



с 1881 г.

*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии»*
ФГБНУ «ВНИРО»

**МОРСКИЕ ВОДОРОСЛИ И ТРАВЫ:
КЛАССИФИКАЦИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ,
ЗАПАСЫ, ДОБЫЧА, ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ,
ПРОИЗВОДСТВО ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ,
ГИДРОКОЛЛОИДОВ
И БИОАКТИВНЫХ ДОБАВОК
Часть 1**

**Доктор технических наук,
профессор
Антонина Владимировна Подкорытова**

**МОСКВА
2019**

Содержание

Часть 1-я

- 1. Морские водоросли и их систематические группы (таксоны).**
- 2. Современная классификация водорослей.**
- 3. Размножение и жизненные циклы.**
- 4. Рассмотрение особенностей сырья:**
особенности внешнего вида,
химического состава,
строение и функции полисахаридов.
- 5. Распространение водорослей в прибрежных зонах морей РФ.**
- 6. Запасы водорослей и рекомендуемый вылов.**

Морские водоросли-макрофиты

наиболее «урожайные» растения на земле, запасы которых в Мировом океане исчисляются сотнями миллионов тонн. В сообществе растений водоросли занимают совершенно особое, исключительное по своему значению место, как в историческом аспекте, так и по той роли, которая принадлежит им в круговороте веществ в природе.

"Водоросли" - это растения, живущие в воде и отличающиеся от наземных растений многими признаками, основными из которых являются отсутствие настоящих стеблей, листьев и корней.

При более точном определении термина "водоросли" следует сказать, что это низшие слоевцовые (лишенные расчленения на стебель и листья) споровые растения, содержащие в своих клетках хлорофилл и живущие преимущественно в воде.

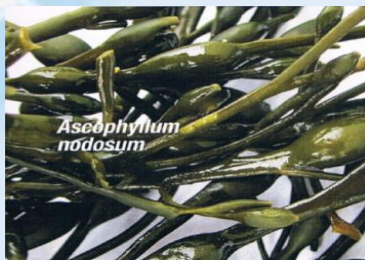
В ходе эволюции они выработали способность синтезировать органические вещества из углекислого газа и воды под воздействием солнечного излучения при участии фотосинтетических пигментов (хлорофилл у растений).

Представители красных водорослей

Бурые водоросли

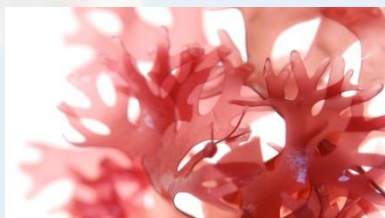
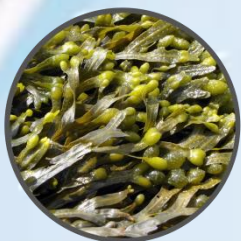


Laminaria (Saccharina) japonica



Ascophyllum nodosum,
Баренцево море (приливно-отливная прибрежная зона)

Fucus vesiculosus



В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция — это совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии квантов света в различных эндоэргонических реакциях, в том числе превращение углекислого газа в органические вещества.



Водоросли разделяются на систематические группы (таксоны) высшего ранга – отделы и классы, что, в основном, совпадает с характером их окраски, а также связано с особенностями строения, их биохимического состава и продукцией основного органического вещества. В современной классификации водоросли разделены на 8 отделов:

№ пп	Наименование отдела/класса		Основные пигменты
	латинское	русское	
1.	Отдел Rhodophyta	Красные	хлорофилл а, хлорофилл d, фикобилины (красные пигменты) - фикоцианин, фикоэритрин
1.1.	Класс Bangiophyceae	Бангиевые	
1.2.	Класс Florideophyceae	Флоридеевые	
2.	Отдел Cyanophyta	сине-зелёные	хлорофилл а, фикоцианин, фикоэритрин
3.	Отдел Chlorophyta	Зелёные	хлорофилл а, хлорофилл b
4.	Отдел Charophyta	харовые	хлорофилл а, хлорофилл b
5.	Отдел Pyrrophyta	пирофитовые	хлорофилл а, хлорофилл с
6.	Отдел Chrysophyta	золотистые	хлорофилл а, хлорофилл е
7.	Отдел Xanthophyta	желто-зелёные	хлорофилл а, хлорофилл е
8.	Отдел Охрофитовые (Ochrophyta)		
8.1	Класс Phaeophyceae	бурые	b-хлорофилл, хлорофилл а, с; е- каротин, фукоксантин
8.2	Класс Bacillariophyta	диатомовые	хлорофилл b
8.3	Класс Euglenophyta	эвгленовые	хлорофилл а, хлорофилл b

Размножение водорослей

Водоросли могут размножаться *вегетативным, бесполом и половым* путём.

