

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
Пушкинского муниципального района  
«Средняя общеобразовательная школа № 8 с углубленным  
изучением отдельных предметов г. Пушкино»

# Исследовательская работа: «Водоросли»

**Тема: «Многообразие водорослей и их  
практическое применение».**

Выполнил:

*Соломин Серафим Евгеньевич,  
обучающийся 7В класса*

Руководитель:

*Разуваева Галина Васильевна.*

2023-2024 учебный год

## ПАСПОРТ ПРОЕКТА

№	Параметры	Характеристика
1	Тема проекта	Многообразие водорослей и их практическое применение.
2	Направление (предмет)	Биология
3	Тип проекта	Исследовательский.
4	Цель проекта	Познакомиться с многообразием водорослей и всесторонне рассмотреть возможности хозяйственного использования водорослей человеком, выявить его основные аспекты и тенденции развития.
5	Задачи проекта	Изучить информацию по данной теме, провести исследования, провести анкетирование, создать презентацию для уроков биологии.
6	Аннотация проекта	В данном проекте представлен материал о водорослях. В нём даётся информация об особенностях строения водорослей и их многообразии. Освещены вопросы практического применения водорослей в хозяйственной деятельности человека. Сделан обзор на самые популярные виды съедобных водорослей. Приводится информация о влиянии водорослей на здоровье человека при употреблении их в пищу. Перечислены основные мировые центры по сбору и выращиванию водорослей. Содержатся данные о промысле водорослей в России. Приводятся результаты анкетирования «Что мы знаем о

		водорослях».
7	Планируемые результаты	Получить знания о возможностях применения водорослей и их практическом использования в жизни человека. Сделать выводы о пользе употребления в пищу водорослей человеком.
8	Предполагаемый продукт	Презентация
9	Оборудование, ИКТ	Компьютер, мультимедийная доска
10	Разработчик проекта	Соломин Серафим
11	Руководитель (ФИО, должность)	Разуваева Г. В. Учитель биологии

## **Актуальность.**

В условиях возрастающей численности населения планеты остро встаёт продовольственный вопрос. Уже сейчас фиксируется мировой дефицит белковой пищи от 10 до 15 млн. тонн в год. Помимо дефицита белка население планеты испытывает нехватку витаминов и важнейших микроэлементов. Также в связи с ухудшением состояния окружающей среды на планете остро встает вопрос о поиске и внедрении новых экологически чистых источниках энергии. Параллельно с этим все больше людей обращают внимание на собственное здоровье и красоту и направляют свой взгляд в сторону натуральных и экологически чистых продуктов питания и косметических средств. Особо пристального внимания в свете всего вышеперечисленного заслужили водоросли. Сейчас по всему миру наблюдается настоящий бум на продукцию из водорослей и косметику. Многие учёные утверждают, что именно водоросли способны решить продуктовые, энергетические и многие другие проблемы человечества.

## **Цель исследования:**

Познакомиться с многообразием водорослей и всесторонне рассмотреть возможности хозяйственного использования водорослей человеком, выявить его основные аспекты и тенденции развития.

## **Задачи исследования.**

- познакомиться с многообразием водорослей;
- изучить основные особенности строения водорослей;
- изучить экологические группы водорослей;
- изучить применение водорослей человеком;
- оценить значение водорослей в экосистеме планеты;
- провести маркетинговое исследование на тему, какие из самых распространённых видов съедобных водорослей продаются в нашей стране, и выявить их минимальную розничную цену.
- провести анкетирование среди учащихся с целью выявить уровень знаний в данной области и оценить, как часто они употребляют водоросли в пищу.

- провести практическую работу по выращиванию одноклеточной водоросли хлореллы в домашних условиях, с целью её дальнейшего использования в качестве подкормки для комнатных растений.

### **Гипотеза.**

Предположим, что водоросли являются универсальным источником для получения продуктов питания и сырьём для различных отраслей хозяйственной деятельности человека.

### **Объект исследования, предмет исследования и база исследования.**

Объект исследования: водоросли.

Предмет исследования: полезные свойства водорослей.

База исследования: научные статьи в интернете, сайты о водорослях, видеоролики на ютуб, энциклопедии, книги о водорослях.

### **Методика исследования.**

Изучение и анализ материала в интернете; чтение научных статей, книг; проведение практической работы по выращиванию хлореллы; проведение анкетирования среди учащихся.

### **Результаты исследования.**

На основании собранной и изученной информации мы пришли к выводу о том, что водоросли богаты белком, незаменимыми аминокислотами, витаминами, микроэлементами и другими необходимыми для жизнедеятельности живого организма веществами. Они являются универсальным продуктом питания для человека и животных. Водоросли нашли широкое применение во многих отраслях хозяйственной деятельности человека.

# **Содержание.**

<b>Введение.</b>	<b>8</b>
<b>I. Систематическое положение водорослей.</b>	<b>9</b>
<b>II. Строение водорослей.</b>	<b>9</b>
1. Строение клетки.	9
2. Строение тела водорослей.	10
<b>III. Питание водорослей.</b>	<b>13</b>
<b>IV. Размножение водорослей.</b>	<b>13</b>
<b>V. Распространение и экологические группы водорослей.</b>	<b>14</b>
1. Водоросли водных местообитаний.	15
2. Водоросли наземных местообитаний.	17
3. Водоросли экстремальных условий.	18
4. Ассоциации водорослей с другими организмами.	19
<b>VI. Практическое применение водорослей.</b>	<b>20</b>
1. Исторический аспект использования водорослей.	20
2. Пищевое использование водорослей.	21
3. Применение водорослей в медицине.	33
4. Водоросли в косметологии.	37
5. Водоочистка с помощью водорослей.	38
6. Биотопливо третьего поколения.	40
7. Применение водорослей в химической промышленности.	41
8. Водоросли в сельском хозяйстве.	42
9. Применение водорослей в науке.	44

10. Водоросли и криминалистика.	46
11. Применение водорослей в биотестировании.	46
<b>VII. Вред водорослей.</b>	47
<b>VIII. Основные мировые центры по сбору и выращиванию водорослей.</b>	48
<b>IX. Промысел водорослей в России.</b>	50
1. Промысловый потенциал и история изучения водорослей в России.	50
2. Главные промысловые виды водорослей.	51
3. Основные промысловые регионы и предприятия.	52
4. Искусственное выращивание водорослей в России.	53
<b>X. Роль водорослей в природе.</b>	54
<b>XI. Практическая работа.</b>	55
1. Выращивание хлореллы в домашних условиях.	55
2. Анкетирование «Что мы знаем о водорослях».	57
<b>Вывод.</b>	63
<b>Источники информации.</b>	64
<b>Приложение.</b>	

## **Введение.**

Растительный мир нашей планеты необычайно богат и разнообразен. Удивительные творения природы – растения обеспечивают нас кислородом, продуктами питания, одеждой, топливом, лекарствами, строительным материалом. Они доставляют нам эстетическое удовольствие, украшая собой окружающий мир. Среди всего многообразия растительных организмов мы хотели бы выделить одну особенную и удивительную, на наш взгляд, группу – водоросли (см. рис. № 1).



**Рис. № 1 Разнообразие водорослей.**

Эти примитивные растительные организмы внесли свой огромный вклад в становление экосистемы нашей планеты. На заре эволюции именно они обогатили кислородом атмосферу, позволив таким образом развиваться и совершенствоваться другим организмам, как растительным, так и животным. И на сегодняшний день около половины кислорода на нашей планете производят именно водоросли. Они играют огромную роль в жизни всего живого на Земле, и при этом они незаслуженно обделены нашим вниманием. Их ресурсы и возможности недостаточно эффективно используются человеком, тогда как эти растительные организмы способны решать многие насущные задачи человечества, одной из которых является дефицит продуктов питания, богатых белком. Именно поэтому нас так заинтересовала эта тема, и мы решили изучить её подробнее.

Водоросли - разнородная по происхождению и удивительно разнообразная группа низших фототрофных организмов. Это самые древние низшие растения, способные к фотосинтезу, который происходит благодаря наличию хлорофилла. Он обеспечивает автотрофный тип питания. Лишь у некоторых водорослей фотосинтез сочетается с гетеротрофным типом питания. Несмотря на название, водоросли обитают не только в водной среде (пресной и соленой), но и на поверхности почвы, в её толще, на коре деревьев, прибрежных камнях, скалах.

Водоросли являются ключевыми производителями кислорода и служат основой для пищевой цепи многих морских и пресноводных экосистем. Наука, которая изучает водоросли, называется альгология.

## **I. Систематическое положение водорослей.**

По систематическому положению водоросли подразделяются на отделы, которые отличаются окраской, набором пигментов, организацией клетки и таллома.

Домен Эукариоты (*Eucaryota*)

Царство Растения (*Plantae*)

Отдел Красные водоросли (*Rhodophyta*);

Отдел Пирофитовые водоросли (*Rhizophyta*);

Отдел Золотистые водоросли (*Chrysophyta*);

Отдел Желто-зеленые (*Xanthophyta*);

Отдел Диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*, или *Diatomeophyta*);

Отдел Бурые водоросли (*Phaeophyta*);

Отдел Зеленые водоросли (*Chlorophyta*);

Отдел Эвгленовые водоросли (*Euglenophyta*) .

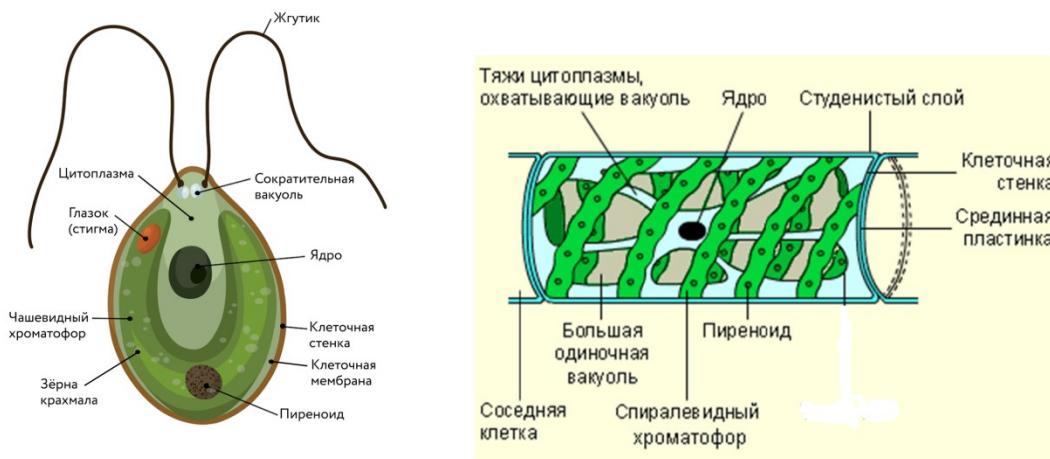
## **II. Строение водорослей.**

Водоросли представлены одноклеточными, колониальными, многоклеточными, неклеточными организмами. Размеры их варьируют от нескольких мкм (хлорелла) до 40–50 м (нереоцистис).

### **1. Строение клетки.**

Клетки водорослей отличаются многообразием строения её элементов и рядом специфических черт. Клеточные покровы у примитивных одноклеточных форм представлены только внешней цитоплазматической мембраной (плазмалеммой), которая не фиксирует форму клетки, и рядом дополнительных покровов (чешуйки и пр.). Клетки более высокоорганизованных водорослей поверх мембранны имеют клеточные стенки, основной структурной единицей которых является целлюлоза, помимо нее входят также другие полисахариды, например, обладающий желирующими свойствами агар красных водорослей, белки, соли железа, кальция и кремния, образующие подобие панциря, и др.

Водоросли - эукариоты, т.е. имеют ядро. (см. рис. № 2) цитоплазма у большинства взрослых клеток образует тонкий слой вдоль стенок. Вакуоль с клеточным соком обычно занимает центр клетки. Такая вакуоль отсутствует в монадных клетках. Пресноводные монадные формы образуют пульсирующие, или сократительные, вакуоли. Хлоропласти водорослей называются **хроматофорами**. Они могут иметь разную форму в отличие от высших растений: дисковидную, спиралевидную, чашевидную, звёздчатую и т. д. В хроматофорах содержится пигмент зеленого цвета хлорофилл, а также могут содержаться пигменты других цветов: жёлтого, оранжевого, красного, бурого. От их содержания зависит окраска тела водорослей: она может быть ярко- или тёмно-зелёной, бурой, красной, розовой, золотистой. В хроматофорах содержатся особые образования – **пиреноиды**, вокруг которых у зелёных водорослей откладываются зёрна крахмала. У других водорослей запасные полисахариды откладываются вне связи с пиреноидами.



**Хламидомонада**

**Спирогира**

**Рис. № 2. Строение клеток водорослей.**

Некоторые одноклеточные водоросли имеют жгутики и способны к активному движению.

## 2. Строение тела водорослей.

Тело водорослей не дифференцировано на ткани и органы и называется талломом или слоевищем. Многоклеточные водоросли прикреплены к субстрату с помощью сплошной подошвы или нитчатых выростов – ризоидов (см. рис. № 3). Морфологически водоросли разных типов строения весьма разнообразны. У высокоорганизованных форм слоевище внешне может быть расчленено на листовидные и стеблевидные части. Рост слоевища диффузный, если деление клеток про-

исходит в любой его части; если оно приурочено к определённой зоне роста – апикальный, интеркалярный (в средней части слоевища), базальный.



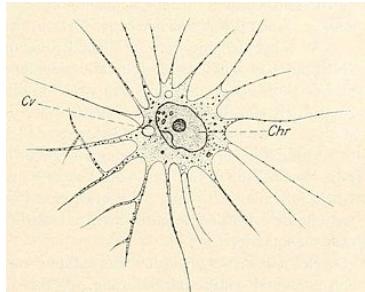
**Рис. № 3. Внешнее строение бурых водорослей.**

Выделяют несколько типов строения водорослей в зависимости от морфологической структуры таллома. У **одноклеточных** водорослей выделяются:

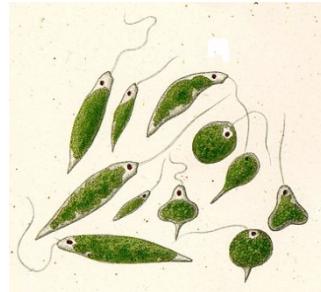
**Амёбоидный тип** – клетки голые, лишены жгутиков (пиофитовые, желто-зеленые, золотистые) (см. рис. № 4). Самая простая из организаций. Названа так по способу передвижения амёбы.

**Монадный** – клетки со жгутиками (хламидомонада, эвгленовые, золотистые, жёлто-зелёные) (см. рис. № 4). Одиночные и колониальные.

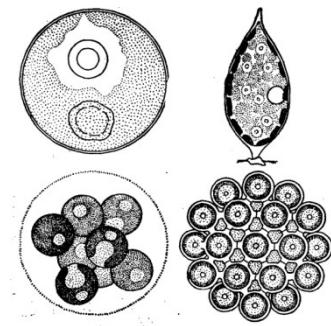
**Коккоидный** – клетки одеты твёрдой оболочкой, не имеют жгутиков, неподвижные, одиночные или колониальные (хлорококк, диатомовые водоросли) (см. рис № 4).



**Амёбоидный (золотистая)**



**Монадный (эвглена)**



**Коккоидный**

**Рис. № 4 Типы строения тел одноклеточных водорослей.**

Одноклеточные водоросли могут существовать одиночно, а могут образовывать скопления: колонии и ценобии.

**Колонии** - скопления неопределенного числа клеток разных генераций, объединённых слизью или специальными выростами;

**Ценобии** - колонии, образованные определённым числом клеток одной генерации.

Среди **многоклеточных** водорослей выделяют:

**Нитчатый** или **трихальный** тип строения – наиболее распространённый. Слоевище может быть в виде простой или разветвлённой однорядной клеточной нити (улотрикс, спирогира) (см. рис. № 5).

**Разнонитчатый** тип строения, при котором различаются стелющаяся по субстрату и вертикальная части слоевища (эктокарпус, сфацелярия – бурые, золотистые, зеленые, красные) (см. рис. № 5).

**Псевдопаренхимная** структура (у бурых и красных водорослей) со специализацией клеток на наружные ассимиляционные и внутренние, выполняющие запасающую, механическую и проводящую функции подобно тканям высших растений (ламинария) (см. рис. № 5).

**Пластинчатая** или **паренхимная** структура возникает при делении клеток в 2–3 плоскостях. Пластинчатые талломы в несколько слоев характерны для бурых, красных водорослей (порфира) и некоторых зелёных (ульва) (см. рис № 6). Это наивысшая организация тела водорослей из всех достигнутых в процессе эволюции.

**Харофитная** структура, совмещающая признаки низших водорослей и высших растений (харовые водоросли) (рис. № 6). Характеризуется крупными многоклеточными слоевищами, состоящими из главного побега с ветвями и отходящими снизу ризоидами и сидящих на нем мутовками членистых боковых побегов.



**Нитчатый (улотрикс)   Разнонитчатый (эктокарпус)   Псевдопаренхимный (ламинария)**

**Рис. № 5. Типы строения слоевищ многоклеточных водорослей.**

**Сифональный** или **неклеточный** – это особый тип строения, когда слоевище, нередко макроскопическое и сложно расчленённое, лишено клеточных перегородок и является одной гигантской многоядерной клеткой (каулерпа, ацетабулярия) (см. рис. № 6).



