Старичков».

Сборник предназначен для экологов, биологов, специалистов природоохранных организаций, преподавателей и студентов высших и средних учебных заведений биологического профиля.

Biota of Starichkov Island and adjacent waters of Avacha Gulf / Proceedings of Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography, Far Eastern Division, Russian Academy of Sciences. – Petropavlovsk-Kamchatskii : Kamchatpress, 2009. Issue 8. – 350 p., pt. 6.

The collection of papers contains the data of studies of the scientists of KB PIG FED RAS and some other organizations carried out on the territory of a small Starichkov Islands and adjacent water areas of Avacha Gulf. The papers presented in this issue deal with studies on marine and terrestrial biota of this Island that has the status of the specially protected nature area – The Nature Monument of the regional significance «Starichkov Island» – since 1981.

The book can be recommended for ecologists, biologists, specialists in nature protection, teachers and students of institutes and colleges specializing in biology.

Издано по решению Ученого совета Камчатского филиала
Тихоокеанского института географии ДВО РАН

Редколлегия:

К. Э. Санамян, Н. П. Санамян, д.б.н. А. М. Токранов (отв. редактор),
О. А. Чернягина

Перевод на английский язык д.б.н. О. Н. Селивановой

ISBN 978-5-9610-0128-0

© Камчатский филиал Тихоокеанского
института географии ДВО РАН,
2009

**Некоторые наблюдения за морфогенезом
и сезонной изменчивостью багряной водоросли
Turnerella mertensiana (P. et R.) Schmitz
у о. Старичков**

Н. А. Писарева

Одним из массовых видов пластинчатых красных водорослей в прибрежных водах Камчатки и, в частности, в Авачинском заливе, где находится о. Старичков, является *Turnerella mertensiana* (P. et R.) Schmitz. Она принадлежит к порядку Gigartinales, характерная черта которого – образование ауксиллярной клетки, питающей орган женского размножения, из обычной клетки слоевища, а также отсутствие покровного слоя над поровыми пробками перикарпа – специального образования, покрывающего гонимобласт (Kraft, Robins, 1985).

Семейству Solieriaceae, к которому относится турнерелла, свойственно наличие зонально разделенных тетраспорангиев и ауксиллярных клеток, формирующихся из клеток коры (Lee, 1989). Гонимобласт у солиериевых обычно представляет собой большую клетку слияния и располагается в сердцевине. Прокарп у них отсутствует, но каждый зрелый гонимобласт имеет свой перикарп (Kylin, 1956). От большинства других родов семейства Solieriaceae род *Turnerella* отличается наличием непролиферирующего пластинчатого слоевища, цельного или рассеченного на несимметричные лопасти (Kylin, 1956), а также большим количеством светопреломляющих клеток, развивающихся в коровом слое и называемых железистыми (Schmitz, 1896).

Обсуждаемый нами вид является типовым для своего рода. Подобно множеству других пластинчатых красных водорослей, ранее он принадлежал к роду *Iridaea* Borg и впервые был описан А. Постельсом и Ф. И. Рупрехтом в 1840 г. (Postels, Ruprecht, 1840) как *Iridaea mertensiana*. Позднее Ф. Шмиц (Schmitz, 1896) отнес типовой образец этого вида к новому описанному им роду *Turnerella*. Свое название этот род получил в честь известного альголога позапрошлого века Д. Турнера (D. Turner), внесшего большой вклад в инвентаризацию морской флоры водорослей-макрофитов и обобщение альгофлористических и альготаксономических знаний.

Внутри рода *Turnerella* в настоящее время известны виды *T. mertensiana*, *T. septentrionalis* и *T. pennyi*. Последний обитает в Север-

ном Ледовитом и Атлантическом океанах (South, Hooper, 1972). Вид *T. septentrionalis*, описанный также Ф. Шмицем (Schmitz, 1896), имеет узкий охотоморский ареал. От вида *T. mertensiana* он отличается более мелкими размерами гонимобластов и меньшей толщиной пластины. Последний признак, судя по нашим наблюдениям, весьма распылячат, поскольку камчатские представители *T. mertensiana* также могут иметь очень тонкие пластины. Поэтому мы не исключаем того, что *T. septentrionalis* является охотоморской популяцией *T. mertensiana*. В работе Л. П. Перестенко (1976), посвященной монографическому обзору рода, по материалам из Охотского моря был описан еще один вид – *T. glaphyra* Perest. Однако в опубликованной позже монографии она свела его в синонимы *T. septentrionalis* (Перестенко, 1994).