Вегетативное размножение водорослей

Вегетативное размножение происходит путём деления одноклеточных организмов, распада колоний — у колониальных, частями таллома — у многоклеточных.

Бесполое размножение водорослей

Собственно бесполое размножение осуществляется с помощью зооспор или спор — одноклеточных образований, образующихся внутри вегетативных клеток или в особых органах — зооспорангиях (или спорангиях) — путём деления содержимого.

Зооспоры в отличие от спор подвижны, благодаря наличию жгутиков. Они после непродолжительного движения теряют жгутики, покрываются клеточной оболочкой и прорастают в новую особь.

Бесполом способом водоросли размножаются, как правило, в условиях, благоприятных для роста.

Половое размножение водорослей

По мере ухудшения условий существования (высыхания, низкая температура) они приступают к половому размножению, которое происходит, в большинстве случаев, путём слияния гаплоидных (n) половых клеток — гамет — в одну клетку — зиготу ($2n$).

В зиготе накапливаются запасные продукты, на поверхности вырабатывается толстая клеточная оболочка, и в таком состоянии она способна переносить неблагоприятные условия.

После периода покоя зигота прорастает, образуя зооспоры или новую особь.

В Мировом океане насчитывается около 30 тыс. видов водорослей, в том числе бурых водорослей – 1,5 тыс. видов, красных – 4 тыс., зеленых – 20 тыс. видов. Наиболее важными для хозяйственной деятельности человека являются:

бурые – класс Phaeophyceae

красные – отдел Rhodophyta

зеленые - отдел Chlorophyta

И морские травы - Magnoliophyta



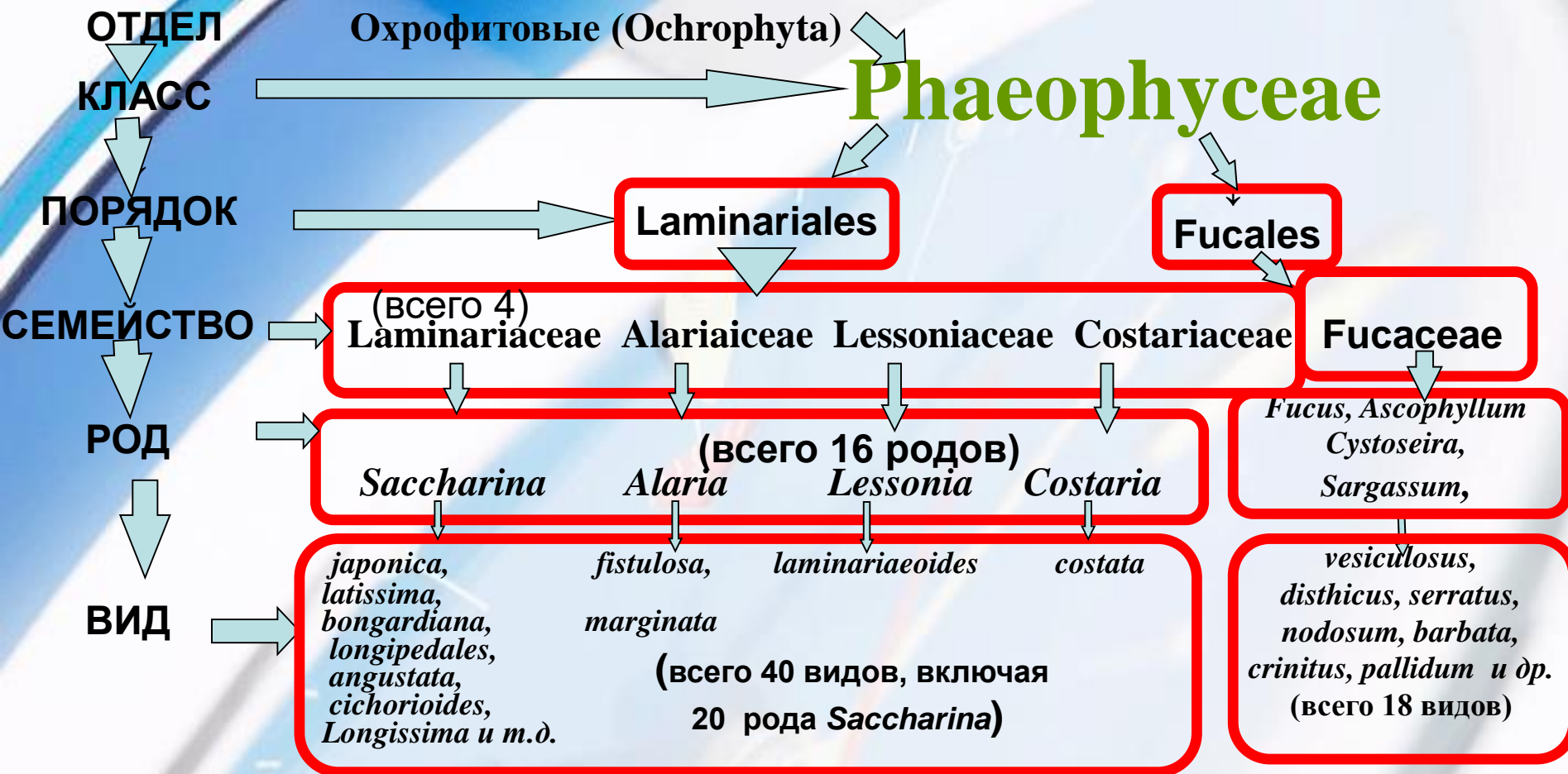
К классу бурых водорослей (Phaeophyceae) относятся преимущественно морские растения, общим признаком которых является буро-зеленовато-оливковая окраска слоевищ, определяемая наличием, наряду с хлорофиллами, еще и большим количеством бурого пигмента - фукоксантина.