Пластинчатая (порфира)    Харофитная (хара)

Рис. № 6. Типы строения слоевищ многоклеточных водорослей.

Сифональный (каулерпа)

### III. Питание водорослей.

Основной способ питания водорослей — **автотрофный**. Водоросли используют для питания воду и углекислоту и создают из них, при наличии солнечного света, органические вещества. При этом происходит выделение кислорода. Этот процесс называется фотосинтезом. Использование солнечной энергии происходит благодаря наличию поглощающих свет пигментов хлорофилла, каротиноидов, фикобилина (у красных водорослей). Важнейшим из перечисленных пигментов является хлорофилл. Важным условием для осуществления данного процесса является наличие минеральных веществ.

Некоторые водоросли способны к **гетеротрофному** способу питания при отсутствии солнечного света. Одни впитывают готовые органические вещества, растворённые в воде всей поверхностью клетки, например, хламидомонада. Другие заглатывают пищевые частицы через клеточный рот (эвгlena).

### IV. Размножение водорослей.

Для водорослей характерны несколько способов размножения (см. рис. № 7).

#### Вегетативное размножение.

У одноклеточных водорослей происходит за счет **деления клетки надвое**, при этом происходит «перешнуровка» клетки с равномерным распределением её содержимого и покровов между двумя новыми клетками.

У колониальных - **распад колоний** на отдельные части, каждая из которых дает впоследствии новую колонию.

У многоклеточных происходит **фрагментация слоевищ** – воспроизведение нового растения с сохранением материнской особи. Фрагментация также является одним из наиболее быстрых способов размножения.

Вегетативное размножение возможно «побегами», столонами, выводковыми почками, клубеньками, акинетами. Акинеты представляют собой толстостенные, переполненные запасными продуктами клетки, которые нередко образуются у нитчатых форм и служат также для перенесения неблагоприятных условий.

**Бесполое размножение** осуществляется с помощью специализированных клеток – спор, покидающих материнскую клетку. Споры могут быть подвижными (зооспоры) и неподвижными. В результате такого размножения новый организм возникает из гаплоидной клетки. Благодаря такому способу размножения водоросли достаточно быстро воспроизводят себе подобных, но не вносят в свои популяции генетического разнообразия.

**Половое размножение.** Оно сопровождается слиянием двух гаплоидных клеток (гамет) различных по половому соотношению. При этом образуется зигота, имеющая диплоидный набор хромосом, а также дающая начало новому организму.

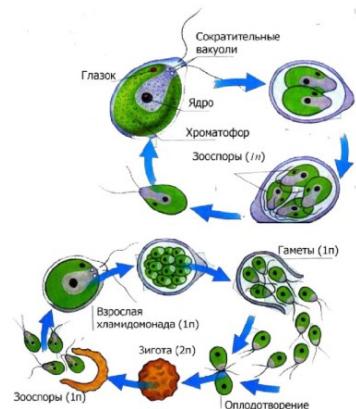


Рис. № 7. Размножение водорослей.

## V. Распространение и экологические группы водорослей.

Всего в мире зарегистрировано более 28 тысяч видов водорослей (во флоре нашей страны их значительно меньше). При этом большинство видов водорослей — микроскопические формы (из них на одни только диатомовые приходится около 15 тысяч видов). Подавляющее большинство макрофитов принадлежит к морским бурым и красным водорослям.

В морях России отмечено всего **около 800 видов макрофитов**, причем преобладают из них не более 200.

Приспособливаясь к разнообразным внешним условиям, водоросли обеспечили себе **повсеместное распространение**. Они встречаются повсюду: в морях, океанах, пресноводных водоемах, в снегу и в горячих источниках, в почве, на коре деревьев, на скалах и т. д. Некоторые водоросли существуют в симбиозе с

беспозвоночными животными, а также с грибами. Расселяясь по земному шару водоросли образуют различные **экологические группировки** — сообщества, или ценозы, которые можно объединить в группы: сообщества водорослей, живущих **в воде**, сообщества водорослей, живущих **вне воды** и водоросли **экстремальных местообитаний**.

## 1. Водоросли водных местообитаний.

Большинство водорослей обитает на глубинах до 20-40 м от поверхности воды. Только единичные виды (из красных и бурых) опускаются ниже этой отметки, имея для этого определенные приспособления. Например, бурые водоросли содержат пигмент фукоксантин, который хорошо поглощает жёлто-зеленые лучи, поэтому бурые могут жить глубже, чем зелёные. А в красных водорослях это пигменты-фикобилины, которые поглощают синие и фиолетовые лучи, и поэтому могут проникать ещё на большую глубину. При хорошей прозрачности воды водоросли можно обнаружить на глубине до 200 м. В 1984 году кораллиновая красная водоросль была найдена у Багамских островов на глубине 268 м, что является рекордом для фотосинтезирующих организмов.

Распространение различных видов водорослей в толще воды зависит от многих факторов:

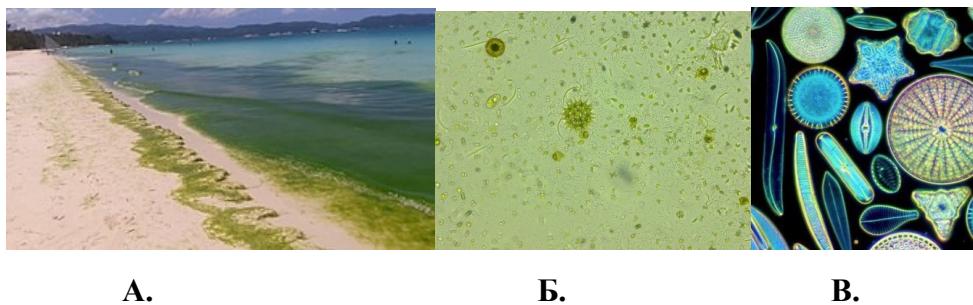
- 1) температура воды; 2) содержание солей в воде; 3) содержание биогенных элементов (N и P); 4) содержание кислорода в воде; 5) скорость течения воды и др.

В водоёмах с тёплой водой видовое разнообразие водорослей больше, однако холодостойкие виды водорослей, обитающие в северных морях, имеют большие размеры и массы талломов. С уменьшением солёности воды число видов водорослей тоже снижается.

### 1.1. Планктонные водоросли (фитопланктон).

В состав планктона входят микроскопические одноклеточные и колониальные водоросли. Они располагаются в наиболее освещённом поверхностном слое воды. Существуют они за счёт фотосинтеза. Эти виды не способны к активному перемещению, многие из них не имеют органов движения и перемещаются вместе с движущейся водой. Так как плотность клеток водорослей выше плотности воды, чтобы предотвратить постепенное опускание водоросли формируют различные приспособления, способствующие их всплыvанию. Это могут быть особенности строения водоросли (наличие жгутиков, образование слизистых и плоских колоний, вытянутая форма клеток, мелкие размеры, различные выросты клеток и т. д.). Или же физиологические приспособления, например, клеточными

включениями (капли масла и т. п.). Морской фитопланктон в основном представлен диатомовыми, перидиниевыми водорослями и кокколитофоридами. В пресноводном выше доля зелёных водорослей, также встречаются диатомовые, динофитовые и эвгленовые водоросли. Развиваясь в больших количествах, планктонные водоросли вызывают «цветение» (окрашивание) воды. Часто при таких «цветениях» вода приобретает неприятный запах. Более того, некоторые водоросли, развиваясь в массе, способны выделять различные токсичные вещества.



**Рис. № 8. Фитопланктон (А. Фитопланктон. Б. Одноклеточные планктонные водоросли. В. Диатомовые водоросли).**

## 1.2. Бентосные водоросли (фитобентос).

Бентос образован формами водорослей, которые приспособлены к обитанию в прикреплённом состоянии на дне водоёма (см. рис. № 9) и на разнообразных предметах, живых и неживых организмах, а также неприкреплёнными скоплениями у поверхности дна, состоящими из переплетённых талломов водорослей. Обычно на дне пресных стоячих водоёмов встречаются представители зелёных, харовых, диатомовых, жёлто-зелёных водорослей, реже встречаются красные водоросли и практически не встречаются бурые водоросли. В проточных водах можно обнаружить пресноводные красные и золотистые водоросли. В морских водах в бентосе преобладают бурые, красные, иногда зелёные. Крупные морские водоросли, главным образом бурые, образуют нередко целые подводные леса.



**Рис. № 9. Бентосные водоросли.**

### **1.3. Нейстон.**

К нейстону относят мелкие водоросли, которые обитают в зоне поверхностной пленки воды: золотистые водоросли, эвгленовые, зелёные, желто-зелёные (см. рис. № 10). Наиболее часто нейстонные водоросли можно обнаружить в мелких водоемах (в лужах, канавах, прудах) в тихую погоду. Многие нейстонные водоросли в процессе эволюции выработали специальные приспособления для удержания их на поверхностной пленке. К таким приспособлениям относятся, например, слизистые колпачки, плавательные пластинки.



**Рис. № 10. Плёнка, образованная золотистой водорослью охрономас.**

### **2. Водоросли наземных местообитаний.**

Многие водоросли способны обитать вне водной среды на различных субстратах: камнях, скалах, коре деревьев, почве и т. д. Так как наземная среда менее стабильна, чем водная, то у таких водорослей выработались специальные приспособления к наземному образу жизни. Обычно клетки наземных водорослей покрыты толстыми, слоистыми оболочками, и содержат большой запас питательных веществ. Также они имеют липидные капли с растворёнными каротиноидами, которые защищают клетку от солнечной радиации.

Позеленевшие тротуары под водосточными трубами, зеленые слизистые налеты на срубах колодцев, порошковатые зеленые налеты при основании деревьев в парках — вот некоторые самые ближайшие примеры этих водорослей.

#### **2.1. Аэрофильные водоросли.**

Основной жизненной средой обитания аэрофильных водорослей является окружающий их воздух. Они поселяются на стволах деревьев и кустарников, мхах, камнях и скалах, на заборах и стенах домов и т. д (см. рис. № 11). Эти водоросли способны переносить длительные периоды недостатка влаги, значительные колебания температуры и яркий свет. К данной группе водорослей относится несколько сотен видов, большинство из них - зелёные водоросли. Также встречаются, диатомовые и жёлто-зелёные.

## **2.2. Эдафофильные или почвенные водоросли.**

Для почвенных водорослей основной жизненной средой является почва. Их можно встретить на поверхности почвы и в толще её (рис. № 11). Водоросли развивающиеся на поверхности почвы и в верхних слоях почвы, в основном автотрофные, а те, что обитают в толще почвы (до 2 м и более), - гетеротрофы. Напочвенные водоросли образуют кожистые, войлокообразные плёнки, зелёный налёт на поверхности почвы. Нередко можно встретить рассыпанные по поверхности почвы колонии водорослей в виде зелёных слизистых шариков, напоминающих лягушачью икру. С глубиной количество водорослей закономерно уменьшается. Почвенные водоросли могут влиять на физико-химические свойства почв (меняя pH среды, удерживая минеральные соли, обогащают почву кислородом, улучшая структуру почвы, препятствуя её эрозии). В почвах обнаружено около 2 тыс. видов, относящихся главным образом к жёлто-зёленым, зелёным и диатомовым водорослям.



**А. Аэрофильные (трентеполия).**



**Б. Эдафофильные.**

**Рис. № 11. Водоросли наземных местообитаний.**

## **2.3. Литофильные водоросли.**

Основной жизненной средой литофильных водорослей служит окружающий их непрозрачный плотный известковый субстрат. Типичные местообитания - в глубине твердых пород определенного химического состава, окруженных воздухом или погруженных в воду. Среди литофильных водорослей есть так называемые сверлящие водоросли, внедряющиеся в известковый субстрат, и туфообразующие, отлагающие известняк вокруг себя. За счёт деятельности туфообразующих водорослей происходит образование известковых туфов в горячих источниках. Литофильные водоросли встречаются в воде и наземных местообитаниях. К ним относятся зелёные и красные водоросли.

## **3. Водоросли экстремальных условий.**

Некоторые водоросли приспособились к обитанию в экстремальных условиях: они способны жить в водоёмах с повышенной солёностью, при высоких или низких температурах и т. д.

### **3.1. Термофильные водоросли .**

Водоросли, обитающие в горячих источниках, называются термофильными. Они вегетируют при температурах 35-52 °С, а иногда этот предел может подниматься до 84 °С и выше. Обитателями горячих вод являются диатомовые и некоторые зелёные и красные водоросли.

### 3.2. Криофильные водоросли.

Это водоросли, которые развиваются на поверхности снега и льда. К ним относится более 100 видов, из которых подавляющее большинство — зелёные, встречаются также, жёлто-зелёные, диатомовые и др. Водоросли могут вызывать «цветение» снега. На высокогорье и равнинах всех континентов, в морях Арктики и Антарктики ученые наблюдали красный, зеленый, желтый, бурый, синий и даже черный снег, что обусловлено массовым размножением тех или иных видов снежных водорослей. Главным организмом, вызывающим окраску снега, является хламидомонада снежная. Большую часть времени эта водоросль находится в состоянии неподвижных шаровидных клеточек, густозаполненных красным пигментом гематохромом, но при оттаивании верхних слоёв снега она начинает очень быстро размножаться. (см. рис. № 12).

### 3.3. Галобионты.

Это водоросли, обитающие в воде с повышенной концентрацией соли. Из зелёных водорослей в водоёмах с концентрацией солей до 285 г на литр обитает дуналиелла салина, при массовом развитии окрашивающая такие водоёмы в красный цвет. С уменьшением солёности воды видовой состав водорослей увеличивается за счёт добавления некоторых диатомовых, криптомонад и др.



А. Криофильные водоросли  
(хламидомонада снежная)



Б. Галобионты (дуналиелла салина)

Рис. № 12. Водоросли экстремальных местообитаний

### 4. Ассоциации водорослей с другими организмами.

Водоросли могут жить на других организмах. Они могут использовать их в качестве субстрата, паразитировать на них или вступать с ними в симбиоз (см. рис. № 13).

Симбиоз некоторых водорослей с грибами привёл к образованию новых организмов — лишайников. Симбиоз водорослей с коралловыми полипами, поддерживаемый благодаря способности водоросли к фотосинтезу обеспечивает

существование такой биологической системы, как коралловые рифы. Одноклеточные зелёные водоросли поселяются в специальных желобках волос южноамериканского ленивца, придавая его шерсти маскирующую зеленоватую окраску. Некоторые диатомовые водоросли поселяются на брюхе синего кита, окрашивая его в жёлтый цвет (поэтому кита даже называют желтобрюхим). Водоросли часто образуют ассоциации с другими растениями, например, мхами и папоротниками. Паразитических водорослей известно довольно мало. Паразиты встречаются среди красных водорослей, при этом красные водоросли паразитируют только на других видах красных водорослей. Среди зелёных водорослей есть паразиты высших растений, например зелёная водоросль цефалерус паразитирует на листьях магнолий, кофе, цитрусовых.



**А. Лишайник ксантория.**      **Б. Симбиоз одноклеточной зеленой водоросли и ленивца.**      **В. Зооксантелла в тканях кораллового полипа.**

**Рис. № 13. Симбиоз водорослей с другими организмами.**

## **VI. Практическое применение водорослей.**

### **1. Исторический аспект использования водорослей.**

Использование водорослей человеком имеет длительную и разнообразную историю, отражающую уникальные традиции и потребности различных культур по всему миру. В древние времена водоросли широко использовались в качестве источника пищи, особенно в прибрежных и островных культурах. Например, в Японии, Китае и Корее водоросли традиционно входили в рацион питания, и сегодня они являются неотъемлемой частью местной кухни, включая такие блюда, как суши и различные виды супов. В этих культурах водоросли ценятся не только за их питательные свойства, но и за способность придавать блюдам уникальный вкус и аромат.

В Европе использование водорослей также имеет давние традиции, особенно в странах, таких как Ирландия и Шотландия, где они использовались как пища в периоды голода и как источник йода и других минералов. В Ирландии, например, водоросли "дульсе" традиционно употребляли в пищу во времена неурожая картофеля.

Кроме пищевых целей, водоросли на протяжении веков использовались и для других нужд. В некоторых культурах они служили материалом для утепления жилищ, в других - как средство для лечения различных заболеваний. Например, в традиционной медицине многих стран Азии водоросли благодаря высокому содержанию в них йода использовались для лечения щитовидной железы и других заболеваний.

Со временем, с развитием науки и технологий, использование водорослей расширилось и охватило новые области. Начали разрабатываться технологии их культивирования и промышленной переработки, что позволило использовать их не только в пищевой промышленности, но и в сельском хозяйстве, медицине и даже в косметологии.

## **2. Пищевое использование водорослей.**

В современном мире одной из ключевых проблем в области питания является дефицит белка, особенно в развивающихся странах. Белок играет важную роль в питании человека, так как является основным строительным материалом для клеток тела и участвует во многих жизненно важных процессах. Недостаток белка в рационе может привести к серьезным заболеваниям и нарушениям развития, особенно у детей. В этом контексте поиск альтернативных и доступных источников белка становится актуальным вопросом.