Кроме упомянутых выше видов, А. Д. Зиновой (1972) для курильской флоры была описана *T. fusco-purpurea*. Основанием для создания нового вида послужило то, что изученные ею образцы отличались от типичных представителей *T. mertensiana* темно-пурпурной окраской слоевища, очень грубой текстурой, структурой корового и подкорового слоев. Позже Л. П. Перестенко (1994) заключила, что *T. fusco-purpurea* является южнокурильской популяцией *T. mertensiana* и, таким образом, последний вид характеризуется значительной географической изменчивостью.

Жизненный цикл изучаемого вида был исследован японским ученым К. Казахарой (Kasahara, 1980). Оказалось, что созревшие и высыпающиеся карпоспоры женских растений, прорастая, дают корковидные тетраспорофиты. По достижении репродуктивной зрелости эти корки продуцируют зонально разделенные тетраспорангии, которые развиваются на базальных клетках вертикальных ветвей. В лабораторных условиях период от прорастания карпоспор до появления тетраспор составлял 3–5 лет. При последующем культивировании высвободившихся тетраспор вновь появлялись пластинчатые гаметофиты. Таким образом, было установлено, что *T. mertensiana*, как и ранее изученный в культуре Ж. Саутом и Р. Хупером (South, Hooper, 1972) вид *T. pennyi*, имеет гетероморфный цикл развития, в котором корковидный тетраспорофит чередуется с пластинчатым макроскопическим гаметофитом.

Указанные выше авторы провели сравнение диплоидного поколения *T. pennyi* с другими коркообразными видами багрянок и выяснили, что полученные ими в культурах корки турнереллы идентичны таковым у ранее описанного вида *Cruoria rosea* Stouan, характеризующегося наличием железистых клеток и зонально разделенных тетраспорангиев. На этом основании *Cruoria* была признана стадией развития *Turnerella*.

По целому ряду причин таксономическая обработка пластинчатых багрянок достаточно сложна (Писарева, 2004), однако идентификация *T. mertensiana*, благодаря наличию у нее некоторых анатомо-морфологических признаков, не составляет особых затруднений. По-

этому она часто упоминается в работах российских исследователей. Обзор этих работ дает представление о том, что в морях российского Дальнего Востока этот вид имеет очень широкий ареал и встречается в Японском, Охотском и Беринговом морях, у берегов Восточной Камчатки, на Курильских и Командорских островах, т. е. практически по всему дальневосточному региону РФ (Е. Зинова, 1940, 1954а, б; Перестенко, 1976, 1980, 1994; Клочкова, 1994, 1998; Klochkova, 1998).

За пределами российских вод *T. mertensiana* известна у берегов Японии (острова Хоккайдо, Хонсю) (Okamura, 1914; Yoshida, 1998), указывается для Кореи (Lee, Kang, 2001), Алеутских островов (Прибылова, Шумагина, Кадьяк и др.). В литературе имеются сведения о ее нахождении у материкового побережья Северной Америки от штата Аляска до северных районов штата Вашингтон (Scagel, 1957; Dawson, 1961; Linstrom, 1977).

Судя по сведениям, приведенным в работах разных авторов, этот вид обитает в сублиторальной зоне на скалистом и каменистом, иногда на каменисто-песчаном и галечном грунтах, на раковинах мидий (Гусарова, 1975; Суховеева, Паймеева, 1974), обычно на глубинах 2–40 м (Е. Зинова, 1940; Гусарова, 1972; Перестенко, 1976), а в Японском море она отмечена даже на глубине 94 м (Перестенко, 1994). Туда она, судя по всему, сносится с меньших глубин и поэтому попадает в донные трапы вместе с другими глубоководными гидробионтами.

У юго-восточной Камчатки *T. mertensiana* встречается очень часто. Она растет у открытых побережий на глубинах 2–40 м в зарослях ламинариевых водорослей, не образуя самостоятельной ассоциации (Клочкова, Березовская, 2001). В Камчатском и Олюторском заливах на глубинах 8–13 м она отмечена только на вертикальных и крутых скалистых подводных склонах, но глубже ее можно встретить и на пологом дне. Там, у нижней границы фитали, она принимает активное участие в формировании донных ценозов (Перестенко, 1996).