В соответствие с современной классификацией класс Phaeophyceae (бурые водоросли) из-за большого разнообразия в строении слоевищ, органов размножения и особенностей циклов развития делятся на порядки числом от 10-ти до 14-ти.

В настоящее время известно около 240 родов и 1500 видов бурых водорослей.



КЛАССИФИКАЦИЯ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ



Все бурые водоросли синтезируют альгиновую кислоту, являющуюся их основным структурным полисахаридом, а также фукоиданы, сульфатированные полисахариды, обладающие повышенной биологической активностью. Эти полисахариды не свойственны наземным растениям, что является важнейшим признаком принадлежности растения к морским бурым водорослям.

Внешний вид бурых водорослей:

класс: Phaeophyceae,
Порядок: Laminariales

Северный рыбохозяйственный бассейн



Laminaria digitata (ламинария
пальчаторассечённая)



Laminaria digitata (в приливно – отливной зоне)



В природе →



Внешний вид бурых водорослей:

Saccharina latissima (*Laminaria saccharina*)

Saccharina используется в пищу, для производства альгинатов, маннита, ламинарина. В ряде стран культивируется. Форма таллома — лентообразная, гладкая или сетчато-морщинистая, ширина пластины до 1 м, длина 4-6 м, редко может достигать 13 м.

Класс

Phaeophyceae

Порядок:

Laminariales

Семейство:

Laminariaceae

Род:

Saccharina

Вид:

latissima

Saccharina latissima ([L.](#)) C.E.LANE, C.MAYES, DRUEHL & G.W.SAUNDERS, 2006



Saccharina latissima,
Seaweeds.uib.no

https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharina_latissima



Внешний вид бурых водорослей: класс Phaeophyceae, порядок Fucales

Отдел: Охрофитовые

Класс: Phaeophyceae

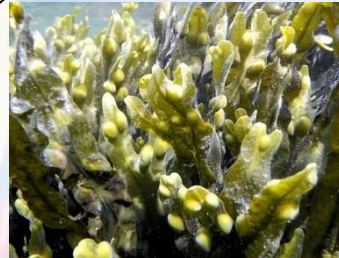
Порядок: Fucales

Семейство: Fucaceae

Род: Fucus

Вид: *distichus*, *evanescens*,
serratus, *vesiculosus* и
ещё более 14 видов

Fucus vesiculosus: слоевище кустистое
высотой до 30-40 см



Отдел: Охрофитовые

Класс: [Phaeophyceae](#)

Порядок: Fucales

Семейство: Sargassaceae

Род: Cystoseira

Вид: *barbata*, *crinita*, *crassipes*,
всего около 60 видов

Cystoseira barbata (Stackh.) C. Agardh
(1820), [NOM. CON](#)

Cystoseira spp. - Слоевище кустистое, грубое,
высотой 0,5-3,0, иногда до 8,0 м. Жизненный
цикл – многолетний.