Водоросли представляют собой перспективный источник высококачественного белка, способный помочь в решении проблемы его дефицита. Разнообразные виды водорослей, включая хлореллу и нори (порфиру), обладают высоким содержанием белка, который хорошо усваивается человеческим организмом. Также водоросли богаты витаминами и минералами, а также обладают рядом уникальных питательных качеств, которые делают их ценным добавлением к рациону. К тому же, водоросли являются экологически чистым продуктом, их культивирование не требует большого количества ресурсов и не наносит вреда окружающей среде.

Водоросли, как правило, содержат от 20% до 60% белка в сухом весе, что сопоставимо с животными источниками белка. Хлорелла, например, содержит около 60% белка по весу, что делает её одним из самых богатых белком продуктов. Для сравнения, в пшенице содержится 12% белка, в сое 25%. Белки в водорослях обогащены важными аминокислотами, необходимыми для синтеза белков в человеческом теле. Кроме того хлорелла имеет высокую усвояемость человеческим организмом, почти 95 % , тогда как куриное мясо только 35%.

Таким образом, водоросли представляют собой не только питательный и экологически устойчивый источник белка, но и способствуют улучшению общего питания и разнообразия в рационе, что делает их ценным компонентом в борьбе с глобальным дефицитом белка.

Благодаря своей питательной ценности и уникальным вкусовым качествам в настоящее время водоросли играют значительную роль в пищевой промышленности. Водоросли широко используются как в сыром, так и в обработанном виде. Они присутствуют во многих пищевых продуктах, от салатов и суши до хлебобулочных изделий и напитков. Особенно популярны водоросли в азиатской кухне, где они являются неотъемлемой частью многих традиционных блюд. Также водоросли набирают популярность в вегетарианских и веганских диетах как источник не только растительного белка, но и полезных микроэлементов, которыми они очень богаты. Особенno в них много йода, селена, цинка и железа. А всего в водорослях содержится 84 минерала. Морские водоросли так же содержат усвояемые углеводы, витамины (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, C, D) и омега 3 жирные кислоты, обладают диетическими и лечебными свойствами.

Одним из наиболее распространённых продуктов, изготовленных из водорослей, является нори - тонкие листы, используемые в приготовлении суши и роллов (см. рис. № 14). Нори обладают не только приятным вкусом, но и высокой питательной ценностью, содержа в себе множество витаминов и микроэлементов. Кроме того, водоросли используются для производства агар-агара и каррагенана. Фикоколлоид агар-агар, получаемый из красных водорослей, используют в хлебопечении, производстве мороженого, безе, фруктовых пудингов, джемов, мармелада, приготовлении консервированных мясных и рыбных продуктов, для стабилизации молочных продуктов, мягкого сыра и йогурта, для осветления вина (см. рис. № 14). Другой фикоколлоид красных водорослей каррагинан, так же как и агар, применяется в производстве хлебобулочных изделий, молочных продуктов, различного рода напитков, при консервировании мяса и рыбы и как диетическая добавка (см. рис. № 14). Из бурых водорослей получают альгинаты (соли альгиновой кислоты), которые широко используют в пищевой промышленности как загустители, стабилизаторы и эмульгаторы при производстве молочных продуктов, кондитерских изделий, искусственной красной икры и других пищевых товаров.



А. Нори.



Б. Агар-агар.



В. Каррагинан

Рис. № 14. Производные водорослей.

Помимо этого, водоросли находят применение в производстве здоровых напитков, таких как смузи и детокс-воды. Их добавляют для улучшения питательной ценности напитков, а также для придания им уникального вкуса и цвета. Водоросли также используются в производстве пищевых добавок и суперфудов, вегетарианских и веганских продуктов, благодаря своему богатому составу антиоксидантов, витаминов и минералов. Кроме этого водоросли являются источником натуральных пигментов, которые применяются в пищевой промышленности.

В пищу человеку в основном идут морские водоросли бурые, красные и зелёные, их также используются в качестве корма для домашних животных (фукус, ламинария). Они служат или непосредственно как продукт питания, или для приготовления различных острых приправ и гарниров.

Если раньше водоросли для еды собирали только из естественных зарослей, то сейчас их выращивают на подводных плантациях. Собранные или выращенные водоросли поступают на рынок в свежем, сушёном или солёном виде. В отличие от морских пресноводные и наземные водоросли мало употребляют в пищу.

Рассмотрим самые распространённые сорта съедобных водорослей.

**1. Огонори (грацилярия)** или морской мох (см. рис. № 15). Эти водоросли относятся к отделу Красные водоросли, имеют тёмно-фиолетовый цвет. Произрастают в теплых водах вдоль побережий Японии, Юго-Восточной Азии и Гавайских островов. Также очень популярны в странах Карибского бассейна. В качестве аквакультуры его выращивают в Бразилии, Италии, Шри-Ланке, Малайзии, на Филиппинах. Огонори употребляют в сыром виде, маринуют, добавляют в салаты, используют для производства агар-агара, растительного аналога желатина. Огонори также продают в виде сушёных полосок или порошка. Из них можно сделать желе, пудинги и заварные кремы.



Рис. № 15. Огонори или «морской мох».

Огонори у нас не продаётся.

## 2. Комбу.

Большинство водорослей, которые называют «комбу», принадлежат к семейству Ламинариевых, например, ламинария японская, ламинария сахаристая, ламинария пальчаторассечённая, известные также под общим названием «морская капуста», из отдела Бурые водоросли (см. рис. № 16). В семействе Ламинариевых насчитывается около 18 съедобных видов. Ламинариевые широко культивируются в морях Японии, Китая и Кореи. Она достигает длины более 20 м. Большие урожай получают простым способом выращивания на плавучих верёвках в океане. Она также культивируется в России (ламинария японская в Японском и Охотском морях, ламинария сахаристая и ламинария пальчаторассечённая в Белом и Карском морях).



Рис. № 16. Ламинария японская.

Бурые водоросли обычно продают в виде высушенных широких полос. Японцы используют их в качестве приправы для суши и в качестве основного ингредиента прозрачного бульона даси или для приготовления кумбучи, модного японского напитка. Употребляют ее и в кондитерских изделиях – засахаренную, в пастиле, конфетах.

Ламинариевые - источник глутаминовой кислоты, из которой производят глутомат натрия – известный усилитель вкуса.

Сахарина японская используется для производства альгинатов. Альгиновая кислота и альгинаты широко применяются в медицине (в качестве антацида) и как пищевые добавки (загустители).

В ламинариевых много пищевых волокон, витаминов и минералов, поэтому они являются незаменимым ингредиентом в вегетарианской кухне (см. приложение № 1). Они также отличаются высоким содержанием йода, который необходим

человеку для нормального развития. Для восполнения суточной дозы йода (в регионах с дефицитом йода в воде) человеку достаточно употреблять ежедневно примерно 30-40 граммов свежей ламинарии. Ламинария противопоказана к употреблению людям с повышенной чувствительностью к йоду. Витамин К снижает свертываемость крови, что предупреждает развитие инсультов, инфарктов и проблем с сосудами. Большое количество витамина С помогает реабилитироваться тканям послеadioоблучения, улучшает метаболизм и регулирует водно-солевой баланс. Также ламинария содержит фукоксантины, который уменьшает уровень сахара крови.

Ламинариевые это самые доступные для нас водоросли. Они продаются практически в каждом продуктовом магазине в виде чипсов и маринованных салатов. Стоимость чипсов от 60 р. за 5 гр. Цена маринованной морской капусты от 50 р за 200 гр. В интернет-магазинах и на маркет плейсах можно купить высушенное слоевище ламинариевых в виде широких пластин по цене от 1500 р. за 1 кг. Также продаётся жареная морская капуста в листах от 200 р. 22 гр. Некоторые кондитерские фабрики наладили производство шоколада с ламинарией, его можно приобрести на маркет плейсах по цене от 198 р. за 50 гр.

### **3. Нори.**

Нори – это собирательное название съедобных красных водорослей рода Порфира. Листья этих водорослей достают из воды, хорошо промывают и измельчают. После этого массу тонким слоем раскладывают на бамбуковые циновки и высушивают. В процессе сушки красный цвет водорослей сменяется зеленым. После сушки водоросли нарезают на листы необходимого размера и герметично упаковывают. В продаже обычно встречаются в виде тонких спрессованных высушенных листов тёмно-зелёного цвета (см. рис. № 14 А). Их используют для приготовления суши, роллов или в качестве закуски.

Листы нори содержат внушительную часть таблицы Менделеева. 10 элементов, в которых ежедневно нуждается организм человека, чтобы нормально функционировать: железо, йод, калий, кальций, магний, марганец, медь, натрий, селен, фосфор, цинк. Наличие кальция и фосфора благотворно влияют на костную систему и служат профилактикой атеросклероза. К этому стоит добавить отсутствие жиров и углеводов, наличие витаминов А, Е, К, С и В, а также бета-каротин. Поэтому употребление нори в пищу укрепляет иммунитет, помогает выводить шлаки и токсины из организма, оказывает противовоспалительный и антибактериальный эффект.

Япония, Республика Корея и Китай являются основными изготовителями нори. Только в Японии объём производства оценивается более чем в 2 миллиарда долларов в год.

Нори продаются в сухом виде на маркет плейсах и в некоторых магазинах, где присутствуют в продаже товары из Юго-Восточной Азии (ВкуссВилл, Перекрёсток). Наиболее распространены в продаже нори в виде сухих листов по цене от 228 р. 24 гр. В жареном виде они продаются по цене от 520 р. за 25 гр.

#### 4. Вакамэ.

**Ундария перистая** или **вакамэ** или **миёк** - вид бурых водорослей из рода ундарий. Произрастает в прибрежных районах Японии, Кореи, Китая и России с холодным умеренным климатом, также встречается в регионах с умеренным климатом по всему миру, включая Новую Зеландию, США, Бельгию, Францию, Великобританию, Испанию, Италию, Аргентину, Австралию и Мексику.

Скользкие листы вакамэ имеют зелёный цвет и нежный сладковатый вкус (см. рис. № 17). Сушёные листы разрезают на мелкие кусочки, так как при приготовлении они сильно разбухают. Их используют для приготовления супов и салатов, например известных всем супа мисо и салата «чукка».



Рис. № 17. Ундария перистая в природе и в салате «чукка».

Вакамэ — богатый источник эйкозапентаеновой кислоты, одной из омега-3 кислот, которая способствует сжиганию жира и улучшает состояние волос и кожи. Пищевая ценность ундарии — 400 мг/100 ккал, это один из самых питательных вегетарианских ингредиентов. Две столовые ложки вакамэ содержат около 7,5 килокалорий и 30 мг омега-3-кислоты. В ней также много тиамина и ниацина.

Исследователи из университета Хоккайдо обнаружили в вакамэ фукоксантин, который способствует сжиганию жира. Опыты на мышах показали, что фукоксанцин инициирует выработку жиросяжающего белка, который накапливается в жировой ткани вокруг внутренних органов. У мышей, которых кормили фукоксанцином, было намного больше жиросяжающего белка, чем у остальных.

В вакамэ содержится очень большое количество кальция - главного строительного элемента костной ткани, в 15 раз больше, чем в коровьем молоке. Также они содержат большое количество витаминов (А, С, Е, В, РР, К, бета-каротин) и минералов (железо, цинк, фосфор, магний, марганец, кальций, натрий, калий), аминокислоты, олеиновую и линолевую кислоты.

Регулярное употребление вакамэ способствует очищению крови, профилактике заболеваний щитовидной железы, помогает бороться с депрессией, лишним весом и упадком сил.

Продаётся на маркетах и в супермаркетах. В сухом виде - от 218 р. за 50 гр., от 524 р за 200 гр. (залить 1л воды, получается 1000 гр. готового к употреблению салата). В виде маринованного салата под названием «чукка» от 373 р за 400 гр. Салат «чукка» продаётся также в обычных супермаркетах.

### 5. Дульсе или пальмария пальмата.

Представитель отдела Красные водоросли, растет на северных побережьях Атлантического и Тихого океанов (см. рис. № 18). Внешне похожи на красную капусту, а по вкусу в жареном виде напоминают бекон. Впервые они были выращены искусственно исследователями из штата Орегон в 2015 году. Сейчас их успешно культивируют на нескольких небольших фермах. Они имеют большую питательную ценность. Обычно их продают высушеными в виде порошка или целыми листьями. Так же их можно купить в составе смесей из приправ.



Рис. № 18. Пальмария (дульсе).

Дульсе обжаривают в виде чипсов, запекают в духовке, посыпав сыром, используют в супах, сэндвичах и салатах, а также добавляют в тесто для хлеба или пиццы. Мелко нарезанную кубиками, её можно использовать в качестве усилителя вкуса в мясных блюдах.

Дульсе - питательное блюдо с многочисленными полезными свойствами для здоровья. В ней содержится много минералов и витаминов, в том числе йода, калия, железа и других, а также витаминов А, С и В12, пищевые волокна.

Дульсе используют в качестве корма для животных.

Продаётся на ozon.ru в виде хлопьев 3 722 р. за 500 гр.

### 6. Ульва или морской салат.

Ульва - съедобные морские водоросли из отдела зеленые водоросли, крупные слоевища которых (длиной от 30 до 150 см) внешне очень похожи на листья салата-латука, отсюда и второе название ульвы - «морской салат» (см. рис. № 19).. В Скандинавии, Великобритании, Ирландии, Китае и Японии ульва достаточно широко используется в пищу - эта водоросль богата белками, аминокислотами, клетчаткой, витаминами А, В3, В12, С, минеральными веществами (особенно железом, йодом и кальцием). При этом в ней минимум калорий и жира. Водоросль ульва обладает лекарственными свойствами и используется при рахите, склерозе. Укрепляет иммунитет, нормализует обмен веществ, разжижает кровь, улучшает микроциркуляцию крови. Низкокалорийная, прекрасно утоляет голод, способствует снижению веса. В сыром виде ее добавляют в салаты или кладут в супы, при сушке получаются чипсы. Представители рода ульва широко культивируются в водах умеренных широт. Выращивают их на сетках в толще воды.



**Рис. № 19. Ульва.**

Продаётся на маркет плейсах в сушёном виде по цене 280 р. за 100 гр.

**7. Уми будо или каулерпа чечевичная или морской виноград** - вид зеленых водорослей из прибрежных регионов Азиатско-Тихоокеанского региона. Ее традиционно едят в кухнях Юго-Восточной Азии, Океании и Восточной Азии. Впервые она была выращена в коммерческих целях на Филиппинах в 1950-х годах, за ним последовала Япония в 1968 году. Сейчас ее выращивают также во Вьетнаме, Тайване и Китае.

Это сифоновые макроводоросли, что означает, что это гигантская одиночная клетка с несколькими ядрами, которая может вырасти до 30 см в длину. На слоевище водоросли присутствуют выросты в виде пузырьков, которые лопаются во рту, как икра, поэтому ее еще называют «зелёной икрой» (см. рис. № 20). Уми будо едят сырьем с рисом, супами, салатами и соусами. Продают его также в консервированном и сушёном виде.



Рис. № 20 Каулерпа чечевичная.

Уми будо является источником незаменимых жирных кисло омега-3 и омега-6, которые необходимы для нормального функционирования организма. Морской виноград содержит в себе кальций, магний, железо, медь и йод, богат аминокислотами и микроэлементами. Натрий в составе растения улучшает работу мочевой и нервной системы, а медь улучшает настроение и снижает риск возникновения депрессии. Съедобная водоросль обладает противогрибковым и антибактериальным эффектом, а также прекрасно очищает организм от токсинов. Продаётся на маркет плейсах в вакуумной упаковке с морской водой. Цена от 679 р. за 100 гр.

**8. Фукус**, «морской дуб», «царь-водоросль», отдел Бурые водоросли. Представители рода Фукус, например, пузырчатый встречаются в прибрежной зоне океана практически по всему миру. Слоевище может достигать в длину от 2 см до 2 метров. Внешне фукус напоминает куст, у которого ветви уплощены, похожи на ремни. Таллом крепится к твердому субстрату под водой посредством подошвы. У большинства видов на слоевищах есть воздушные пузыри (см. рис. № 21) . В Шотландии и Норвегии вплоть до середины 19 века несколько видов морских водорослей из рода фукус использовали для получения кальцинированной соды, а также использовали в качестве удобрений.



Рис. № 21. Фукус пузырчатый.

Фукус добавляют в сыром виде в салаты. Он приятный на вкус, чуть солоноватый и хрустит, как огурец. В сухом виде его добавляют в специи и пряности.

В составе фукуса есть весь спектр витаминов (A, B, B2, B3, B12, C, D3, E, K, F, H), редкие микроэлементы (йод, селен, барий, цинк, магний, сера) и ещё 36 элементов, фолиевая и пантотеновая кислоты, полисахариды, аминокислоты, полиненасыщенные кислоты типа омега-3. Фукус эффективно борется с

жировыми отложениями, уменьшает уровень холестерина, регулирует липидный и пуриновый обмены. Фукус имеет свойство вбирать в себя соли тяжёлых металлов, поэтому необходимо быть уверенным в чистоте воды, где была собрана водоросль. Это же свойство используется для того, чтобы вывести из организма ненужные элементы и шлаки.

Кроме того в его состав входит компонент фукоидан, обладающий противовирусным, противоопухолевым, иммунорегулирующим свойствами и полифенолы, необходимых, для нормальной работы желудочно-кишечного тракта.

Продётся на маркет плейсах фукус резаный сушёный от 157 р. за 40 гр. ; в капсулах 439 р. 60 шт (63 гр.)

