



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

**МОРСКИЕ ВОДОРΟΣЛИ И ТРАВЫ:
КЛАССИФИКАЦИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЗАПАСЫ,
ДОБЫЧА, ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВО
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ГИДРОКОЛЛОИДОВ
И БИОАКТИВНЫХ ДОБАВОК
Часть 3**

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

**МОСКВА
2019 г.**

Содержание

Часть 3-я

1. Красные водоросли (Rhodophyta)
2. Классификация
3. Распространение
4. Каррагинофиты
5. Агарифиты
6. Красные съедобные водоросли
7. Зелёные водоросли (CHLOROPHYTA)
8. Морские травы (Magnoliophyta)
9. Направления использования.

КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ (Rhodophyta)

– отдел низших фотосинтезирующих растений, насчитывающий более 600 родов и около 4000 видов.

Согласно классификации красные водоросли подразделяются на два класса: Bangiophyceae (бангиевых) и Florideophyceae (флоридиевых).

Большинство изученных красных водорослей относятся к классу флоридиевых.

Класс флоридиевых включают 12 порядков:

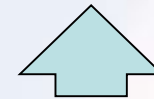
Acrochaetales,
Nemalionales,
Corallinales,
Palmariales,

**Ahnfeltiales,
Gelidiales,
Gigartinales,
Gracilariales**

Hildebrandiales,
Bonnemaisoniales,
Rhodymeniales и
Ceramiales.



Gracilariopsis bailinea



Gracilaria firma

Порядки делятся на семейства, роды и виды в соответствии с данными о способах размножения, анатомии и морфологии водорослей.

КЛАССИФИКАЦИЯ КРАСНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ





Красные водоросли широко распространены во всех дальневосточных морях и произрастают как на мелководье, так и на достаточно большой глубине (40-45 м). Основной промысловый вид – анфельция. Водоросль многолетняя.

***Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matzubara) Mak. –**

не имеет органов прикрепления и образует скопления, свободно лежащие на грунтах в заливе Петра Великого, Японское море (общий запас -70 тыс. т, рекомендуемый вылов (РВ) – 1 тыс. т). В лагуне Буссе (Восточно-Сахалинская подзона), (пром. запас 4,56 тыс. т, РВ – 0,9 тыс. т). В заливе Измены (Южные Курильские острова) пром. запас - 90 тыс. т. тыс. т, РВ - 9,0 тыс. т. В сумме РВ составляет 10,9 тыс. т, что позволяет производить 144 т высококачественного агара.

Кроме анфельции, в ДВ морях обнаруживают ещё достаточно большие запасы красных водорослей родов хондрус, одонталлия, тихокарпус, родомела, родимения, пальмария и ещё 8 родов. Все перечисленные водоросли (кроме анфельции) не образуют промысловых зарослей, однако, запасы некоторых из них (хондрус, одонталлия, тихокарпус) достигают 100-150 тыс. тонн и могут быть потенциальным сырьём для производства каррагинанов



Ahnfeltia plicata

Запасы красных водорослей - *Ahnfeltia plicata* (Huds) Fries в Белом море (Северный бассейн) практически с 1930 г., также как и в дальневосточном бассейне, используют для производства агара. К настоящему времени запасы их в Белом море истощены, промышленный активный вылов запрещен, рекомендовано собирать только штормовые выбросы. Из других красных водорослей могут представлять интерес водоросли рода *Chondrus* как источник каррагинана. Однако, по последним данным, промысловых запасов в морях России они не образуют.