Ascophyllum nodosum

Class: Phaeophyceae

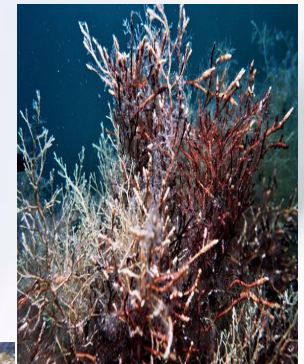
Order: Fucales

Family: Fucaceae

Genus: Ascophyllum

Species: nodosum

Ascophyllum nodosum (L.) [Le Jolis](#)



F. distichus

F. distichus
Фукус
двусторонний

Fucus serratus
Фукус зубчатый

В прибрежных зонах морей дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (ДВРБ) произрастают 552 вида водорослей, в том числе
бурых – 161,
красных – 318 и
зелёных – 73 видов.

Ламинарии с цельной пластиной, такие как

Laminaria japonica (= *Saccharina japonica*),
Laminaria (= *Saccharina*) *longipes*,
Laminaria (= *Saccharina*) *angustata*,
Cymathere japonica (= *Saccharina kurilensis*),
Laminaria cichorioides,
Laminaria (= *Saccharina*) *gurjanovae*.

Есть несколько форм *Laminaria* (= *Saccharina*) *bongardiana* с **цельной пластиной у основания и рассеченной вершинной** - это

L. bongardiana f. *taeniata*

и несколько видов с рассеченными от основания пластинами:

L. (=S) bongardiana f. *bongardiana*,

L. (=S) bongardiana f. *subsimplex*, *L. (=S) bongardiana* f. *subsessilis*,

а также *L. yezoensis* и *L. dentigera*.

Внешний вид бурых водорослей:

Класс: Phaeophyceae

Порядок: Laminariales

Семейство: Laminariaceae

Род: Saccharina

Вид: japonica

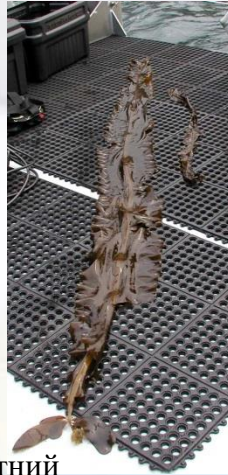
Alaria marginata
[Postels](#) & [Ruprecht](#) 1840
Жизненный цикл многолетний

Saccharina(Laminaria)
japonica

Слоевище

Черешок

Ризоиды



Основной промысловый вид бурых водорослей в ДВРБ из семейства ламинариевых - это (сахарина) ламинария японская *Laminaria (=Saccharina) japonica* Aresch., из всех добываемых в дальневосточных морях бурых водорослей наиболее предпочтительна в связи с тем, что ламинария имеет гладкое не рассечённое слоевище, хорошие размеры от 2 до 6-7 м, массу 2-4 кг. Прикрепляется к субстрату ризоидами.

Двухлетний жизненный цикл.
Уникальный химический состав.

Используется в пищу при изготовлении пищевых продуктов, как источник альгинатов (пищевые добавки), маннита, фукоидана, биологически активных добавок к пище (БАД) и др.

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

класс: *Phaeophyceae* (Бурые водоросли)

Порядок: *Laminariales* Kylin

Семейство: *Laminariaceae* (Bory) Rostaf.



Слоевище состоит из пластины, стволика и ризоидов.

Пластина кожистая, цельная, перфорированная, линейная или широколинейная, зрелая пластина веерообразная, /шириной от 50 до 100-240 см, шириной 20-60, иногда 100-140 см, от светло- до темно-оливкового цвета