**9. Хлорелла** - род одноклеточных зелёных водорослей. Хлорелла обыкновенная это наиболее широко признанный и изученный вид. Имеет сферическую форму, от 2 до 10 мкм в диаметре, не имеет жгутиков (см. рис. № 22). Ее можно найти как в естественных, так и в искусственных водоемах, в озерах, прудах, реках и водохранилищах. Хлорелла процветает в пресноводной среде с обилием солнечного света, поскольку ей необходим свет для фотосинтеза. Эти пресноводные водоросли, известны своей высокой питательной ценностью. Они являются лидером по содержанию хлорофилла (полезного зелёного пигмента) среди растений. Хлорелла считается одной из самых полезных водорослей на планете. Она богата основными питательными веществами, такими как витамины, минералы, аминокислоты (см. приложение № 2) и антиоксиданты, оказывает общее укрепляющее действие на организм . Её стоит включать в рацион спортсменов и вегетарианцев. Водоросль быстро повышает иммунитет, избавляет от воспаления, ускоряет восстановление после затяжных заболеваний. Хлорелла используется в качестве диетических добавок в виде капсул, таблеток, порошков или жидких экстрактов. Её можно добавлять в различные пищевые продукты, например, энергетические батончики, закуски, смузи и оздоровительные напитки. Она придаёт пищевым продуктам питательную ценность и яркий зеленый цвет.



**Рис. № 22. Хлорелла обыкновенная.**

По своей питательности эта водоросль не уступает мясу и значительно превосходит пшеницу (см. таб. № 1). Если в пшенице содержится 12 % белка, в сое 25% , то в хлорелле его около 60%.

**Таблица № 1: Питательная ценность хлореллы по сравнению с другими продуктами.**

Название вещества	Питательная ценность
Белок	В 20 раз больше, чем в молоке
Хлорофилл	В 5 раз больше, чем в шпинате
Железо	В 6 раз больше, чем в сырой говяжьей печени
Бета-каротин	В 1,5 раза больше, чем в моркови
Витамин В2	В 20 раз больше, чем в молоке
Клетчатка	В 2 раза больше, чем в овсянке

Благодаря своим питательным и лечебным свойствам хлорелла получила «титул» суперфуда.

Продаётся на маркет плейсах и в специализированных магазинах в виде порошка от 271 р. за 100 гр.; в таблетках от 300 р. 100 таб; в виде органического напитка «Живая хлорелла» от 590 р за 1 л.

Подводя итог вышесказанному можно выделить основные положительные моменты от приёма в пищу водорослей, которые убедят Вас включить водоросли в Ваш рацион.

### **1. Полезны для кишечника.**

До 70 % сухого веса морских водорослей приходится на чистую клетчатку. Это больше, чем в большинстве фруктов и овощей. Клетчатка способствует пищеварению, а также продлевает чувство сытости. Альгинат (вещество, содержащееся в бурых морских водорослях) способствует формированию слизи кишечника, которым покрыты его стенки. Кроме того морские виды водорослей содержать определённые виды сахаров, которые помогают увеличивать количество полезных бактерий и вырабатывать короткоцепочные жирные кислоты. Эти кислоты питают клетки, выстилающие кишечник.

### **2. Помогают похудеть.**

Так как они богаты клетчаткой, их употребление помогает избавиться от лишнего веса. Клетчатка замедляет переваривание пищи, поэтому чувство сытости, после употребления водорослей останется надолго. Фукоксантин – пигмент, содержащийся в бурых водорослях уменьшает количество жировых отложений.

**3. Водоросли защищают клетки нашего тела от свободных радикалов,** которые повреждают клетки и ускоряют старение организма. Морские водоросли содержат

не только антиоксидантные витамины А, С и Е, а также флавоноиды и каротиноиды, которые защищают организм от свободных радикалов. Например, фукосантин, который относится к группе каротиноидов защищает клеточные мембранны лучше, чем витамин А и работает в 13 раз эффективнее в качестве антиоксиданта, чем витамин Е.

4. Водоросли содержат много витаминов и минералов; белок, который содержит все необходимые аминокислоты; жирные кислоты омега и много других полезных веществ.

#### 5. Поддерживают гормональный баланс.

Водоросли содержат большое количество йода, необходимого для нормальной работы щитовидной железы, которая производит гормоны, необходимые для контроля роста, уровня энергии и восстановления повреждённых клеток. Если организм производит недостаточное количество таких гормонов, человек испытывает проблемы с лишним весом, постоянную усталость и отёки.

#### 6. Улучшают работу сердца.

Морские водоросли снижают уровень холестерина в организме. Они также содержат углеводы, называемые фукоиданами, которые препятствуют чрезмерной свертываемости крови, опасную для правильной работы сердца. Исследования показали, что фукоиданы также эффективны, как и разжижающие кровь антикоагулянты.

7. Контролируют уровень сахара в крови. Японские ученые изучали действие пигмента фукосантин на организм человека и выяснили, что это вещество помогает контролировать уровень сахара в крови. Оно особенно полезно людям страдающим диабетом. Также доказано, что компонент морских водорослей альгинат значительно снижает всасываемость сахара в кровь.

#### 8. Улучшают состояние волос, ногтей и кожи.

Морские водоросли содержат большое количество коллагена который отвечает за восстановление волос и их толщину. Также употребление водорослей ускоряет рост волос за счет содержания в них витаминов А, С, и микроэлемента цинка.

#### 9. Помогают сбалансировать питание.

Таким образом, современное использование водорослей в пищевой промышленности подчёркивает их многофункциональность и важность для здоровья человека. Их универсальность и питательная ценность делают водоросли важным компонентом современного питания и открывают новые перспективы для инноваций в пищевой промышленности.

### **3. Применение водорослей в медицине.**

Препараты на основе морских водорослей широко используются в лечебно-профилактической практике.

Водоросли являются природными источниками антиоксидантов и биологически активных веществ, таких как каротиноиды, белки-ферменты, жирные непредельные кислоты, витамины, а также минералы. Из водорослей готовят биологически активные добавки (БАД) к пище человека и животных. Сульфатированные полисахариды, содержащиеся в водорослях помогают бороться с ревматизмом и раком и могут быть использованы для профилактики распространения в организме метастаз раковых опухолей. Фукоидан, выделенный из спорофиллов ундарии пиннацифида предупреждает многие аллергические заболевания и способствует их лечению.

Флоротаннины и другие фенольные и полифенольные соединения из водорослей обладают антиоксидантной активностью, эффективны при лечении опухолевых заболеваний. Их антибиотическое действие приравнивается к действию коммерческих антибиотиков, используемых в борьбе против бактерии клебсиеллы, вызывающей пневмонию и сальмонеллы.

Жирные кислоты, содержащиеся в водорослях, особенно полиненасыщенные, и их эфиры обладают противоопухолевой активностью. Эфирные вещества из ламинарии японской, ульвы пертуса, и некоторые другие обладают антимикробными свойствами против кишечной палочки эушерии коли.

Водоросли богаты калием, который способствует здоровью сердца, снижает артериальное давление.

Высокий уровень йода в водорослях способствует здоровью щитовидной железы. Особенно это актуально для регионов с дефицитом йода в рационе человека.

Многие водоросли, например, хлорелла, дульсе (пальмария) богаты железом, которое необходимо организму для синтеза красных кровяных телец.

Ряд исследований подтверждает эффективность водорослей (хлореллы) при лечении вирусных инфекций, таких, как гепатит и цитомегаловирус.

Та же хлорелла эффективно используется при лечении наркотической и алкогольной зависимости.

Альгинаты калия и натрия применяют для создания капсул для доставки живых бактерий в кишечник.

В стоматологии альгинат с добавками используется в качестве слепочной массы - для изготовления оттиска челюсти, с дальнейшей отливкой гипсовой модели

Помимо вышеперечисленного для альгинатов характерны следующие свойства:

- антимикробное действие (эффективны против кандиды и стафилококков);
- поддержание естественной микрофлоры кишечника;
- гемостатическое действие (кровоостанавливающее, благодаря чему они эффективны при эрозивных и язвенных процессах в желудочно-кишечном тракте);
- улучшение моторной функции кишечника;
- обволакивающее действие;
- замедление скорости всасывания глюкозы из тонкого кишечника;
- способствуют восстановлению иммунной системы и увеличению устойчивости организма человека к инфекциям.
- иммуномодулирующее действие;
- профилактика атеросклероза
- антитоксическое и антирадиационное действие - эффективное и безопасное связывание тяжелых металлов (свинец, ртуть), радиоактивных соединений (цезий, стронций) и выведение их из организма. Препараты, содержащие, альгинаты возможно использовать в тех регионах страны, где отмечается наибольшее скопление предприятий цветной и черной металлургии, в городах, где обнаружено высокое содержание свинца в окружающей среде, как препараты с сорбционными свойствами. После аварий на японских АЭС «Фукусима-1» и «Фукусима-2» учёные всерьёз взялись за изучение антирадиационных свойств ламинарии. Выяснилось, она содержит вещества, способные вытеснить радиоизотопы из тканей. Альгиновая кислота в компании с другими компонентами водорослей связывает все радиационные элементы и выводит их из организма.

Способствуют кроветворению костного мозга.

Кроме альгинатов противоопухолевой природой обладают и другие вещества, содержащиеся в морских водорослях, а именно каротиноиды, биофлавоноиды, хлорофилл, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты. Доказано, что диета, которая богата морскими водорослями, понижает риск развития онкологических заболеваний. Добавление в пищу животным порошка из ламинарии вело к снижению развития злокачественных образований (имело место выраженное онкопрофилактическое действие), поэтому перед медициной и фармацией стоят такие важные задачи, как разработка, экспериментальная проверка, введение в лечение противораковых лекарственных препаратов на основе морских водорослей.

Фукоиданы, содержащиеся в морских водорослях (особенно богаты им фукусовые) обладают антиоксидантными, антигипергликемическими, антикоагулянтными, антитоксическими, противовоспалительными действиями, предотвращают гибель нейронов при нейродегенеративных заболеваниях. Также фукоиданы оказывают положительный эффект на процесс сна.

В бурых водорослях содержится маннит от 5 до 20% от сухой массы водоросли. Он используется в медицине при консервировании крови, в виде составной части кровезаменителя.

Экстракты из водорослей рода каулерпа, а также грацилярия корня обладают обезболивающим действием.

Исследования выявили противовирусную способность красных водорослей по отношению к нескольким вирусам, в том числе к COVID-19. А бурые водоросли оказались отличным стимулятором иммунитета и, возможно, помогут справиться с ВИЧ.

Стоит отметить удивительную способность ламинарии накапливать йод. Установлено, что килограмм водорослей содержит столько йода, сколько 100 тонн морской воды. Институт питания РАМН считает, что достаточно 40–50 граммов кулинарно обработанной ламинарии в день, чтобы полностью обеспечить организм человека йодом. Концентрация макро и микроэлементов в водорослях во много раз превышает таковую в морской воде. В морской капусте обнаружены: калий, натрий, кальций, марганец, магний, железо, цинк, фосфор, йод, селен, фтор и другие элементы, многие из которых являются биогенными, входят в состав витаминов, ферментов и необходимы для обмена и взаимодействия клеток с окружающей средой. Они принимают участие в регенерации тканей, образовании гормонов, участвуют в поддержании гомеостаза организма. Морская капуста является практически единственным источником пищевого йода, необходимого для нормального функционирования щитовидной железы. Реальное потребление йода населением в различных регионах России в настоящее время ниже нормы в 2–4 раза. В Приказе министра здравоохранения РФ № 444 от 14.12.99 года констатировано, что «недостаточное потребление йода создает серьезную угрозу здоровью около 100 млн россиян и требует проведения мероприятий по массовой и групповой профилактике». Йод - единственный из микроэлементов, участвующий в образовании гормонов, в частности гормонов щитовидной железы — трийодтиронина и тироксина. Являясь активным компонентом гормонов, йод взаимодействует с другими железами внутренней

секреции, оказывает выраженное влияние на обмен белков, жиров, углеводов, водно-солевое равновесие.

Особое внимание следует уделить одноклеточной водоросли хлорелле. Она содержит в своём составе более 650 элементов. Исследования показали, что применение её в пищу человеком оказывает устойчивый терапевтический эффект при лечении и профилактики целого ряда заболеваний.

1. Снижает уровень глюкозы в крови у людей, страдающих сахарным диабетом.
2. Снижает уровень холестерина.
3. Снижает артериальное давление.
4. Укрепляет иммунитет организма за счет увеличения выработки интерферона.
5. Обеспечивает противовирусную и противоопухолевую защиту, которая достигается за счет увеличения естественных клеток – киллеров, предназначенных для борьбы с опухолью.
6. Оказывает мощный антиоксидантный эффект за счёт содержания витаминов С, Е, и особых ферментов, которые защищают клетки от отрицательного воздействия свободных радикалов. Благодаря этому эффекту происходит заметное омоложение организма.
7. Восстанавливает печень при вирусном гепатите С.
8. Эффективно адсорбирует вредные вещества (уран, олово, ртуть, кадмий и др.) из организма, и обеспечивает их выведение.
9. Водоросль с успехом применяется в лечении железодефицитной анемии из-за наличия большого содержания железа и некоторого сходства с гемоглобином человека.
10. Благодаря наличию в водоросли метилкобаламина и линолевой кислоты достигается положительный эффект при лечении депрессии.
11. Эффективна при лечении аллергии.
12. Восстанавливает работу мозга. За счет содержания кобаламина улучшается память и внимание, а также пространственно-визуальное восприятие. В головном мозге имеется большой запас РНК, который с возрастом уменьшается, приближая к слабоумию. Для поддержания РНК в необходимом количестве, достаточно употреблять хлореллу, как источник нуклеотидов и нуклеозидов.
13. Профилактика инсульта. Водоросли содержат в составе магний, аргинин, калий, каротиноиды, которые укрепляют стенки кровеносных сосудов.
14. Эффективна при лечении атопического дерматита.
15. Ускоряет заживление ран.
16. Препятствует возникновению психологического стресса за счет снижения выработки кортизола – гормона стресса.

17. Препятствует атрофии мышц.
18. Обеспечивает противорадиационную защиту, способствуя быстрому восстановлению после облучений и воздействия химических веществ.

Итак, подводя итог вышесказанному, в настоящее время из водорослей получают препараты для профилактики раковых заболеваний, предотвращения и лечения вирусных и бактериальных инфекций, для укрепления иммунитета. Гели из водорослей совершенно незаменимы при лечении желудочно-кишечных заболеваний. Препараты из бурых водорослей используются для выведения из организма тяжёлых металлов, и радиоактивных элементов.

Из морских водорослей готовят биологически активные добавки (БАД) к пище человека и животных.

Водоросли участвуют в образовании некоторых типов лечебных грязей.

#### **4. Водоросли в косметологии.**

Благодаря удивительным целебным свойствам морские водоросли нашли широкое применение в косметологии. Причем, в отличие от многих искусственных препаратов, активные вещества водорослей усваиваются человеком практически на 100%, а косметика, созданная на их основе, практически не имеет противопоказаний. В настоящее время косметика содержащая водоросли пользуется большой популярностью в мире. Натуральные активные компоненты водорослей идентичны компонентам, из которых состоят клетки нашей кожи – например, аминокислоты, витамины и минералы. Благодаря этому кожа получает мощную подпитку, легко усваивая необходимые ей вещества.

Морские водоросли обладают охлаждающим, противовоспалительным и противоотёчным эффектами. Использование водорослей в различных косметических составах дает заметный подтягивающий эффект, благодаря тому, что ускоряются обменные процессы и выводятся токсины и шлаки.

Морские водоросли прекрасно питают кожу, усиливая процессы ее регенерации, улучшают кровоснабжение и регулируют кислотно-щелочной баланс.

Они предотвращают отложение новых жировых соединений, выравнивают структуру кожи, обогащают кровь кислородом. Поэтому они входят в состав многих средств по уходу за телом — лосьонов для повышения упругости, антицеллюлитных гелей. В SPA-салонах большую популярность приобрели такие косметические процедуры как водорослевые обёртывания (см. рис. № 23). Для этих целей чаще всего используют фукус, ламинарию, хлореллу, порфиру. Они

увлажняют и питают кожу, оказывают ярко выраженный омолаживающий эффект.



**А. Маски из водорослей.**



**В. Водорослевые обёртывания.**

**Рис. № 23 Водоросли в косметологии.**

## **5. Водоочистка с помощью водорослей.**

Многие водоросли играют важную роль в процессе биологической очистки сточных вод. Они поглощают различные примеси, попадающие в воду с промышленными, коммунальными и сельскохозяйственными стоками, поглощают патогенные микроорганизмы, содержащиеся в воде, поэтому применяются в качестве биофильтров.

Для этого водоросли культивируют в промышленных сточных водах (см. рис. № 24.). В дальнейшем излишняя органическая масса их будет использоваться для получения метана, который можно использовать в сельскохозяйственном и промышленном производстве.

Рекордсменами по очистке воды среди водорослей являются хламидомонада и хлорелла. Они способны выбирать из воды даже органические вещества.



**Рис. 24. Очистка сточных вод с помощью одноклеточных водорослей.**

Чаще для очистки разных стоков используют одноклеточную водоросль хлореллу обыкновенную. Она хорошо выдерживает сильное загрязнение, например нефтепродуктами.