Таксономическая ревизия рода *Turnerella*, проведенная на обширном материале, собранном в пределах всего российского Дальнего Востока, дала представление о его видовом составе и популяционной структуре *T. mertensiana* (Перестенко, 1976). Однако важнейшие моменты биологии развития вида: продолжительность жизни гаметофитной генерации, морфогенез у представителей разных возрастных групп, сезонная изменчивость – остались не изученными, несмотря на всю их важность для разработки систематики этого и других родов пластинчатых багрянков.

Материал, используемый в данной работе, был собран в основном у о. Старичков водолазами ООО «Подводсервис» в диапазоне глубин 5–8 м в ходе сезонных гидробиологических исследований, проводившихся автором в 2002–2004 гг. Там же нами взяты образцы из штормовых выбросов. Для проведения сравнительных исследований были просмотрены сезонные сборы вида из других районов юго-восточной

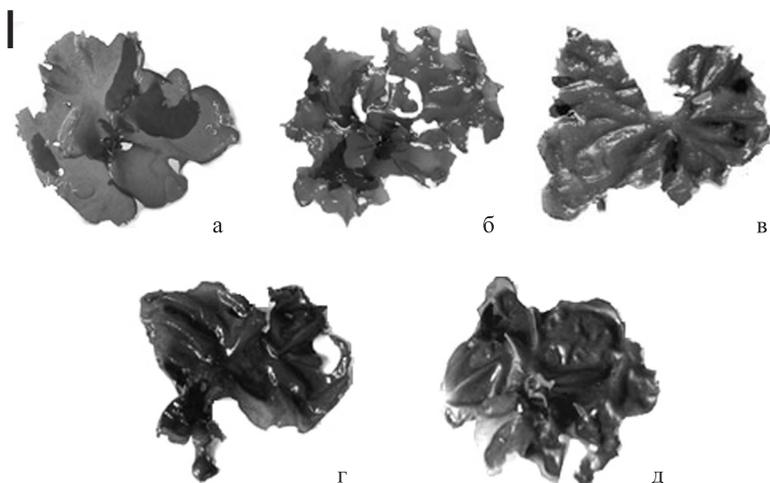
Камчатки: б. Спасения, горла Авачинской губы, б. Вилочинской (2001–2004 гг.) и летние сборы 2004 г., произведенные нами у Командорских островов.

В ходе камеральной обработки изучаемые образцы делились по возрастам. Морфометрическим и гистологическим исследованиям подвергались представители каждой группы. Для изучения анатомического строения растений использовали микроскоп Olympus BX-40. Фотографии внутреннего строения сделаны автором с помощью цифровой фотокамеры Sony DSC-S75.

Деление по возрастам вели на основе различий в окраске, толщине и текстуре пластин. Учитывали также размеры растений. С помощью этих признаков особенно хорошо на возрастные группы подразделялись образцы весенних сборов (в которых четко можно было выделить три группы растений). Растения из летних и осенних сборов вида, хотя и менее отчетливо, также можно было поделить на эти группы. Одни из них (как мы предполагаем – первого года жизни) обладали тонкой, складчатой пластиной ярко-розового цвета и были всегда стерильными. Другие имели более твердую, крепкую и в свежем состоянии скрипучую на ощупь пластину. Их окраска была более насыщенной, пурпурной, при этом пигментация у них часто была неравномерной. У представителей этой группы в мае уже имелись органы размножения. К третьей группе мы относили растения с более толстыми, мягкими на ощупь, не скрипучими, темно-красными пластинами. Иногда пластины были, наоборот, очень жесткими и почти всегда сильно обтрепанными. В высушенном состоянии некоторые из них, возможно, самые старые, становились почти черными, имели очень грубую кожистую текстуру и неровную, бугорчатую поверхность. Практически все они содержали полуразрушенные цистокарпы без карпоспор.

Скорее всего, последнюю группу образцов составляли растения не только третьего, но и последующих лет жизни (выше уже говорилось, что сроки жизни гаметофитной генерации в камчатских и в целом в дальневосточных водах не известны). Но поскольку достоверные анатомо-морфологические признаки, пригодные для определения их истинного возраста, обнаружены не были, растения старше двух лет включали в единую, третью, возрастную группу.