Costaria costata (костария ребристая)
В приливно-отливной зоне

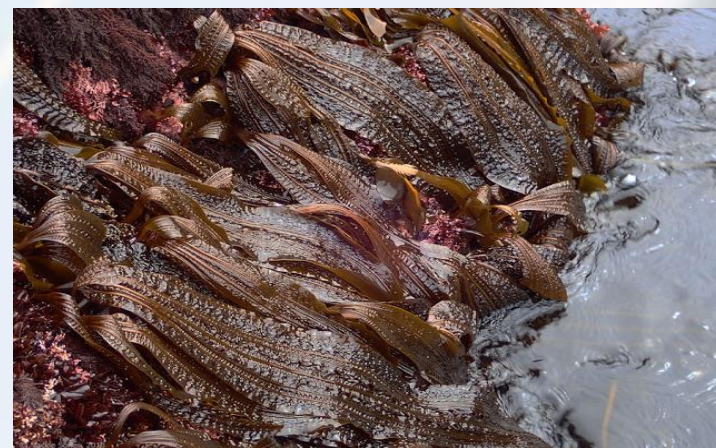
Произрастает в Японском море от Татарского пролива на севере до Корейского полуострова.

Жизненный цикл 1 год.

Период спороношения июнь-август. Затем разрушается.

Конкурент ламинарии, особенно, в аквакультуре.

Может быть использована при производстве альгинатов.



https://yandex.ru/images/search?text=%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%8F%20%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&pos=11&rpt=simage&img_url=http%3A%2F%2Fnaukamoredeti.ru%2Fimages%2Fnaukamoredeti%2Fimages%2Ffoto_quest%2Fcostaria_costata2_01.jpg&lr=213

Внешний вид бурых водорослей дальневосточные моря (ламинариевые)



Циматера японская
Cymathera japonica Miyabe et Nagai



Циматера японская
Saccharina kurilensis
(=*Cymathera japonica*)

Распространена у Курильских островов. Жизненный цикл 2 года. Период спороношения июль-август. Затем разрушается. Произрастает совместно с ламинарией. Запас 70-100 тыс. тонн. Может быть использована при производстве пищевых продуктов, альгинатов, маннита, кормовых продуктов, БАД.



Ламинария суженная
Saccharina angustata (= *Laminaria angustata*)

**Размножается спорами,
жизненный цикл – 3 года, на
четвертом году жизни
разрушается.**

Распространена:
северное побережье Приморья
Японского моря, материковое
побережье Татарского пролива;
побережья Малой Курильской
гряды, Большой Курильской
гряды (о-ва Кунашир, Итуруп).

Saccharina longissima

Class: Phaeophyceae

order: Laminariales

family: Laminariaceae

genus: *Saccharina*

species: *longissima*



Laminaria longissima
принадлежащая к группе
Saccharina* (= *L.*) *angustata
(морфологические различия по
форме, размерам – длина,
ширина, толщина срединной и
краевой полос, длина и
толщина ризоидов и др.).
Жизненный цикл – 3 года
Длина, представленного
образца, около 8 м

Undaria pinnatifida (ундария
перистонадрезанная)

Отдел: Охрофитовые

Класс: *Phaeophyceae*

Порядок: *Laminariales*

Семейство: *Alariaiceae*

Род: *Undaria*

Вид: *pinnatifida*

Undaria pinnatifida (HARV.) SURINGAR (1873)



Внешний вид:

Пластина буровато-зеленая, тонкая, 45-60 см длиной и 20-40 см шириной. Водоросль однолетнего цикла развития

Очень ценное пищевое сырьё (вакамэ), обладает сладковатым вкусом.

Культивируют в Японии.

18



Ундария
перистонадрезная
Undaria pinnatifida (Harv.) Sur.

Разнообразие внешнего вида бурых водорослей класс Phaeophyceae

Laminaria digitata



Saccharina latissima



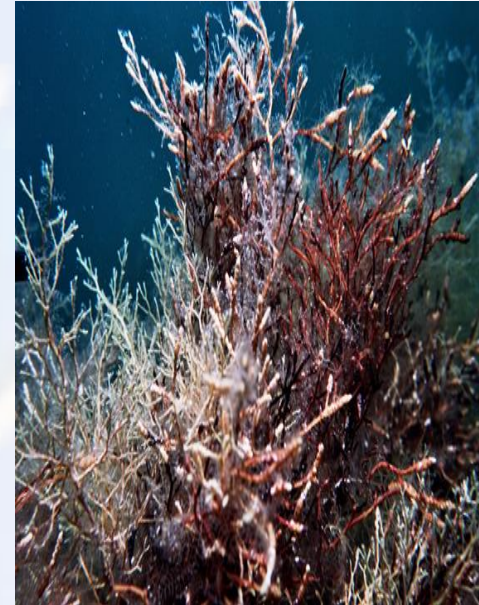
Laminaria (Saccharina) japonica



Fucus vesiculosus



Cystoseira spp.