Хлореллу также применяют для реабилитации водоёмов, например, рыболовческих прудов. Она активно подавляет развитие и рост цианобактерий (сине-зелёных водорослей) и представителей патогенной микрофлоры. Предотвращает «цветение» водоёма. Степень уже «цветущей» воды уменьшается вдвое через 14 дней после внесения её в водоём. Улучшает общее состояние

воды, повышает ее качество и убирает неприятный запах, так как использует для питания органические соединения, которые загрязняют водоем.

При фотосинтезе хлорелла поглощает углекислый газ и выделяет кислород, повышая его концентрацию в воде, что благотворно сказывается на размножении рыб.

Хлорелла увеличивает кормовую базу для обитателей водоема, так как сама является питательной средой для зоопланктона, которым питаются рыбы. В России колонии хлорелл были введены во многие водоёмы для их очистки: с 2009 года в озёра Казанского зооботсада, с 2010 - в Нижнетагильский пруд и Леневское водохранилище на реке Тагил, в 2012 году в пруд Тверского ботанического сада, в 2014 - в Графский и Орловский пруды Санкт-Петербурга (в конце 2017 года в Графском пруде патогенные водоросли были подавлены).

В последнее время для очистки сточных вод применяют и зеленые нитчатые водоросли например, кладофору, так как они обладают большой поглотительной способностью. Так, при наличии всего 1 г биомассы на 1 л воды они за двое суток могут усвоить из нее 14 мг аммонийного азота и почти 7 - нитратного, около 1,5 мг фосфора; активно потребляют магний, калий, серу, кобальт, цинк, кадмий, свинец и другие тяжелые металлы.

Учёные из Рочестерского технологического института, также подтвердили эффективность нитчатых водорослей при очистке воды от аммиака. Они утверждают, что водоросли удаляют весь аммиак, 88 процентов нитратов и 99 процентов фосфатов из сточных вод.

Кладофора и другие нитчатые водоросли обладают высокой бактерицидной активностью, понижают в воде в десятки, а порой и в сотни раз содержание нежелательных сапрофитов, угнетают развитие дизентерийной палочки и др. Благодаря высокой способности минерализовать органическое вещество в воде водоросли можно использовать в качестве биопоглотителя для очистки стоков животноводческих ферм, дренажных и загрязненных поверхностных вод к такому выводу пришли учёные Всесоюзного НИИ по охране природы. Они полагают, что биомассу таких водорослей можно использовать на корм животным, а также для промышленной переработки, цель которой - получение каротина, хлорофилла и других ценных веществ.

В морской аквариумистике водоросли используют в системах биологической фильтрации. Для этих целей применяют либо специально посаженные макроводоросли (обычно из родов хетоморфа и каулерпа), либо используется естественное водорослевое обрастание.

Группа российских учёных из Южного научного центра РАН и Мурманского морского биологического института под руководством профессора Григория Воскобойникова и кандидата биологических наук Олега Степаньяна разработала биофильтры на основе фукусовых водорослей, способные эффективно и безопасно очищать морскую воду от нефтяных загрязнений. Вид фукус пузырчатый, на основе которого работает новый метод, является самой устойчивой к воздействиям водорослью. Этот суперорганизм способен выдерживать отрицательные температуры, условия полярной ночи и т. д. Диапазон устойчивости фукуса пузырчатого к нефтепродуктам составляет 50 мг/л при норме ПДК (предельно допустимой концентрации) 0,05 мг/л. Эксперименты российских учёных показали, что несколько десятков килограммов этих водорослей, расположенных определённым образом, способны утилизировать в воде несколько тонн нефтепродуктов.

Для очистки морских вод используют также ламинарию. В Китае её «развешивают» на верёвках по пути движения судов.

Использование водорослей для очистки сточных вод не только улучшает качество воды до приемлемых норм, но имеет ряд экономических преимуществ, так как позволяет снизить затраты на химические реагенты и энергию, необходимые для проведения традиционных методов очистки. Также сокращается объём отходов, которые нужно вывозить и утилизировать.

Итак, использование водорослей в процессе очистки вод помогает снизить экологические и экономические риски, связанные с загрязнением окружающей среды. Это позволяет предотвратить возникновение проблемных ситуаций и обеспечить более устойчивое использование водных ресурсов.

## **6. Биотопливо третьего поколения.**

Самым перспективным видом сырья для производства биотоплива являются водоросли. Топливо из водорослей сейчас называют биотопливом третьего поколения.

По сравнению с сырьем для биотоплива первого поколения, таким как кукуруза или соя водоросли имеют ряд преимуществ:

- их легко выращивать: для их роста требуется солнечный свет, вода и углекислый газ;
- они растут гораздо быстрее (их масса за сутки удваивается);
- для их выращивания не требуются обширные участки земли, для выращивания водорослей для биотоплива можно использовать сточные воды.

Исследователи из Рочестерского технологического института использовали водоросли, выращенные в сточных водах, для производства биодизеля.

Подсчитано, что с 1 акра (0,405 га) водорослей можно произвести в 30 раз больше биотоплива, чем с 1 акра некоторых наземных растений, таких как соя. (см. таб № 2. ) Быстро растущая водоросль обладает огромным потенциалом, являясь источником недорогого и энергоэффективного биотоплива.

<b>Культура</b>	<b>Количество биотоплива (литр) с 1 га в год</b>
Водоросли	22470
Пальма	7310
Сахарный тростник	5060
Кукуруза	2600
Соя	570

**Таблица №2. Объёмы топлива, получаемые из некоторых культурных растений и водорослей.**

На сегодняшний день производство биотоплива третьего поколения носит экспериментальный характер, но в этой области ведётся всё больше исследований, в том числе и в России. Ожидается, что вскоре такое производство должно стать экономически рентабельным.

## **7. Применение водорослей в химической промышленности.**

Человек использует водоросли в химической промышленности для получения целого спектра веществ. Помимо уже перечисленных выше веществ, таких как:

-агар-агар из красных водорослей,

- каррагинан также из красных водорослей,

- альгинат из бурых водорослей, который нашел применение не только в пищевой промышленности, медицине и косметологии, но и в производстве гидроизоляционных и огнезащитных тканях, бумаги и текстиля;

водоросли служат источником большого количества полезных веществ. Например, диатомит, который образуется на дне после отмирания клеток диатомовых водорослей. Его используют с нитроглицерином в качестве взрывчатого вещества, называемого гур-динамит. Диатомит используют в промышленности для фильтрации пива, вина, сиропов, сахара, мёда. Используют в качестве абразивного вещества в зубной пасте, скрабах, полиролях для металла. В сельском хозяйстве используется в качестве инсектицида. В качестве теплового

барьера используется в производстве огнестойких плит. Нашел применение и в строительстве.

Из водорослей получают фунор. Это тип клея, который используют в бумажной и текстильной промышленности. В косметической отрасли его используют для завивка волос.

Из морских водорослей получают также всем известный йод, калийные соли, целлюлозу, спирт, уксусную кислоту, манит.

Водоросли можно использовать в целлюлозно-бумажной промышленности. Особое внимание в связи с этим привлекали огромные запасы нитчатых водорослей кладофоры и ризоклониума в многочисленных озерах Западной Сибири и северных районов Казахстана. Эти растения являются высококачественным сырьём для производства бумажной массы. Оболочка клеток этих водорослей представляет собой почти чистую клетчатку. В одних только озерах Барабинской и Кулундинской степей общей площадью в несколько десятков тысяч квадратных километров ежегодный урожай этих нитчаток составляет не менее 100 000 т. В результате производственных опытов из этих водорослей были получены различные сорта беловой бумаги, в смеси с макулатурой – оберточной и обойной бумаги, а при специальной обработке также картон и строительные материалы разного типа.

## **8. Водоросли в сельском хозяйстве.**

Народы, живущие у моря, издавна используют водоросли на корм животным и как удобрения при выращивании овощей и других садово-огородных культур. Жители прибрежных регионов в качестве ценного удобрения применяют крупные талломы багрянок и бурых водорослей. По сравнению с навозом в талломах больше калия, но меньше азота и фосфора. От навоза их отличает ещё одно очень ценное качество - в них нет семян сорных растений. Водоросли, внесённые в почву в свежем виде или в виде компоста, благодаря гелеобразной и клейкой альгиновой кислоте и другим полисахаридам связывают мелкие кусочки почвы в более крупные и тем самым улучшают её структуру. Для ускорения роста растений и увеличения урожая в качестве листовой и корневой подкормок можно использовать концентрированные экстракты из водорослей. Удобрения и подкормки из водорослей ускоряют прорастание семян, стимулируя их дыхание, активизируют использование растением органических и неорганических удобрений, защищают корневые волоски от повреждения при пересаживании рассады.

Морские водоросли, преимущественно бурые (ламинария, фукус и аскофилум), непосредственно используют как корм для скота или в виде кормовых добавок. Применение кормовых добавок приводит к увеличению надоев и жирности молока, суточного привеса рыб, свиней и птицы; белок птичьих яиц приобретает при этом более тёмную окраску. Морскую капусту рекомендуют добавлять в корм щенкам собак, чтобы шерсть лучше росла и приобретала здоровый блеск. Кроме того, водоросли улучшают деятельность пищеварительных органов, способствуют удалению некоторых кишечных паразитов, помогают в лечении ряда желудочно-кишечных и кожных заболеваний, повышают иммунитет.

Одноклеточная водоросль хлорелла активно используется в рыбоводческих хозяйствах. Она очищает воду, насыщает её кислородом, налаживает естественный биоценоз водоёма, обеспечивает рыбу естественной кормовой базой за счёт увеличения уровня развития зоопланктона, что сокращает затраты на корм и обеспечивает привес рыбы на 20-30%. При этом улучшается качество товарной рыбы (её вкус и запах). Способствует улучшению иммунитета рыб и повышает выход икры и мальков.

Хлореллу используют в качестве подкормки в пчеловодстве. Скармливание супензии хлореллы 1:1 с сахаром после зимнего периода и в мае перед началом первого медосбора серьёзно укрепляет силу пчёлосемей, увеличивая мёдосбор до 40%.

Питательная ценность хлореллы в 2 раза превосходит таковую для соевого белка - 1 кг хлореллы по пищевой ценности равен 4-5 кг сои. При добавлении 5-7 кг хлореллы к 1 тонне зерна, его ценность увеличивается в 1,5 раз. Хлорелла синтезирует природный антибиотик "хлореллин", успешно уничтожающий патогенную микрофлору - в концентрации 1: 500000 и 1: 1000000 он эффективен против стрептококков, стафиллококков, кишечной палочки и, в меньшей степени, против возбудителя туберкулеза.

Многие вещества содержащиеся в хлорелле накапливаются и в ее культуральных средах – проще говоря, в воде, в которой она растет. Поэтому максимальную эффективность хлорелла имеет в виде супензии.

Введение свежей пасты хлореллы в рацион кур по 1 разу в день по 3 г. дало прирост веса в 13-20%, и на 9,6% получили больше яиц, с 66% до 83% увеличилась выводимость цыплят. Кроме того, птицы употребляющие хлореллу демонстрировали высокую жизненную активность. Эксперимент проводился на Васильевской птицефабрике в Пензенской области в 2001 году.

Аналогичные результаты отмечаются и для животных: увеличиваются на 15-20% привесы за счет более полного усваивания кормов, возрастает устойчивость к заболеваниям, плодовитость и удойность.

Таким образом, использование хлореллы в рационе животных и птицы способствует лучшему усвоению кормов и увеличивает сопротивляемость организма к заболеваниям, что особенно важно при стойловом содержании скота и клеточном птицы.

## **9. Применение водорослей в науке.**

Некоторые водоросли - прекрасный объект для генетических (ацетабулярия, фукс), биофизических и физиологических (харовые водоросли) исследований.

Водоросли являются незаменимыми помощниками в космических исследованиях. Так, например, хлорелла используется для получения кислорода для экипажей космических кораблей. Эта водоросль отличается высокой активностью фотосинтеза. В 2019 году на МКС доставили пресноводные водоросли, чтобы перерабатывать выдыхаемый космонавтами углекислый газ в кислород. Эксперимент прошел успешно. Богатые белком водоросли могут также обеспечить экипаж пищей как минимум на треть рациона, что особенно важно при длительных космических путешествиях.

Агар-агар, получаемый из водорослей, используется в лабораториях в качестве питательной среды для выращивания микроорганизмов.

Водоросли имеют большой потенциал для обеспечения светлого будущего человечества. Инновационные технологии с использованием водорослей появляются чуть ли не каждый год, и многие учёные уверены - за ними будущее. Приведём несколько примеров научных разработок, с использованием водорослей, которые уже внедряются в повседневную жизнь.

### **1. Светильники из водорослей, не требующие электричества.**

Разработаны светильники для дома, в которых источником энергии является микроводоросль хлорелла (см. рис. № 25). Помимо освещения, такие лампы еще и поглощают углекислый газ из атмосферы.

Исследователи Калифорнийского университета создали гибкие лампы, которые светятся при сгибании или скручивании. Такие лампы используются для глубоководных исследований. Источником свечения здесь являются одноклеточные водоросли, называемые динофлагеллятами. Исследование было недавно опубликовано в журнале *Nature Communications*.

### **2. Здания с подпиткой от водорослей.**

Международная дизайнерская фирма Arup в сотрудничестве с немецкой консалтинговой фирмой SSC Strategic Science Consultants и австрийской архитектурной студией Splitterwerk создала первое в мире здание с водорослями, получившее название BIQ House (см. рис. № 26). Здание имеет фасад из водорослей, который не только обеспечивает тень, но и улавливает солнечную тепловую энергию. Также зеленый фасад вырабатывает биомассу, которая может использоваться для выработки дополнительной электроэнергии.



**Рис. № 25. Светильник и светодиодная лампа с хлореллой.**

**Рис. № 26. Здание с подпиткой из водорослей.**

### **3. Наружные уличные фонари.**

Фонари с автономным питанием Пьера Кальеха используют способность микроводорослей к производству энергии, чтобы обеспечивать свет посредством полностью естественного процесса фотосинтеза (см. рис. № 27). Также фонари одновременно поглощают CO<sub>2</sub> из воздуха (каждый из них перерабатывает как минимум тонну углекислого газа за год).

### **4. Био-цифровой навес для генерации кислорода.**

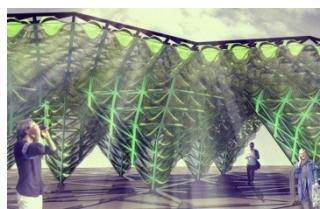
Конструкция Urban Algae от ecoLogicStudio была продемонстрирована в итальянском Милане. Это первый в мире био-цифровой навес, в котором сумели объединить культуры микро-водорослей (здесь они в питательном растворе текут по трубкам, змеящимся вдоль всей «зеленой крыши») с цифровыми технологиями (см. рис. № 28). Навес может производить кислород в количестве, которое вырабатывает 4 га леса. Он также продуцирует 15 кг биомассы в день, в которой находится 60% растительных белков. Он умеет реагировать на посетителей, регулируя прозрачность и цвет в зависимости от температуры на улице и передвижения людей, проходящих под навесом.

### **5. Биоразлагаемые бутылки воды из водорослей.**

Водоросли можно использовать не только для производства биотоплива или поглощения CO<sub>2</sub>, они также прекрасно подходят для создания устойчивых материалов. Ари Йонссон разработал биоразлагаемую бутылку из смеси порошкообразного агара и воды (рис. № 29). Мало того, что это полностью естественная альтернатива пластику, бутылку также можно... съесть.



**Рис. № 27. Уличные фонари.**



**Рис. № 28. Био-цифровой навес.**



**Рис. № 29. Биоразлагаемая бутылка из водорослей.**

Также водоросли могут способствовать уменьшению выбросов метана. Красная водоросль аспарагопсис таксформис препятствует выработке метана в организме крупного рогатого скота. Используя пищевую добавку на основе этой водоросли, можно снизить выбросы метана от этого источника минимум на 80%.

## **10. Водоросли и криминалистика.**

В криминалистике и медицине существуют разные типы утопления. Благодаря водорослям можно определить, какой тип утопления имеет место. Истинное (мокрое) утопление возникает, когда вода попадает в лёгкие человека и разжижает его кровь. Вместе с водой в кровь проникают планктонные водоросли, которые разносятся по различным органам и тканям, оказываясь в том числе в мозговой ткани и трубчатых костях. При обнаружении водорослей в лёгких и костях криминалисты устанавливают истинное утопление. Асфиксическое (сухое) утопление возникает без аспирации воды, и, следовательно, в лёгких при этом не будет так много водорослей, как в случае истинного утопления.

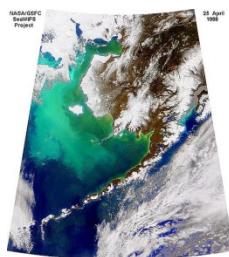
## **11. Применение водорослей в биотестировании.**

Микроводоросли используют в лабораториях по биотестированию. Метод биотестирования с применением культуры водорослей называется альготестированием. Он основан на измерении отклонений определённой характеристики культуры водорослей при развитии в опытной пробе относительно контрольной. Микроводоросли широко применяют для оценки токсичности веществ различных классов (тяжёлых металлов, фосфоро- и хлорорганических соединений, поверхностно-активных веществ и др.). Кроме того, микроводоросли являются обязательным объектом в исследованиях по установлению санитарно-гигиенических нормативов (ПДК предельно допустимая концентрация, ОДК ориентировочно допустимая концентрация, ОБУВ Ориентировочный безопасный уровень воздействия) загрязняющих веществ в воде, а также при определении токсичности сточных вод и класса опасности отходов (в том числе при их паспортизации).