Наблюдения за *T. mertensiana* в районе о. Старичков показали, что сезонные изменения ее морфологии наиболее четко выражены у представителей первой группы, т. е. на первом году жизни (рис. 1). Прежде всего, они выражаются в изменении от весны к осени цвета и формы растений. Весной, в период активного роста, их цвет более светлый, чем осенью, имеет розоватый оттенок. Согласно шкале цветов А. С. Бондарцева (1954), цвет весенних растений первого года можно считать винно-красным или фиолетово-карминным, а растений, собранных начиная с середины лета и осенью, – темно-пурпуровым или темно-



*Рис. 1. Сезонная морфологическая изменчивость *Turnerella mertensiana* в течение первого года жизни: а – май, б – июль, в – август, г – сентябрь, д – октябрь. Масштаб = 5 мм.*

красным. Большинство растений сохраняют целостность и имеют широколопастные пластины с ровным краем. Начиная с июля, у растений происходит одновременно процесс разрушения краевой части пластин и утолщения оставшейся. К осени пластины первого года ненамного увеличивают свои размеры, но становятся почти в полтора раза толще, более темными и грубыми, иногда кожистыми по текстуре.

У представителей последующих лет жизни столь же четкие сезонные изменения морфологии не обнаружены. Однако по цвету пластин (темно-винно-красному или почти черному, согласно той же шкале), наличию на них пигментных пятен, более позднему созреванию женской репродуктивной системы у растений второго года жизни, а также по большей обтрепанности слоевища у растений старше двух лет собиравшийся материал после отделения растений первого года жизни делился еще на две группы.

Сезонные изменения вегетативной анатомии у растений, произрастающих у о. Старичков, также довольно отчетливо проявляются на первом году жизни. Это видно при сравнении микрофотографий поперечных срезов их пластин, собранных в разные месяцы вегетации (рис. 2).

Так, майские растения этого возраста имеют очень тонкую, однородную, наружную кору, достаточно тонкий рыхлый подкоровый слой и очень рыхлую сердцевину (рис. 2а). Последняя при этом образована периклиналино вытянутыми нитями. В летние месяцы кора у них по-

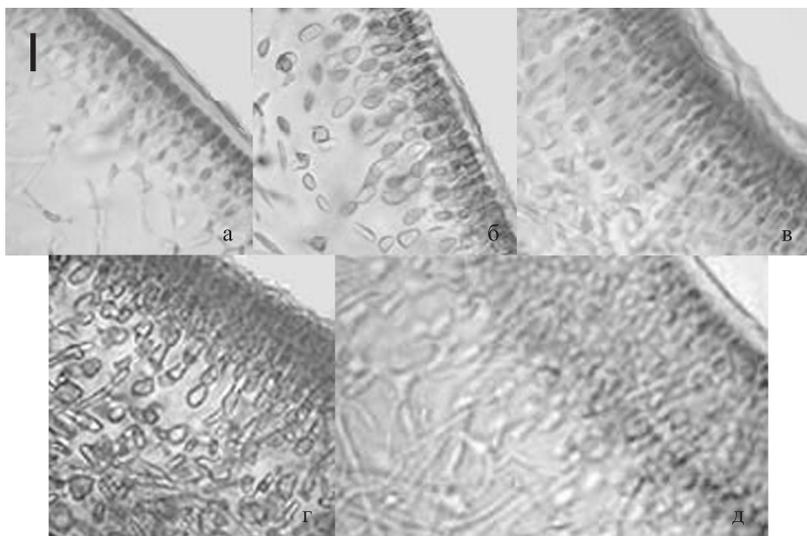


Рис. 2. Сезонная изменчивость вегетативной анатомии *Turnerella mertensiana* на первом году жизни. Поперечные срезы растений по месяцам: а – май, б – июль, в – август, г – сентябрь, д – октябрь. Масштаб = 10 мкм

степенно разрастается и уплотняется. Образующие ее клетки становятся крупнее и приобретают большую пигментацию. Сердцевина становится многонитчатой. В августе у нее уже появляются антиклинальные нити. К сентябрю все клеточные слои разрастаются и уплотняются еще больше. Особым образом начинает изменяться форма сердцевинных клеток, граничащих с подкоркой. Из палочковидных они преобразуются в звездчатые. В октябре в сердцевине у растений *Turnerella mertensiana* первого года жизни наблюдается хорошо выраженная крупноячеистая сеть.

Для растений последующих возрастных групп столь же четкие месячные изменения анатомического строения не свойственны. Они в течение всего вегетационного сезона имеют структуру, близкую к таковой у осенних растений первого года жизни. Их кора многослойная, сердцевина плотная, подкорковый слой хорошо развит. Из-за неравномерного разрастания слоевища на поперечных срезах пластины хорошо заметны беспорядочные перепады толщины, особенно в ее центральной части.