Ascophyllum nodosum



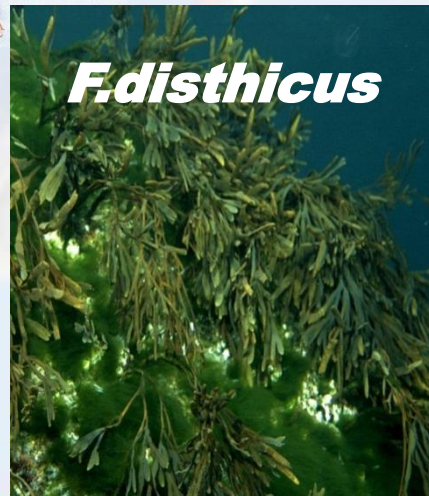
Undaria pinnatifida



Himanthalia elongata



F. disthicus





РАСПРОСТРАНЕНИЕ Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн России

наиболее богаты ресурсами бурых водорослей прибрежные зоны на глубине от 0,5 до 50 м. На глубинах в интервале от 5 до 15 м сосредоточены доступные для промысла запасы водорослей. Общие запасы бурых водорослей в ДВ морях экспертно оцениваются около 28 млн. т сырой массы, их 169 видов. Однако по доступности для промысла и технологической ценности практическое значение из них имеют около 30 видов. Промысловый запас бурых водорослей в дальневосточных морях России составляет около 260 тыс. т.

Рекомендуемый вылов по ДВРБ ламинарии – 146,9 тыс. т, костарии – 10,3 тыс. т, алярии – 11,3 тыс. т.

В дальневосточном регионе только в районе южных Курильских островов рекомендуется к изъятию 89,8 тыс. т ламинарии, в восточно-Сахалинской подзоне 18,3 тыс. т.; в Западно-Сахалинской подзоне величина РВ ламинарии составляет 5,4 тыс. т.

РВ ламинарии японской в подзоне Приморье (севернее мыса Золотого) в 2019 г. может составить 4,4 тыс. т.

В подзоне Приморье к югу от мыса Золотой ОДУ ламинарии составляет 1,5 тыс. т.

Все данные относящиеся к промысловому запасу, рекомендуемому вылову (РВ) и ОДУ ежегодно уточняются и обновляются.

Северный рыбохозяйственный бассейн



В прибрежных зонах Баренцева моря сосредоточены запасы ламинариевых (*Saccharina latissima*, *L. digitata*, *L. hyperborea*, *Alaria esculenta*). Запасы составляют около 198,7 тыс. т, фукусовых 19,7 тыс. т. При этом рекомендуемый вылов ламинарий - 17,5 тыс. т, фукусов - 2,5 тыс. т.

В Белом море – объекты водорослевого промысла это ламинариевые (*Saccharina latissima*, *L. digitata*). Запас их составляет около 477,2 тыс. т

и фукусовые (*F. vesiculosus*, *F. distichus*, *F. serratus*, *A. nodosum*) – запас около 143,9 тыс. т.

Рекомендуемый вылов ламинарии - 63,5 тыс. т, фукусов - 14,7 тыс. т.

Наиболее важные в коммерческом отношении *Laminaria digitata* и *Laminaria saccharina* (= *Saccharina latissima*).

Традиционно ламинарии и фукусы используют для производства пищевых продуктов, альгинатов, маннита, БАД и косметических продуктов.

В прибрежных зонах Черного моря (Российская часть)



Photo by O. Vilkova

Cystoseira spp. в природе

Обнаруживают и красные водоросли филлофора (*Phyllophora nervosa*), двух форм: прикрепленная и неприкрепленная.

Промысловых скоплений не обнаружено.

Филлофора - источник каррагинана.

В российской прибрежной зоне Черного моря произрастают более 74 видов водорослей.

Здесь сконцентрированы большие запасы бурых водорослей –это *Cystoseira crinita* и *Cystoseira barbata*.
Относятся к промысловым. Ежегодный рекомендуемый объём вылова цистозиры (РВ) составляет около 100 т. При необходимости РВ может быть увеличен до 7,5 тыс. т. Однако эти водоросли практически не добываются и мало используются.

Применяют в восстановительной медицине, при получении йодсодержащих добавок к пище (БАД).