Наиболее изученными и распространёнными видами микроводорослей, которые используются в биотестировании, являются: сценедесмус квадрикада, хлорелла обыкновенная, феодактилум трикорнутум, скелетонема костатум.

## VII. Вред водорослей.

Избыточное размножение одноклеточных планктонных водорослей в водоёмах вызывает так называемое «цветение» водоёмов (см. рис. № 30). Это явление вызывает гибель рыбы в рыбных хозяйствах (заморы) и может придавать неприятный вкус и запах питьевой воде. Некоторые виды таких водорослей являются токсичными, они выделяют в воду ядовитые вещества и могут стать причиной отравления и даже гибели приходящего на водопой скота.



А. Цветение пресного водоёма.

Б. Спутниковое изображение цветения Берингова моря, вызванного кокколитофоридами, 1998 год.

Рис. № 30. Цветение водоёмов.

Слишком сильное развитие одноклеточных и нитчатых водорослей приводит к загрязнению очистных сооружений и систем водоснабжения. Также совместно с другими организмами водоросли могут участвовать в обрастании морских судов и ухудшать их ходовые качества: замедлять скорость движения и увеличивать расход топлива (см. рис. № 31). Водоросли-макрофиты (саргассы, макроцистис) ризоидами прикрепляются ко дну. Когда они отрываются, то образуют плавающие на поверхности океана скопления слоевищ. Они формируют так называемые луга океана, которые затрудняют движение кораблей.



Рис. № 31. Обрастание водорослями дна морских судов.

### VIII. Основные мировые центры по сбору и выращиванию водорослей.

Благодаря своим полезным качествам водоросли находят все более широкое применение в деятельности человека. Они играют важную роль не только в питании, но и в медицине, фармацевтике, сельском хозяйстве и др. отраслях. Во многих приморских странах водорослевая промышленность является высокоэффективной отраслью производства. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО) (организации ООН, основной задачей которой является борьба с голodom), мировое производство пищевых водорослей в 2020 году оценивалось в 35 миллион тонн. Добыча из природных зарослей составляет 0,9-1 мл. тонн от общего числа. Остальное приходится на долю марикультуры, то есть культивированные человеком. Больше всего выращивают бурые и красные водоросли. Крупнейшими странами-производителями морских водорослей по состоянию на 2022 год являются Китай (58,62%) и Индонезия (28,6%); за ними следуют Южная Корея (5,09%) и Филиппины (4,19%). Другие известные производители включают Северную Корею (1,6%), Японию (1,15%), Малайзию (0,53%), Занзибар (Танзания, 0,5%) и Чили (0,3%).

На сегодняшний день крупнейшим производителем водорослей в мире является **Китай**. На него приходится почти 60 % мирового производства, По данным на 2020 год годовое производство водорослей составило 20 862 900 млн. тонн бурых альгинофитов ламинарии и ундарии, красных агарофитов грацилярии и эухеумы, съедобной багрянки порфиры и др. Самой известной культивируемой водорослью здесь является ламинария японская или морская капуста (см. рис. № 32). Она используется в Китае как в пищевой промышленности, так и в традиционной китайской медицине.



Рис. № 32. Сбор и сушка ламинарии в Китае.

На долю **Индонезии** приходиться 28,6% мирового производства водорослей. Индонезия является крупным производителем каррагинана. Здесь культивируются красные водоросли эучеума и каппафикус. Объем производства водорослей в Индонезии достигает около 10 миллионов тонн в год, что делает её

одним из мировых лидеров в этой отрасли (рис. № 33)



**Рис. № 33. Выращивание водорослей в Индонезии.**

Далее следует **Южная Корея** (5,09% мирового производства водорослей). Она активно занимается культивированием водорослей, среди которых самыми популярными являются каулерпа, порфира, ламинария японская, хиджики, ламинария сахаристая, дайсима, кодиум, ундария. Производство водорослей в Южной Корее сосредоточено преимущественно в прибрежных районах, и ежегодный объем производства составляет около 2,3 миллиона тонн.

**Филиппины** (4,19%) известны своим производством каррагинана, полисахарида, получаемого из красных водорослей, таких как эучеума. Объем производства морских водорослей здесь составляет примерно 1,3 млн. тонн.

**Япония** также является важным игроком в мировом производстве водорослей. Больше всего здесь выращивают нори (водоросли рода порфира), которые широко используются в японской кухне. Объем производства нори в Японии составляет порядка 350 тысяч тонн в год.

**В США** водоросли в основном используются для производства биотоплива и в фармацевтической промышленности. Хотя общий объем производства водорослей в США невелик по сравнению с азиатскими странами около 23 000 тонн влажных морских водорослей. (0,07%), здесь активно развиваются технологии выращивания и переработки водорослей. Особенное внимание уделяется микроводорослям, таким как хлорелла.

**Европа** производит 21,8 тыс тонн в год, это 0,06% от мирового производства водорослей. В Европе водоросли в основном используются в пищевой промышленности, для производства пищевых добавок и косметики. Франция, Испания и Норвегия являются ведущими производителями водорослей в Европе. Особенно в Норвегии активно выращиваются красные водоросли для использования в пищевой промышленности. В настоящее время в Европе насчитывается 447 предприятий по производству водорослей. 68% предприятий занимающихся производством макроводорослей, занимаются сбором дикорастущих запасов.

Водоросли представляют собой важный ресурс, способствующий здоровому питанию человека и устойчивому развитию многих отраслей хозяйства. Многие

страны мира вносят свой вклад в эту отрасль, выращивая и добывая различные виды водорослей. Учитывая растущий спрос в этом направлении и важность экологически чистых технологий, можно ожидать дальнейшего развития данной отрасли. Аналитики прогнозируют, что интерес к использованию морских водорослей будет только расти и мировые продажи увеличатся с 16,5 млрд долларов США в 2023 г до 36 млрд к 2028 году.

## **IX. Промысел водорослей в России.**

### **1. Промысловый потенциал и история изучения водорослей в России.**

В России водоросли занимают важное место как в экосистеме, так и в экономике: их используют в производстве пищевой продукции, в БАДах, фармакологической промышленности, косметике, кормах для животных и рыб, биотопливе, биологической очистке бытовых и промышленных стоков. Российская Федерация обладает обширными водными ресурсами, включая моря и океаны, что способствует развитию отрасли добычи и выращивания водорослей. Объемы добычи водорослей в России постепенно растут. По данным на 2021 году в стране было произведено 23,8 тыс. тонн - на 3 тыс. тонн больше, чем в 2020 году. Хотя потенциал добычи водорослей в стране значителен. Только разведанные запасы промысловых макрофитов составляют порядка 10-11 млн. тонн: в Дальневосточных морях 8,8-9,3 млн. тонн; В Белом море 0,7-1,0 млн. тонн (450-700 тыс. тонн ламинариевых, 250-300 тыс. тонн фукоидов, 3 тыс. тонн анфельции), в Баренцевом море – 350-400 тыс. тонн; в Чёрном море 1-1,5 млн. тонн, из которых примерно половина - в российских водах.

Важно отметить, что добыча водорослей регулируется для предотвращения их истощения и сохранения экологического баланса.

В СССР наука довольно интенсивно занималась морскими водорослями: их изучали в десятках научных учреждений – от академических (Ботанический институт им. В.Л. Комарова; Институт океанологии им. П.П. Ширшова; Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского; Мурманский морской биологический институт; Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского и др.) до подведомственных Министерству рыбного хозяйства (ВНИРО в Москве с отделениями на всех основных морях СССР). Курсы альгологии читали в Московском, Ленинградском, Краснодарском, Ростовском-на-Дону и Дальневосточном университетах. Ежегодно работали многочисленные экспедиции, в которых собирали коллекции морских макрофитов, изучали их биологию, распространение, продукцию, запасы и методы хозяйственного

применения. Перерабатывающие водорослевое сырьё предприятия работали в Архангельске и на Дальнем Востоке.

Водоросли исследовали даже в ГУЛАГе: в Соловецком лагере особого назначения (СЛОН) впервые в СССР был получен высококачественный агар-агар, а группа заключённых (П.А. Флоренский, Р.Н. Литвинов, Н.Я. Брянцев) за разработку методики комплексной переработки водорослей получила авторское свидетельство от 31 мая 1937 года за № 51091. Что, впрочем, не спасло их всех от расстрела в том же 1937-м.

В Российской Федерации исследования морских водорослей хотя и продолжаются почти во всех перечисленных учреждениях, но их интенсивность снизилась, как и число специалистов-альгологов. Финансирование экспедиционных исследований сильно сократилось. Это происходит на фоне настоящего мирового «водорослевого бума», поскольку спрос на продукты переработки водорослевого сырья непрерывно растёт, водоросли активно употребляют в пищу даже там, где такая культура возникла совсем недавно – во второй половине XX века.

В США, Японии, Китае, Индии, Западной Европе появляется всё больше публикаций, посвящённых биоразнообразию, экологии, молекулярной генетике морских водорослей.

## **2. Главные промысловые виды водорослей.**

По данным вышедшей в 2007 в ФГУП «ТИНРО-Центр» книги «Промысловое водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки», подготовленной сотрудниками этого НИИ Марией Суховеевой и Антониной Подкорытовой, посвятившими не один десяток лет их изучению, в водных акваториях нашей страны произрастают около 25,5 тыс видов макроводорослей. В зависимости от вида они встречаются в основном на глубинах до 20 м, хотя некоторые проникают и до 200 м. Они подразделяются на 10 отделов. В данном случае перечислим только представителей 3 отделов, наиболее важных в хозяйственном отношении – бурые (1,5 тыс. видов), красные (4 тыс.) и зеленые (20 тыс. видов).

### **Бурые водоросли.**

Произрастают на глубинах до 100 м, но в основном 6-15 м. Из них наиболее ценными во многих отношениях являются ламинариевые, основные ресурсы которых находятся у Курильской гряды, где известно более 50 их видов и где формируется около половины мировых запасов. Промысловое значение из них имеют около 30 видов. Из ламинариевых в дальневосточных морях наиболее ценными являются ламинарии японская, длинноствольная, узкая, Гурьяновой,

йезоенская, лессония ламинариевидная, используемые в пищевых и технических целях.

**Красные водоросли**, или багрянки. Насчитывают 318 видов, распространены в наших водах на глубинах до 45 м. Промышленный интерес представляют только 15 из них. Наиболее важно упомянуть анфельцию, хондрус, тихокарпус и одонталию, которые являются сырьем для получения желирующих веществ.

**Зеленые водоросли**. Они, по разным данным, объединяют от 13 до 20 тыс. видов, из которых 73 являются широко распространенными в дальневосточных морях на глубинах до 25 м, но подавляющая часть их встречается в пресных водах. Промышленное значение имеют 8 видов, Некоторые представители зеленых водорослей, такие, как ульва продырявленная, именуемая еще морским салатом, в ряде случаев образует чистые заросли, незначительные по площади. Кроме ульвы представляют несомненный интерес и некоторые виды энтероморф.

### 3. Основные промысловые регионы и предприятия.

Главным предприятием в стране по добыче и переработке водорослей является «Архангельский водорослевый комбинат». Это единственное в России предприятие полного цикла «от моря до полки», которое занимается добычей и глубокой переработкой арктических водорослей. Изначально во время Первой мировой войны комбинат строился для производства йода, а сейчас выпускает фармацевтические субстанции, функциональное питание и косметику, которая приносит половину его оборота. Он также является единственным предприятием в России по производству альгинатов.

Основную промысловую водоросль ламинарию, а также фукус здесь собирают в акваториях Белого моря, вручную (см. рис. № 34). На специальных лодках – карбасах – заготовители выходят в море. Водоросли ксят драгами – обрезанными косами, к которым приварены гвозди, – с глубины пяти-шести метров. Затем сушат на вешалах и перевозят в Архангельск для дальнейшей переработки.

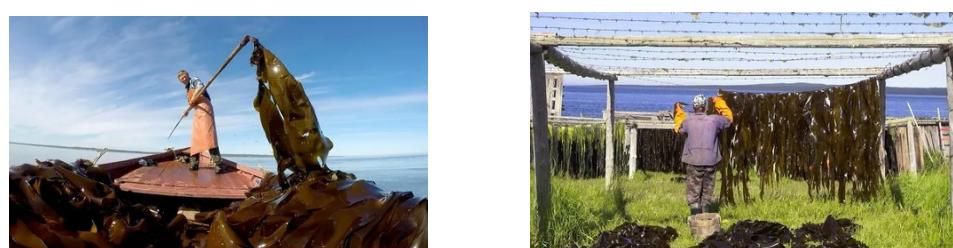


Рис. № 34. Сбор и сушка ламинарии.

Дикие арктические водоросли считаются полезнее выращенных в теплых морях: Белое море зимой покрывается толщей льда, и растениям в холодной воде приходится накапливать максимум ценных веществ, чтобы выжить.

Также добыча морских водорослей в России производится в Дальневосточном регионе, включая Охотское, Японское и Берингово моря. Эти районы богаты морскими водорослями, такими как ламинария (морская капуста), фукус и другими бурыми водорослями.

В Сахалинской области промысел ламинарии ведут около 24 предприятий. Основная часть добывших водорослей идет на внутренний рынок.

В Приморском крае добычей водорослей занимается 6 предприятий, 9 предприятий занимается выращиванием ламинарии. Вся полученная ламинария идет на внутренний рынок.

Хочется отметить, что для нашей страны производство и популяризация продуктов питания из водорослей особенно актуальна, так как большая часть населения нашей страны живёт в условиях дефицита йода, тогда как в одной порции ламинарии содержится суточная доза йода для взрослого человека. Включение в рацион водорослей или прием БАДов на их основе может полностью решить проблему нехватки йода в рационе человека.

Кроме того, существуют компании, которые занимаются только переработкой морских водорослей или выпуском продукции, содержащей в своем составе морские водоросли. Мы насчитали их порядка 227. Они производят широкий ассортимент продукции, включая биоактивные добавки, корма для животных и удобрения. Некоторые кондитерские фабрики наладили производство шоколада с ламинацией.

#### **4. Искусственное выращивание водорослей в России.**

В России промышленное культивирование ламинариевых водорослей освоено на Японском (ламинария японская), на Белом и Баренцевом (ламинария сахаристая) морях. Опытно-промышленные плантации по выращиванию ламинарии японской впервые в России были организованы у берегов Приморья в 1972 году. В Приморье к 1980 году был достигнут урожай около 8 тыс. т.

На Баренцевом и Белом морях первые опытно-промышленные ламинариевые плантации была создана в 1983 году. Результаты культивирования были признаны положительными. Урожайность составила 55—60 т/га. Последующие разработки позволили повысить урожайность до 70 т/га. Опытно-промышленное культивирование показало, что ламинариевые хозяйства в условиях Севера способны быть высоко рентабельными.

Также в настоящее время активно развивается выращивание микроводорослей, например, хлореллы, которая популярна в пищевой промышленности и косметологии. В различных регионах России, включая Московскую область, Пензенскую, Сибирь, развиваются научные исследования, направленные на изучение потенциала микроводорослей и возможности их применения.

Водоросли в России представляют значительный потенциал для экономики и науки. Благодаря обширным природным ресурсам и развитию новых технологий, отрасль добычи и выращивания водорослей в стране продолжает развиваться. Это не только способствует созданию новых продуктов питания и биологически активных добавок, но и открывает новые возможности для развития экологически чистой промышленности в стране и созданию новых рабочих мест.

## **X. Роль водорослей в природе.**

Водоросли распространены в природе повсеместно. Они входят в состав разнообразных гидро- и геобиоценозов. Они принимают участие в круговороте веществ, вступая во взаимодействие с другими организмами. Вместе с высшими растениями и автотрофными бактериями водоросли являются продуцентами в биогеоценозах, за счёт которых существуют гетеротрофные организмы. В водной среде водоросли являются главными производителями органических веществ. Согласно оценкам разных учёных, вклад водорослей в общую продукцию органического углерода на нашей планете составляет 26-90 %. Водоросли прямо или косвенно служат источником пищи для всех водных животных. Ими питаются простейшие (например, инфузории, амёбы), олигохеты, ракообразные, моллюски, личинки стрекоз и другие беспозвоночные, а также рыбы. В водной среде водоросли являются единственными продуцентами свободного кислорода, необходимого для дыхания водных организмов. А также водоросли играют важную роль в общем балансе кислорода на Земле. Важную роль выполняют водоросли в круговороте азота.

Водоросли являются не только источником пищи и кислорода, их заросли в Мировом океане служат пристанищем и защитой для многочисленных видов животных, местом нереста рыб. Водоросли вступают в ассоциации с другими организмами. Они образуют несколько важных симбиозов. Во-первых, с грибами они образуют лишайники, во-вторых, как зооксантеллы обитают совместно с некоторыми беспозвоночными животными, такими, как губки, асцидии, рифовые кораллы, фораминиферы и др.