Основной структурный полисахарид красных водорослей порядка

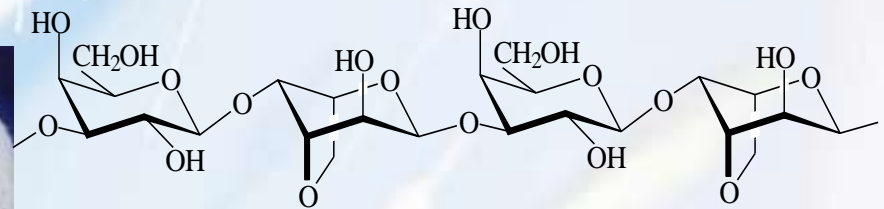
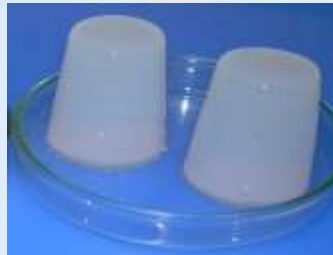
Ahnfeltiales, Gracilariales, Gelidiales - это агар

Агар - гелеобразующий полисахарид нерегулярного строения, гидрофильный, ограниченно набухающий коллоид, состоящий из агарозы и сульфатированного галактана. Агар построен из чередующихся производных 3-связанной β-D-галактопиранозы и 4-связанной 3,6-ангидро- α-L-галактопиранозы (или ее генетического предшественника – 6-сульфата- α-L-галактопиранозы), которые могут содержать неуглеводные заместители – метильные, сульфатные и 1-карбоксиэтиленовые группы

Коммерческий агар – порошок от белого до светлокремового цвета.

Растворяется в воде при нагревании до температуры кипения (97- 98°C). При охлаждении до 30-39°C водных растворов агара образуются прочные гели независимо от присутствия катионов металлов.

Температура плавления гелей водных растворов агара выше 80°C.



Гели агара устойчивы к действию большинства бактерий и поэтому агар, со времени его первого применения в 80-х годах XIX века Робертом Кохом, является до сих пор незаменимым средством при приготовлении питательных сред для выращивания и идентификации бактерий.

Агар используют в пищевой промышленности, в медицине, в микробиологической и фармацевтической отраслях. В биотехнологии продуцентов пенициллина и стрептомицина и в научно-исследовательских целях.

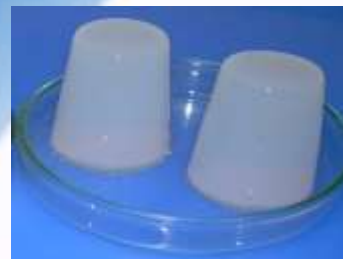
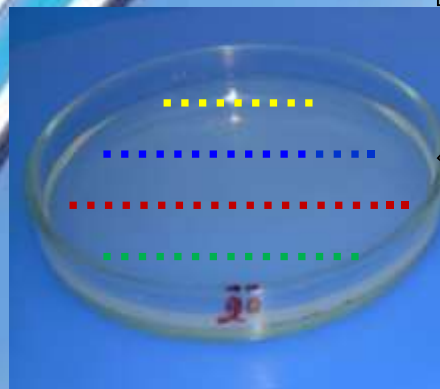
В фармакологии, агар применяется как гелеобразующее, адсорбирующее вещество и в качестве инертного носителя при изготовлении лекарств, таблеток, капсул.

Ежегодно в разных странах мира в коммерческих объемах выпускают около 11 тыс. агара: пищевой агар, агар микробиологический (бактериологический), всего около 25 наименований, несколько сортов агарозы

Агар микробиологический

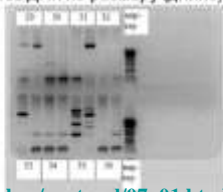


В микробиологических исследованиях

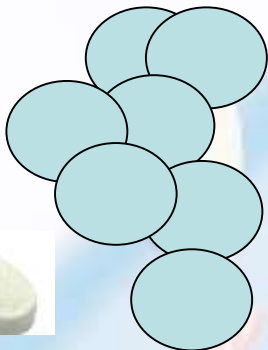


Электрофорез ДНК в агарозном геле

Электрофорез ДНК — это аналитический метод, применяемый для разделения фрагментов ДНК по размеру (длине).



В фармацевтике при производстве капсул, таблеток и др. медицинских материалов



Агарозу



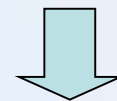
в биотехнологии при иммобилизации животных клеток, ферментов, при производстве продуцентов антибиотиков, в научных исследованиях.