Рекомендуемая литература:

1. Безвредность пищевых продуктов./ Под ред Г.Д. Робертса. – М.: Высшая школа, 1986. – 214 с.
 2. Калмыков В.Е., Логаткин В.Д. Современное представление о роли составных частей пищи. – Л.: Высшая школа, 1974. - 252 с.
 3. Булдаков А.А. Пищевые добавки. Справочник. – С-Пб.: Колос, 1996. – 240 с.
 4. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. Учебник. – М.: Мир, 2001. – 342 с.
 5. Пилат Т.Л., Иванов А.А. 2002. Биологически активные добавки к пище.- М.: Аввалон.-708 с.
 6. Тутельян В.А., Суханов Б.П., Австриевских А.Н., Позняковский В.М. 1999. Биологически активные добавки в питании человека.- Томск: Изд. НТЛ. -296 с.
 7. **А.В.Подкорытова. 2005.** Морские водоросли-макрофиты и травы / М.:Изд-во ВНИРО.- 174 с.
 8. **Суховеева М.В., Подкорытова А.В.** 2006. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. Владивосток:ТИНРО-центр.- 243 с.
 9. **Подкорытова А.В.** (в соавторстве А.Н.Разумов, А.И.Вялков, Михайлов В.И. и др.) 2006. Морские водоросли в восстановительной медицине, комплексной терапии заболеваний с нарушением метаболизма/Под редакцией А.Н.Разумова, А.И.Вялкова. Москва: Изд-во Медицина для всех (МДВ). -104 с.
 10. **Подкорытова А.В.,** Кадникова И.А. Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки/Научно-технические и методические документы: Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов, Выпуск 3,- М.: Изд-во ВНИРО - 2009, 107 с.
 11. **Штильман М.И., Подкорытова А.В.** и др. «Технология полимеров медико-биологического назначения» Полимеры природного происхождения: учебное пособие. Под редакцией профессора М.И. Штильмана. - М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с. : ил. - (Учебник для высшей школы).
 12. **Подкорытова А. В.,** Вафина Л.Х., Игнатова Т. А. Кормовые добавки из морских водорослей и продуктов их переработки. - Издательство ВНИРО.-2017.- 70 с.
 13. Евсеева Н. В. 2001а. Ресурсы промысловых водорослей южных Курил // Прибрежное рыболовство - XXI век. Международная научно-практическая конференция. - Южно-Сахалинск. - С. 37-39.
 14. Евсеева Н. В. 2001б. Распределение и ресурсы бурых водорослей в прибрежной зоне о. Кунашира//Прибрежное рыболовство - XXI век. Международная научно-практическая конференция. - Южно-Сахалинск. - С. 39-40.
 15. Евсеева Н. В., Саматова И. Н. 1997. Динамика параметров пласта *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Makino в заливе Измены (о. Кунашир) // Растительные ресурсы. - Т. 33. - Вып. 1. - С. 112-116.
 16. Водоросли, лишайники. 1977. Жизнь растений.- Под. ред М.М. Голлербаха. М.:Просвещение. – Т. 3. – 487 с.
 17. К вопросу о рациональном промысле ламинариевых водорослей Сахалино-Курильского региона / Евсеева Н.В. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.): в 2 ч./ отв. за вып. Н.Г. Ключкова. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 77-81.
 18. Видовое разнообразие макрофитобентоса прибрежной зоны южных Курильских островов / Евсеева Н.В. // Любимцевские чтения – 2017. Современные проблемы экологии и эволюции. Сборник материалов Всероссийской (с междунар. участием) научной конференции (Ульяновск, 30 – 31 марта 2017 г.). – Ульяновск: УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2017. – С. 179-184. I
 19. О рациональном промысле ламинариевых водорослей / Евсеева Н.В. // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 11-16.
- В.Ф.Прежменецкая, В.Н.Кулепанов, М.В.Суховеева /Костария ребристая.-Изд-во: ТИНРО-центр. - Владивосток. – 2011.- 90 с.

https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharina_latissima

https://yandex.ru/images/search?text=%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%8F%20%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&pos=11&rpt=simage&img_url=http%3A%2F%2Fnaukamoredeti.ru%2Fimages%2Fnaukamoredeti%2Fimages%2Ffoto_quest%2Fcostaria_costata_01.jpg&lr=213

https://en.wikipedia.org/wiki/Alaria_marginata

<https://en.wikipedia.org/wiki/Ascophyllum>

<http://www.algaebase.org/>

Благодарю за внимание!