Водоросли участвуют в процессах самоочищения загрязнённых вод. Большинство водорослей плохо переносит загрязнение водоёма, особенно тяжёлыми металлами. Но некоторые из них, например бентосная

водоросль фукус, способны поглощать из воды и накапливать в своих талломах тяжёлые металлы, увеличивая их концентрацию в своём теле более чем в 60 тыс. раз. Отминая, водоросли играют большую роль в осадконакоплении, в образовании илов, сапропеля, лечебных грязей. Водоросли, живущие в почве, повышают её плодородие.

В результате жизнедеятельности водорослей возникли такие горные породы как диатомиты, горючие сланцы, туфы, известняки. Например, осадочная горная порода диатомит почти на 80 % состоит из панцирей диатомовых водорослей; многие известняковые породы отложены остатками различных водорослей.

## XI. Практическая работа.

### 1. Выращивание хлореллы в домашних условиях.

Мы решили проверить, можно ли вырастить хлореллу обыкновенную (хлореллу вульгарис) в домашних условиях. Полученную водоросль мы планируем использовать в качестве подкормки для комнатных растений.

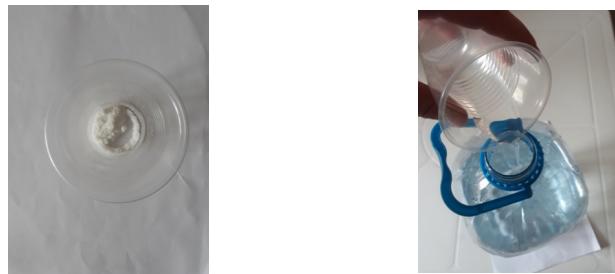
1. Мы приобрели концентрат живой хлореллы (см. рис. № 35). Он продаётся во многих цветочных магазинах и магазинах, где продаются товары для дачи.
2. В качестве ёмкости для выращивания мы взяли пластиковую 5-ти литровую бутыль.
3. Среда, в которой будет расти наша хлорелла – обычная водопроводная вода, предварительно отстоянная в течение 2-х суток. Мы налили примерно 2/3 воды в бутыль.



Рис. №35. Концентрат живой хлореллы. Рис. № 36. Удобрение монокалийфосфат.

4. В качестве подкормки мы взяли удобрение монокалийфосфат (см. рис. № 36). В принципе, для этих целей подойдёт любое удобрение для комнатных растений за исключением гумусовых. Они окрашивают воду и образуют осадок.

5. На наш объём воды мы засыпали примерно 3-3,5 гр. удобрения, предварительно растворив его в стакане с водой, и хорошо перемешали (см. рис. № 37).

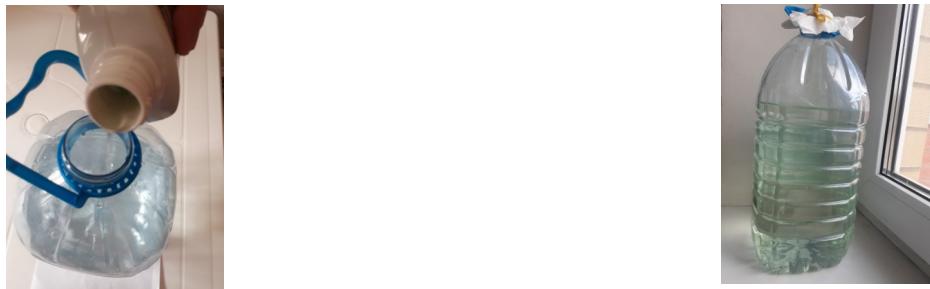


**Рис. № 37. Приготовление питательного раствора для хлореллы.**

6. Влили в получившийся раствор около 100 мл суспензии живой хлореллы, предварительно взболтав её (см. рис. № 38).

7. Бутыль мы прикрыли воздухопроницаемой салфеткой, чтобы осуществлялся газообмен.

8. Хлорелла любит свет и тепло, поэтому мы поставили бутыль на подоконник подальше от стекла (см. рис. № 39).



**Рис. №38. Внесение хлореллы в питательный раствор. Рис. №39. Свежий раствор хлореллы.**

9. Световой день зимой короткий и преобладает пасмурная погода, света нашей хлорелле явно не доставало. Но на 5-ый день вода в бутыли заметно позеленела. Это говорит о том, что водоросль чувствует себя вполне хорошо и начала размножаться (см. рис. № 40).



**Рис. № 40. Домашняя суспензия живой хлореллы.**

Использовать получившейся раствор с хлореллой для подкормки комнатных растений можно через 2 недели после внесения минеральных удобрений. Для полива растений полученный раствор нужно разбавить: 1 стакан раствора на 3 л. воды. Поляивают комнатные растения 2-3 раза в неделю. Для ослабленных экземпляров раствор можно не разбавлять. Также можно опрыскивать растения с целью профилактики инфекций и грибковых заболеваний, активации роста и цветения.

По мере расходования раствора хлореллы его доливают водой и снова вносят удобрения. Таким образом, вырастив однажды хлореллу, её можно постоянно поддерживать и использовать для подкормки комнатных растений.

## **2. Анкетирование «Что мы знаем о водорослях».**

Задачи анкетирования:

1. С помощью анкетирования определить, знают ли опрашиваемые о том, что водоросли можно употреблять в пищу.
2. Установить, употребляют ли учащиеся в пищу водоросли и как часто.
3. Определить, знают ли учащиеся, в каких сферах хозяйственной деятельности человека применяются водоросли.
4. Узнать мнение учащихся о том, полезно ли употреблять водоросли в пищу или нет.
5. Проверить эрудицию опрашиваемых.

В анкетировании приняли участие четыре класса 10, 9, 7, 6 средней школы № 8. Также исследование проводилось в группе по сольфеджио в ДМШ № 1. Всего в анкетировании приняло участие 111 человек.

### **Анкета.**

#### **1. Могут ли водоросли жить на суше?**

А. Да. Б. Нет.

#### **2. Какие из перечисленных ниже живых организмов относятся к водорослям?**

А. Ламинария Японская.      В. Инфузория туфелька.  
Б. Эвгlena зелёная.            Г. Ягель.

#### **3. Какие из перечисленных водорослей живут в пресных водоёмах?**

- А. Фукус пузырчатый.
- Б. Хлорелла обыкновенная.
- В. Спирогира.
- Г. Ульва съедобная.

**4. Какие из перечисленных видов водорослей являются съедобными?**

- А. Ламинария Японская.
- Б. Фукус пузырчатый.
- В. Каулерпа чечевичная.
- Г. Хлорелла обыкновенная.
- Д. Пальмария пальмата (дульсе).
- Е. Порфира (нори).

**5. Сколько белка содержится в водорослях?**

- А. 7-60% от сухого веса водоросли, в зависимости от вида;
- Б. 0,5 -5 % от сухого веса водоросли, в зависимости от вида;
- В. Белок в водорослях не содержится.

**6. Употребляете ли Вы в пищу водоросли?**

- А. Употребляю регулярно (1-2 раза в неделю или чаще).
- Б. Иногда употребляю. (1-2 раза в месяц или чаще).
- В. Пробовал/а несколько раз.
- Г. Никогда не пробовал/а

**7. В каких областях деятельности человека применяют водоросли?**

- А. Изготовление продуктов питания.
- Б. Изготовление косметики.
- В. В сельском хозяйстве.
- Г. Очистка сточных вод.

**8. Могут ли водоросли жить на других организмах?**

- А. Да, они паразитируют на других организмах.
- Б. Да, они вступают в симбиоз с другими организмами.
- В. Нет, не могут.

**9. Как называется желирующий компонент, выделенный из водорослей и применяемый для приготовления мармеладов, желе?**

- А. Желатин.
- Б. Крахмал.
- В. Агар-агар.
- Г. Солод.

**10. Как Вы думаете, полезно ли для здоровья человека употреблять водоросли в пищу?**

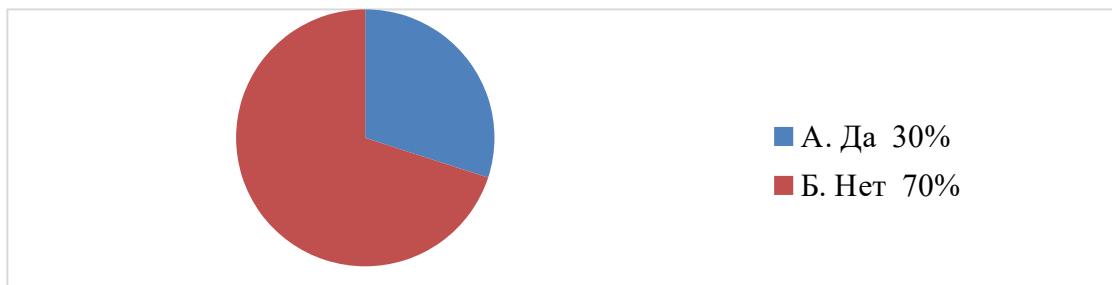
- А. Да, они содержат много полезных для здоровья веществ и микроэлементов.
- Б. Нет. Они обладают низкой питательной ценностью и бедны полезными веществами.

**11. Какое вещество получают из водорослей?**

- А. Хлор.
- Б. Йод.
- В. Поваренную соль.

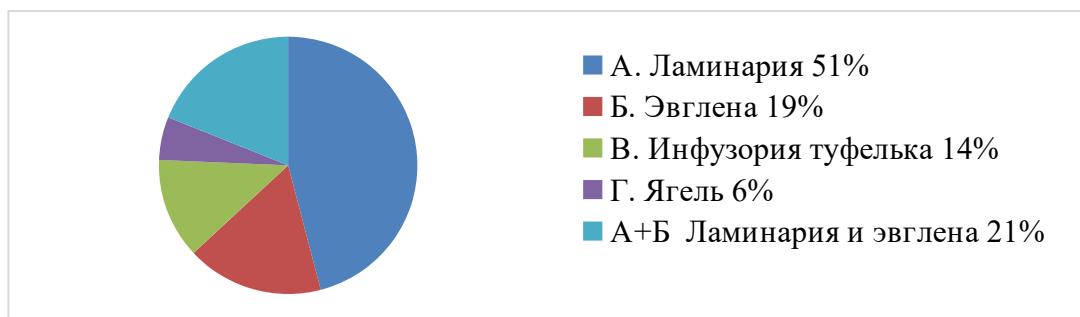
## **Результаты анкетирования.**

### **1. Могут ли водоросли жить на суше?**



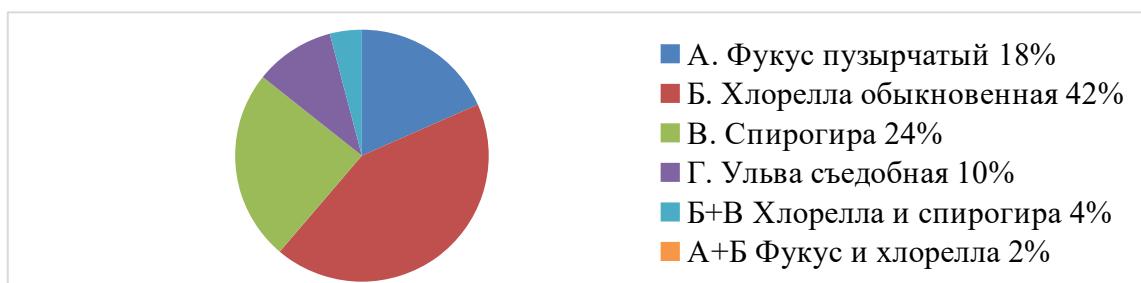
Правильный ответ **А**. Водоросли могут жить на суще.

### **2. Какие из перечисленных ниже живых организмов относятся к водорослям?**



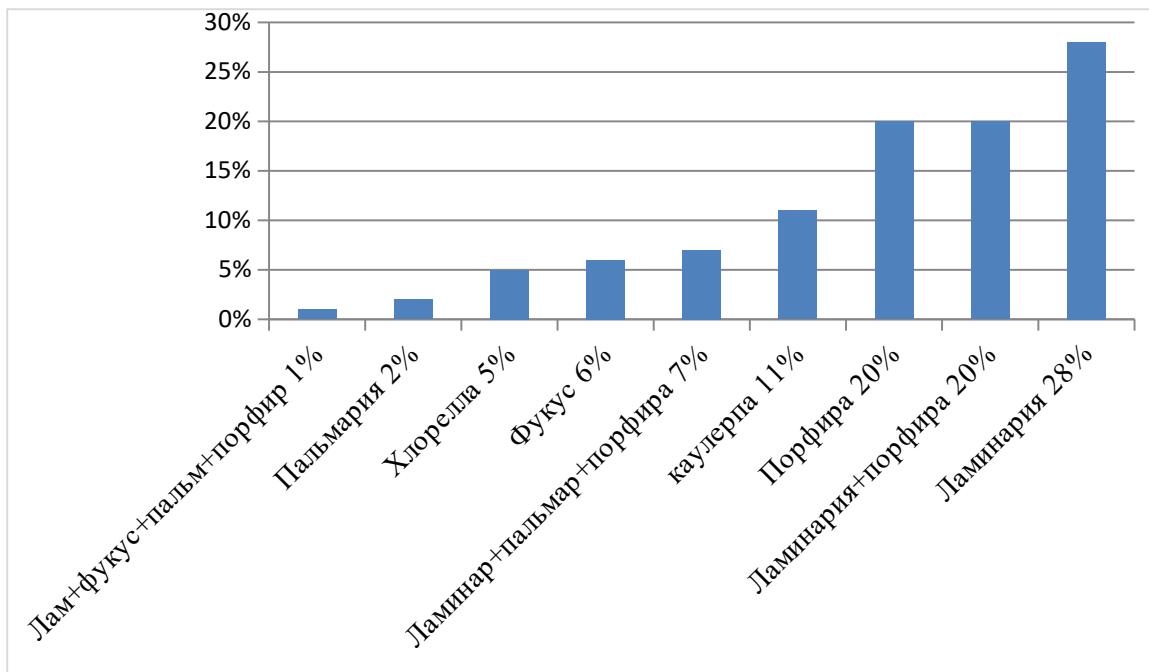
Половина опрашиваемых 51% правильно отнесла ламинарию к водорослям, но правильный ответ **А+Б** ламинария и эвглена.

### **3. Какие из перечисленных водорослей живут в пресных водоёмах?**



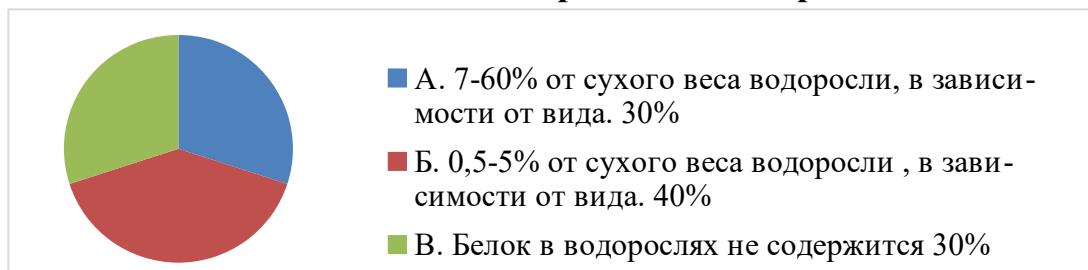
42% опрашиваемых назвали только хлореллу, 24% – только спирогиру. Правильный ответ – хлорелла и спирогира. Только 4% указали обе водоросли.

### **4. Какие из перечисленных видов водорослей являются съедобными?**



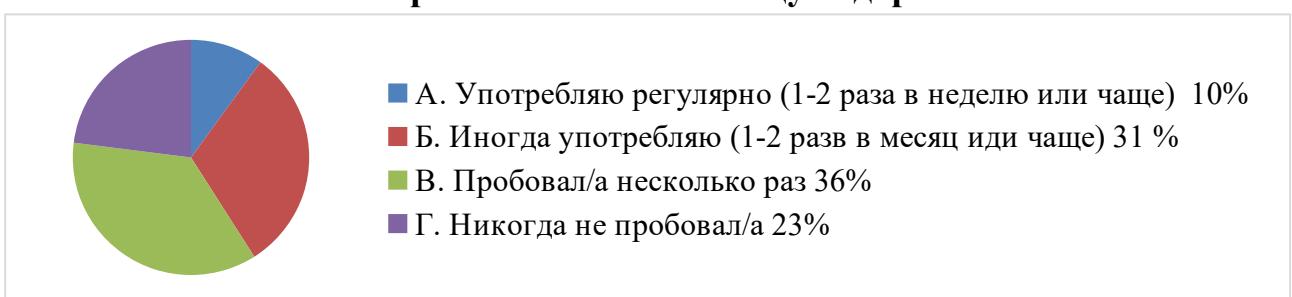
Все перечисленные водоросли в этом вопросе съедобные. На первом месте по узнаваемости стоит ламинария, её указывали 56% опрашиваемых, затем порфира (нори) 48%, каулерпа 11 %, пальмария 10%. Почти третья часть опрашиваемых знает не одну, а 2-3 съедобные водоросли.