Гели агарозы применяют для электрофоретического разделения генов и генных фрагментов.



Агар пищевой



используют в производстве желейных и продуктов, суфле, компотов и др.



В мировой практике агар производят из красных водорослей-агарофитов порядков **Ahnfeltiales**, **Gracilariales**, **Gelidiales**

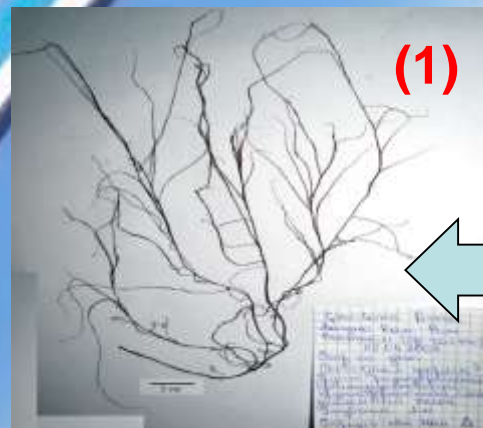


Fig 1. The sample *Gracilaria firma* dried (1) and life (2)



← **Культивируемые виды** →

В России агар производят из *Ahnfeltia plicata* and *Ahnfeltia tobuchiensis*



bunch

A.tobuchiensis

tallom →



← **Естественные виды** →

Основные структурные полисахариды красных водорослей порядка **Gigartinales** - Каррагинаны

- это сульфатированные галактаны, содержащие Д-галактозу и ее производные, остатки которых соединены регулярно чередующимися $\beta 1 \rightarrow 4$ и $\alpha 1 \rightarrow 3$ связями. Внутри группы каррагинанов существует разнообразие полисахаридов, среди которых выделяют 6 главных типов каррагинана: К, λ , ι , μ , ν и θ .

Водоросли порядка *Gigartinales* в больших объемах выращивают методами марикультуры в прибрежных зонах стран тропического пояса, используют для производства

(к) каппа-, (ι) йота- и (λ) ламбда – каррагинанов,
широко применяемые в пищевой промышленности, медицине, косметологии и др. направлениях.



Некоторые виды красных водорослей-каррагинофитов

Chondrus armatus



K.alvarezii,



E.denticulatum



K.striatum sacol brown



K.striatum sacol green



Съедобные красные водоросли

Отдел: Красные водоросли
Класс: Bangiorhysae
Порядок: Bangiales
Семейство: Бангиевые

Род: *Porphyra*
Вид: *tenera*

Porphyra tenera C. AGARDH, 1824



Porphyra tenera

Используют, главным образом, для
изготовления пластинок **NORI**, салатов и
других пищевых продуктов



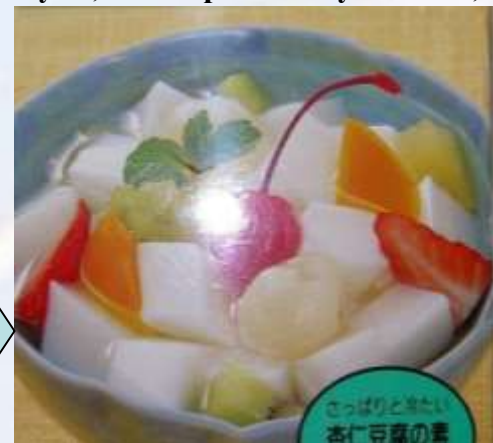
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Красные водоросли как естественных популяций так и культивируемые используют для изготовления ГИДРОКОЛЛОИДОВ: из *Gracilaria spp.* (*G. asiatica*, *G. tenuistipitata*, *G. heteroclada*), и *Gelidiella acerosa* – получают агар; из *Kappaphycus cottonii*, *Betaphycus*, *Acanthophora spicifera*, *Gigartina*, *Gelatinum*, и *Hypnea spp.* – получают каррагинаны разных типов. Изготавливают КОРМОВЫЕ ПРОДУКТЫ : для рогатого скота, свиней и домашней птицы
В традиционной медицине используют *Gracilaria spp.* в качестве сырья для получения агара, применяемого для лечения желудочно-кишечного тракта. *Kappaphycus*, *Eucheuma* и *Hypnea spp.* и экстракты из них используют, как противоопухолевые, противовоспалительные и противопаразитарные средства.