Важным диагностическим признаком рода *Turnerella* является развитие в тканях слоевищ железистых клеток. Предполагают, что эти клетки у водорослей являются хранилищем запасных веществ, выполняют аллелопатические или антимикробные функции (Young, West, 1979). Исследование железистых клеток, проведенное у образцов, собранных в разных районах Камчатки и Командорских островов, показа-

ло, что они чрезвычайно вариабельны и что особенности их развития, морфология и форма не связаны с сезонной или возрастной изменчивостью, географическими или экологическими факторами.

Железистые клетки располагаются у всех изученных нами образцов на границе корового слоя и сердцевины и бывают совершенно разной формы: грушевидной, которая всегда указывается при описании данного вида, треугольной, вытянутой, овальной. Количество железистых клеток у разных представителей вида сильно различается, но всегда присутствует хотя бы одна на 60 мкм внутренней поверхности. Их пигментация, размеры, толщина клеточных оболочек могут быть совершенно различными, независимо от периода вегетации, района и глубины произрастания, гидродинамических, температурных и других гидрологических условий. Разнообразие взрослых, завершивших свое формирование, железистых клеток у представителей *T. mertensiana* показано на рис. 3. Хорошо видно, что у одновозрастных представителей турнереллы, собранных в одних и тех же районах камчатского побережья в одни и те же месяцы, морфология железистых клеток может сильно отличаться. Исходя из сказанного, напрашивается вывод о том, что разнообразие железистых клеток у *T. mertensiana* есть результат фенотипической индивидуальной изменчивости.

В целом результаты изучения сезонных изменений морфологии и анатомии *T. mertensiana* показывают, что признаки, предлагаемые

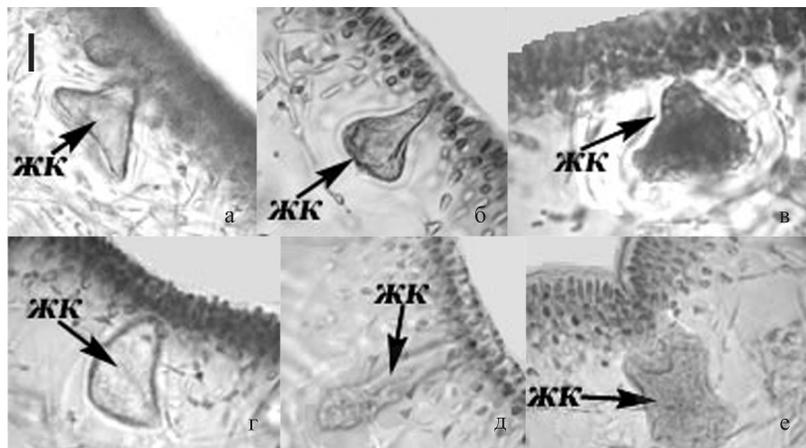


Рис. 3. Железистые клетки (жк) у *Turnerella mertensiana*. Поперечный срез слоевища майских растений второго (а) и первого (б) годов жизни (растения у о. Старичков); шольские растения первого (г, д) и второго (в, е) годов жизни (растения собраны у о. Старичков и в б. Спасения).

Масштаб = 10 мкм

для диагностики вида, не охватывают всей их совокупности, определяемой индивидуальной, сезонной, возрастной и экологической изменчивостью. Это необходимо учитывать при определении разновозрастных образцов *T. mertensiana*, собранных в любое время года. Только на основании знаний особенностей ее возрастного и сезонного развития этот вид можно надежно отличить от других пластинчатых багряннок.

На основании проведенного исследования также можно определенно говорить о том, что представители гаметофитной стадии *T. mertensiana* у берегов юго-восточной Камчатки имеют продолжительность жизни не менее трех лет.

Настоящая работа выполнена под руководством д.б.н. Н. Г. Ключковой, которой автор приносит свою глубокую благодарность. Выражаю также признательность н.с. лаборатории гидробиологии Н. П. Самаян и работникам ООО «Подводремсервис» за помощь в сборе материала.

ЛИТЕРАТУРА

Бондарцев А. С. Шкала цветов : пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях. – М. ; Л. : АН СССР. 1954. 27 с.