Красные водоросли и продукты их переработки используют при приготовлении пищевой продукции:

Porphyra crispata и *P. suborbiculata* - супы.
Gracilaria asiatica, *G. tenuistipitata*,
G. heteroclada, *G. firma*, *G. eucheumoides*,
и *G. coronopifolia*, *G. salicornia* -
кулинарные изделия, желе

или сладкие супы (компоты)
Kappaphycus cottonii и *Betaphycus gelatinum*,
Hypnea muscoides и *H. valentiae* - желе и пироги.

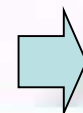


*Meristotheca
papulosa*

Используют как
салатную водоросль



*Porphyra
tenera*



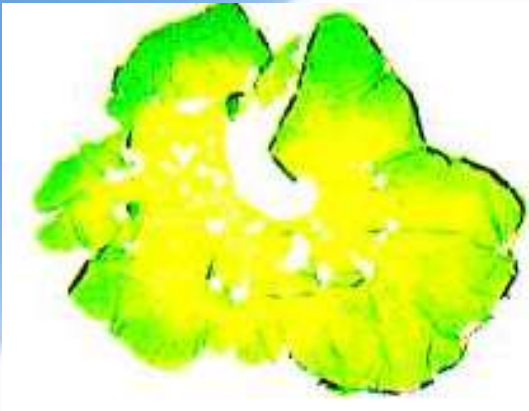
Nori



•ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYTA)

•ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Характеристика, распространение. Зеленые водоросли — большой и разнообразный отдел низших растений, включающий одноклеточные и колониальные планктонные водоросли, имеющие также одноклеточные и многоклеточные формы среди бентосных водорослей. Зеленые водоросли типичны для Баренцева моря, широко распространена ульвария (*Ulvaria*). В морях Северного и Дальневосточного бассейнов обнаруживают разнообразные зеленые водоросли, количество родов которых насчитывают около 27.



Ульва продырявленная
(*Ulva fenestrata*)



Каулерпа
(*Caulerpa*
***lentillifera*)**

Ульва продырявленная (*U.fenestrata*) широко распространена во всех дальневосточных морях. Запасы, по экспертной оценке, составляют 45-50 тыс. т. Зеленые водоросли в небольших объемах культивируют, главным образом, это виды родов *Enteromorpha*, *Monostroma*, *Ulva*, *Codium*, *Cladophora*, *Caulerpa*.

В Азиатско-Тихоокеанском регионе ульву используют в пищу для приготовления салатов. Кроме нее, в пищу употребляют энтероморфу, кладофору и каулерпу.

Ульву добывают ручным способом из зарослей, а также собирают из свежих штормовых выбросов. Водоросль *Caulerpa lentillifera* успешно культивируют на Филиппинах и других странах.

Используют в качестве пищевого продукта при приготовлении салатов и других разнообразных блюд, рекомендуют для снижения артериального давления, в качестве источника витаминов и микроэлементов и жирных кислот.

МОРСКИЕ ТРАВЫ (Magnoliophyta)

Это высшие цветковые многолетние растения, размножаются семенами и имеют цветки. Относятся к семейству zostеровых (Zosteraceae).

Характеристика, распространение: Морские травы – zostера морская (*Zostera marina* L), zostера азиатская (*Z. asiatica*), zostера японская *Zostera japonica* Aschers.& Graebn и филлоспадикс (*Phyllospadix iwatensis*), являются важным видом, участвующим в образовании структуры макрофитобентоса прибрежных зон практически всех морей. Распространены на литорали и сублиторали до глубины 21 м.

Сбор и первичная обработка. Морские травы заготавливают скашиванием из зарослей или сбором травы, выброшенной на берег во время шторма (штормовые выбросы).



Консервируют сушкой.
Используют для
производства
зостерина, зостерата, и
биологически активных
добавок к пище (БАД)
эффективных
энтеросорбентов.





Благодарю за внимание!



Заключение:

Изучение представленных презентаций позволило Вам кратко познакомиться со следующими вопросами:

- 1. Морские водоросли и их систематические группы (таксоны).**
- 2. Современная классификация водорослей.**
- 3. Размножение и жизненные циклы.**
- 4. Особенности сырья:**
 - внешний вид,**
 - химический состав,**
 - строение и функции полисахаридов и других БАВ.**
- 5. Распространение водорослей в прибрежных зонах морей РФ.**
- 6. Запасы водорослей и рекомендуемый вылов.**
- 7. Способы добычи водорослей, первичной обработки.**
- 8. Содержание биологически и экономически важных компонентов.**
- 9. Направления использования.**

Рекомендуемая литература:

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

- Безвредность пищевых продуктов./ Под ред Г.Д. Робертса. – М.: Высшая школа, 1986. – 214 с.
- Калмыков В.Е., Логаткин В.Д. Современное представление о роли составных частей пищи. – Л.: Высшая школа, 1974. – 252 с.
- Буддаков А.А. Пищевые добавки. Справочник. – СПб.: Колос, 1996. – 240 с.
- Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. Учебник. – М.: Мир, 2001. – 342 с.
- Пилат Т.Л., Иванов А.А. 2002. Биологически активные добавки к пище. – М.: Аввалон. – 708 с.
- Тутельян В.А., Суханов Б.П., Австриевских А.Н., Позняковский В.М. 1999. Биологически активные добавки в питании человека. – Томск: Изд. НТЛ. – 296 с.
- А.В.Подкорытова. 2005.** Морские водоросли-макрофиты и травы / М.:Изд-во ВНИРО. – 174 с.
- Суховеева М.В., Подкорытова А.В.** 2006. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. Владивосток:ТИНРО-центр. – 243 с.
- 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.
- 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.
- 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).
- Подкорытова А. В., Вафина Л.Х.,** Игнатова Т.А. Кормовые добавки из морских водорослей и продуктов их переработки. – Издательство ВНИРО. – 2017. – 70с.
- Евсеева Н. В. 2001а. Ресурсы промысловых водорослей южных Курил // Прибрежное рыболовство - XXI век. Международная научно-практическая конференция. – Южно-Сахалинск. – С. 37-39.
- Подкорытова А.В., Игнатова Т.А., Родина Т.В.** 2016. Комплексная ресурсосберегающая технология переработки красных водорослей *Ahnfeltia plicata*, Белое море: получение агара, пищевых волокон и кормовых продуктов // Труды ВНИРО. Т. 159. С. 130-142.
- 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.
- 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.
- Водоросли, лишайники. 1977. Жизнь растений. – Под. ред М.М. Голлербаха. М.:Просвещение. – Т. 3. – 487 с.
- К вопросу о рациональном промысле ламинариевых водорослей Сахалино-Курильского региона / **Евсеева Н.В.** // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное 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. Клочкова. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 77-81.
- 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
- 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.
- Беспалов В.Г. Альгинат кальция. Источник растворимых пищевых волокон и кальция. – М., 2010 – 26 с.
- http://molbiol.ru/protocol/07_01.html
- <https://yandex.ru/images/search?text=%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%B2%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B5%20%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&type=image&lr=213&source=wiz>
- https://yandex.ru/images/search?p=1&text=%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B8%20%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B0%20%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE&pos=67&rpt=simage&img_url=https%3A%2F%2Fsc01.alicdn.com%2Fkf%2FHTB1p.YSjxHI8KJjy1zbq6yxdpXaY%2FHot-sale-Factory-price-home-use-FDA.jpg&lr=213