Зинова А. Д. Новые и интересные виды красных водорослей из дальневосточных морей СССР // Новости сист. низш. раст. 1972. Т. 9. С. 82–87.

Зинова Е. С. Морские водоросли Командорских островов. // Тр. Тихоокеан. комитета. 1940. Т. 5. С. 165–243.

Зинова Е. С. Морские водоросли юго-восточной Камчатки // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1954а. Сер. 2. Вып. 9. С. 365–400.

Зинова Е. С. Водоросли Татарского пролива // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1954б. Сер. 2. Вып. 9. С. 311–364.

Ключкова Н. Г. Аннотированная библиография по морским водорослям-макрофитам Татарского пролива (Японское море). Первая ревизия флоры. – Владивосток : Дальнаука. 1994. 108 с.

Ключкова Н. Г. Водоросли-макрофиты дальневосточных морей России. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Владивосток. 1998. 45 с.

Перестенко Л. П. Красные водоросли дальневосточных морей СССР. *Turnerella* Schmitz, *Opuntiaella* Kylin (Solieriaceae, Gigartinales) // Новости сист. низш. раст. 1976. Т. 13. С. 39–50.

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

Перестенко Л. П. Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб. : «Ольга». 1994. 331 с.

Перестенко Л. П. Фитоценозы литорали восточной Камчатки // Бот. журн. 1996. Т. 81. № 10. С. 16–22.

Писарева Н. А. Проблемы таксономической дифференциации красных пластинчатых водорослей морей российского Дальнего Востока // Матер. I и II сессий камч. отд. русск. ботанического общ-ва. – Петропавловск-Камчатский : КГПУ. 2004. С. 88–101.

Постельс А., Рупрехт Ф. И. Изображения и описания морских растений, собранных в северном Тихом океане у берегов Российских владений в Азии и Америке. – СПб. 1840. 22 с.

Суховеева М. В., Паймеева Л. Г. Видовой состав, распределение водорослей и морских трав в Амурском заливе (Японское море) // Изв. ТИНРО. 1974. Т. 92. С. 133–151.

Dawson E. Y. A guide to the literature and distributions of Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands // Pacific Science. 1961. Vol. 15. P. 370–461.

Kasahara K. On the life history of *Turnerella mertensiana* (Rhodophyta, Gigartinales) // Bot. Mag. Tokyo. 1980. Vol. 93. №1030. P. 117–123.

Kawabata S. A list of marine algae from the Island Shikotan // Sci. Pap. Inst. Algol. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 1936. Vol. 1. P. 119–212.

Klochkova N. G. An Annotated Bibliography of Marine Macroalgae of the Northwest Coast of the Bering Sea and Southeast Kamchatka. First Revision of Flora // Algae (Formerly the Korean Journal of Phycology). 1998. Vol. 9. № 5. 90 p.

Kraft G. T., Robins P. A. Is the order Cryptonemiales (Rhodophyta) defensible? // Phycologia, 1985. Vol. 24. P. 67–77.

Kylin H. Die Gattungen der Rhodophyceen // CWK Gleerups Forlag. Lund. 1956. 673 p.

Lee R. E. Phycology. Second edition. New-York: Cambridge Univ. Press, 1989. 645 p.

Lee Y., Kang S. A catalogue of the seaweeds in Korea. 2001. 662 p.

Lindstrom S. C. An annotated bibliography of the benthic marine algae of Alaska // Alaska department of Fish and Game. 1977. 172 p.

Okamura K. Icones of Japanese algae // Tokyo. 1914. Vol. 3. № 5. P. 79–98.

Scagel R. F. An annotated list of the marine algae of British Columbia and Northern Washington // Nat. Mus. Canada, Bull. 150, biol. ser. 1957. Vol. 52. P. 1–289.

Schmitz F. Kleinere Beitrage zur Kenntniss der Florideen VI. Nouva Notarisia. 1896. Vol. 7. P. 1–22.

South G. R., Hooper R. G. The life history of *Turnerella pennyi* (Harv.) Schmitz. // Br. phycol. J. 1972. Vol. 7. P. 221–233.

Young D. N., West J. A. Fine structure and histochemisry of vesicle cells of the red alga *Antithamnion defectum* (Ceramiaceae) // J. Phycol. 1979. Vol. 15. P. 49–57.

Yoshida T. Marine algae of Japan. Tokyo: Uchida Rorakuho publishing. 1998. 1222 p.