## 5. Сколько белка содержится в водорослях?



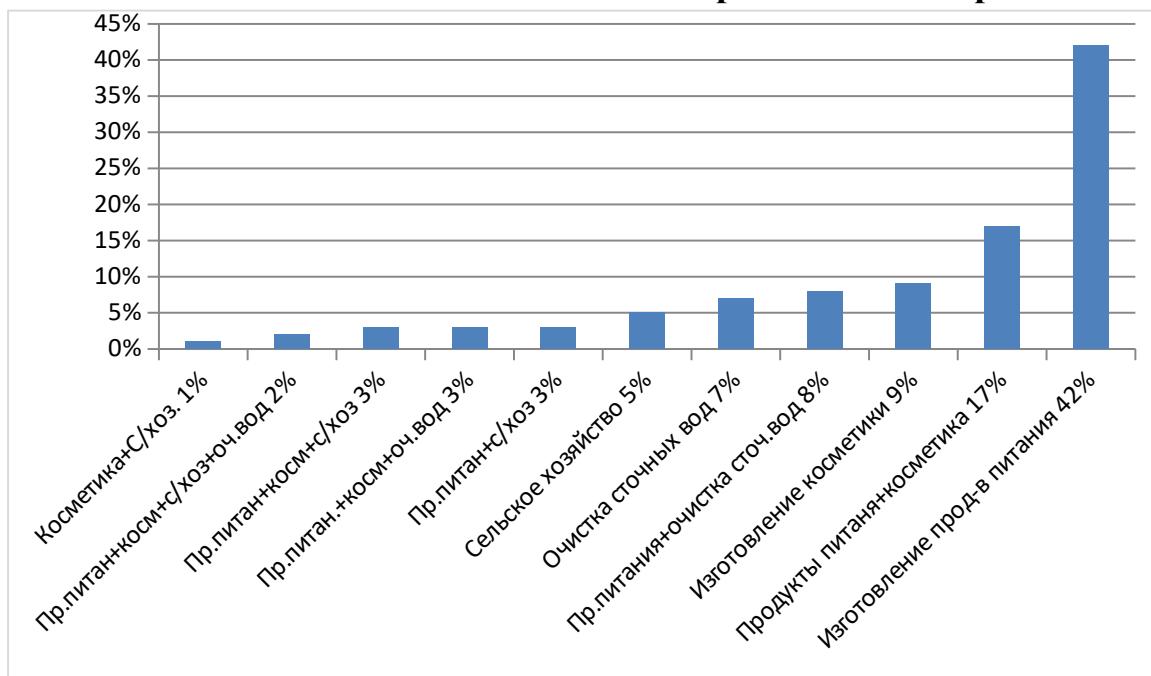
30% опрошенных считает, что в водорослях содержится 7-60% белка от сухого веса, в зависимости от вида. Это правильный ответ.

## 6. Употребляете ли Вы в пищу водоросли?



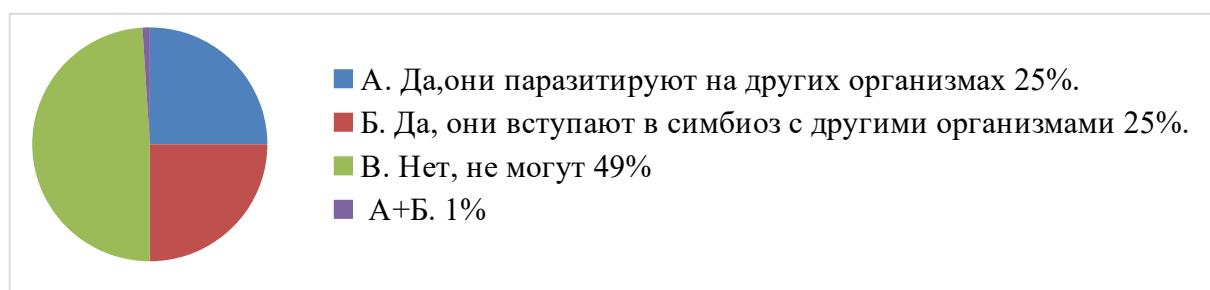
Только 10% анкетируемых употребляют водоросли регулярно. А 23% никогда не пробовали водоросли.

## 7. В каких областях деятельности человека применяют водоросли?



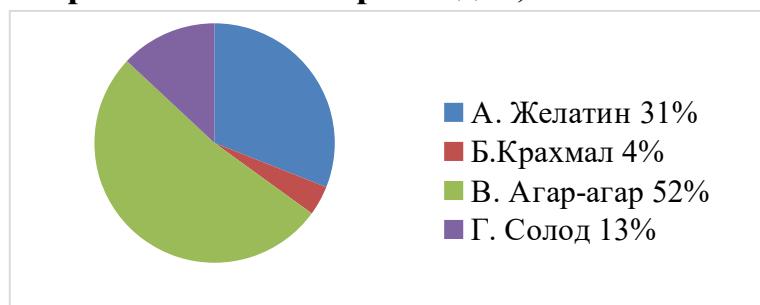
Все ответы в данном вопросе правильные. Опрашиваемые в своём большинстве выбирали только один правильной ответ, реже указывали 2-3 пункта в качестве верных. Полученные результаты можно видеть на данной гистограмме. Также мы выяснили, что 78% анкетируемых знают, что водоросли применяются для изготовления продуктов питания. 34% указали, что водоросли применяют для производства косметики. 20% знают, что с помощью водорослей очищают сточные воды. 14% указали, что водоросли применяют в сельском хозяйстве.

## 8. Могут ли водоросли жить на других организмах?



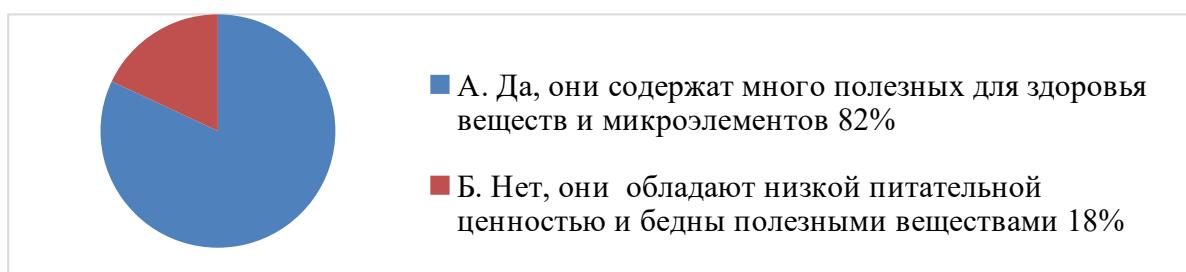
Половина опрашиваемых ответили, что водоросли не могут жить на других организмах. Хотя на самом деле здесь два правильных ответа А. и Б, только один человек указал оба правильных варианта одновременно.

**9. Как называется желирующий компонент, выделенный из водорослей и применяемый для приготовления мармеладов, желе?**



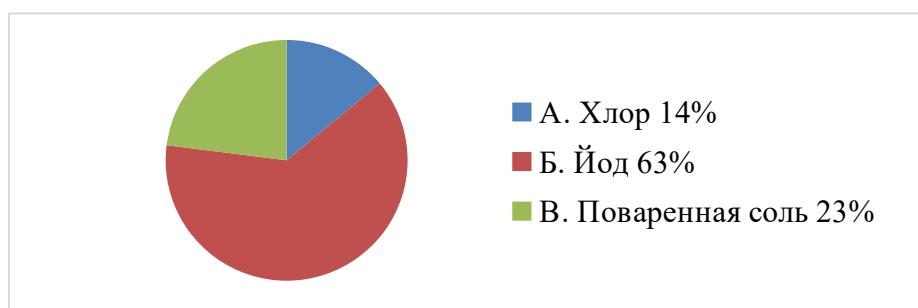
52% анкетируемых ответили правильно – это агар-агар.

**10. Как Вы думаете, полезно ли для здоровья человека употреблять водоросли в пищу?**



Подавляющее большинство опрашиваемых уверены в том, что водоросли полезны для здоровья. Это и есть правильный ответ.

**11. Какое вещество получают из водорослей?**



Правильный ответ - йод. Две трети опрашиваемых правильно ответили на этот вопрос.

Итак, в ходе анкетирования мы выяснили, что довольно значительный процент опрошенных знает, что водоросли богаты белком и йодом. 82% уверены в том, что употреблять водоросли в пищу полезно для здоровья. Но только 10% учащихся регулярно едят водоросли. 23% даже никогда их не пробовали. А ведь регулярное употребление водорослей в пищу способно укрепить иммунитет,

снизить частоту сезонных заболеваний, обеспечить организм человека всеми необходимыми веществами, в том числе йодом, который необходим для активной умственной деятельности, которая является залогом хорошей успеваемости.

## **Вывод.**

Водоросли – это уникальные растительные организмы. Они занимают важное место в экосистеме нашей планеты. Также и в жизни человека они играют очень важную роль. Они нашли широкое применение в пищевой промышленности, в медицине, косметологии, сельском хозяйстве и других сферах деятельности человека. Многие полезные вещества, которые прочно вошли в нашу повседневную жизнь (йод, агар-агар, каррагинан, альгинаты) дают нам именно водоросли.

Сейчас во всём мире наблюдается рост интереса к водорослям. Их широко используют в самых разных сферах. Во многих странах их активно употребляют в пищу. Но в нашей стране, не смотря на то, что она обладает огромными водорослевыми ресурсами и накоплено много научных данных о пользе водорослей для здоровья человека, уровень употребления их в пищу очень низкий.

Водоросли обладают многими полезными свойствами и высокими вкусовыми качествами. Они питательны и хорошо усваиваются организмом человека. Они укрепляют иммунитет, продлевают молодость, делают человека активным и бодрым. Поэтому людям стоит обратить внимание на эти удивительные дары природы и сделать их частыми гостями на своём столе.

## **Источники информации**

<https://studfile.net/preview/9867056/page:3/>

[https://foxford.ru/wiki/biologiya/vodorosli?  
ysclid=lpuwqoax96481624483&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F](https://foxford.ru/wiki/biologiya/vodorosli?ysclid=lpuwqoax96481624483&utm_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F)

<https://fb.ru/article/265494/harovyie-vodorosli-opisanie-stroenie-razmnojenie-i-funktsii?ysclid=lpw90jlkzd226456971>

<https://e-cis.info/news/569/102391/>

<https://www.delikateska.ru/lenta/312>

[https://studbooks.net/77297/estestvoznanie/osobennosti\\_rasprostraneniya\\_vodorosley?  
ysclid=lr7o2h7shj923495497](https://studbooks.net/77297/estestvoznanie/osobennosti_rasprostraneniya_vodorosley?ysclid=lr7o2h7shj923495497)

[https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_biology/1450/%D0%9D%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5?  
ysclid=lr7jjok2sb930868147](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_biology/1450/%D0%9D%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5?ysclid=lr7jjok2sb930868147)

<https://www.cookawesome.com/ogonori/>

[https://www.ayzdorov.ru/tvtravnik\\_laminariya\\_sostav.php?  
ysclid=lrokhd06y9510536124.](https://www.ayzdorov.ru/tvtravnik_laminariya_sostav.php?ysclid=lrokhd06y9510536124.)

[https://translated.turropages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.d00bb323-65a4f4d8-13f9c691-74722d776562/https/cullyskitchen.com/what-is-dulse-seaweed/](https://translated.turropages.org/proxy_u/en-ru.ru.d00bb323-65a4f4d8-13f9c691-74722d776562/https/cullyskitchen.com/what-is-dulse-seaweed/)

<https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka/51983/>

[https://www.oum.ru/literature/zdorovje/fukus-puzyrchatyy-poleznye-svoystva/?  
ysclid=lr7e9qkny176395881](https://www.oum.ru/literature/zdorovje/fukus-puzyrchatyy-poleznye-svoystva/?ysclid=lr7e9qkny176395881)

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B0>

<https://dobavkinfo.ru/superfudy/hlorella>

Препараты на основе бурых водорослей: биологические свойства, возможности применения в медицине и диетологии С.Ю.Калинченко<sup>1,3</sup>, А.С.Смыкалова<sup>1,2</sup>, Л.О.Ворслов<sup>1</sup>, [https://viridi-lab.ru/upload/Kalinchenko\\_Vodorosli.pdf?  
ysclid=lrhoi82dac562410968](https://viridi-lab.ru/upload/Kalinchenko_Vodorosli.pdf?ysclid=lrhoi82dac562410968)

[https://translated.turropages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.415087fb-65a8c787-5af57376-74722d776562/https/www.wired.com/2011/02/using-algae-to-clean-wastewater-make-fuel/](https://translated.turropages.org/proxy_u/en-ru.ru.415087fb-65a8c787-5af57376-74722d776562/https/www.wired.com/2011/02/using-algae-to-clean-wastewater-make-fuel/)

[https://studopedia.net/5\\_248\\_ispolzovanie-vodorosley-v-ochistke-stochnih-vod.html?ysclid=lr9ljbv541895463](https://studopedia.net/5_248_ispolzovanie-vodorosley-v-ochistke-stochnih-vod.html?ysclid=lr9ljbv541895463)

<https://cosmo-trade.ru/articles/vodorosli-v-sovremennoi-kosmetike?ysclid=lrhs76xrbt362183353>

<https://science-education.ru/ru/article/view?id=29072&ysclid=lrhng78k2q425553016>

<https://youtu.be/PEr6Uf2Y6Eo?si=vDrZ7sEl64JrOymN> « Ешьте водоросли» канал др. Берга.

<https://youtu.be/aZ7q0hccAKM?si=i1PPwE49NHBRi2c5> канал AdMe

<https://moluch.ru/archive/312/70907/?ysclid=lxidqm0gb168630625>

Иванова, П. В. Микроводоросли как источник альтернативного топлива / П. В. Иванова, А. А. Натальина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 22 (312). — С. 591-594. — URL: <https://moluch.ru/archive/312/70907/> (дата обращения: 18.01.2024)..

[https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.d86833c5-65a8e0c9-70cae5d4-74722d776562/https/www.wired.com/2011/02/using-alg](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.d86833c5-65a8e0c9-70cae5d4-74722d776562/https/www.wired.com/2011/02/using-alg)

<https://chlorella.su/?ysclid=lruih7icdm491136030>

<https://microbiologynote.com/ru/>

<https://xn--80aaencmxbalaw1dyh.xn--p1ai/?ysclid=ls1qa6j72n31787613>

<https://www.nature.com/articles/s41467-022-31705- https://novate.ru/blogs/270118/44665/?ysclid=lrkd48hmh363308894>

<https://fb.ru/article/443278/pitanie-vodorosley-sposob-pischevyie-tsepi-i-tipyi?ysclid=lqxle5dyzk932412500.>

<https://novate.ru/blogs/270118/44665/?ysclid=lrkd48hmh363308894>

<https://fermer.ru/sovet/ptitsevodstvo/25912?ysclid=lrj02unjsp724849803>

<https://www.fao.org/3/cc0461ru/online/sofia/2022/aquaculture-production.html>  
[https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.17ad5b04-65b0efc8-fb371b5f-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Seaweed\\_farming](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.17ad5b04-65b0efc8-fb371b5f-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Seaweed_farming)

<https://port-mone.tv/obem-rynska-kommercheskih-morskikh-vodorosley-v-2023-g-prognoz-do-2032-g/?ysclid=lrllf14jao289330183>

[https://www.ayzdorov.ru/tvtravnik\\_laminariya\\_sostav.php?ysclid=lrokhd06y9510536124](https://www.ayzdorov.ru/tvtravnik_laminariya_sostav.php?ysclid=lrokhd06y9510536124)

[https://seafoodexporussia.com/files/presentations\\_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Chinese\\_Market/Kobiakov.pdf?ysclid=lrug65bil618517019](https://seafoodexporussia.com/files/presentations_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Chinese_Market/Kobiakov.pdf?ysclid=lrug65bil618517019)

[https://pressa.tv/interesnoe/93370-kak-sobirahttps://seafoodexporussia.com/files/presentations\\_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Chinese\\_Market/Kobiakov.pdf?ysclid=lrug65bil618517019yut-urozhay-vodorosley-v-kitae.html](https://pressa.tv/interesnoe/93370-kak-sobirahttps://seafoodexporussia.com/files/presentations_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Chinese_Market/Kobiakov.pdf?ysclid=lrug65bil618517019yut-urozhay-vodorosley-v-kitae.html)

<https://www.kommersant.ru/doc/5646147?ysclid=lrmm0h2msg241496284>

<https://exactitudeconsultancy.com/ru>

<https://fishnews.ru/mag/articles/3177?ysclid=lrw7hvl3iy879170250>

<https://rg.ru/2023/01/25/nashli-kapstu.html?ysclid=lrllpo2ylz523821742>

<http://www.bruo.ru/pages/73.html>

<https://port-mone.tv/obem-rynska-kommercheskih-morskih-vodoroslej-v-2023-g-prognoz-do-2032-g/?ysclid=lrllf14jao289330183>

<https://goarctic.ru/news/morskie-vodorosli-nevostrebovannoe-bogatstvo/?ysclid=lroohgrpje928842471> статья О.В.Максимова, ст. научн. сотрудник Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва.

<https://sber.pro/publication/podvodnyi-rezerv-kak-zarabotat-na-vodorosliakh/?ysclid=lrug65bil618517019>

<https://present5.com/lekciya-7-sistematika-nizshie-rasteniya-vodorosli-nadcarstvo/?ysclid=lpux9wpjb4386884623>

<https://old.biigenc.ru/biology/text/1922393?ysclid=lqxl41a35y810672232>

[https://seafoodexporussia.com/files/presentations\\_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Chinese\\_Market/Kobiakov.pdf?ysclid=lrug65bil618517019](https://seafoodexporussia.com/files/presentations_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Chinese_Market/Kobiakov.pdf?ysclid=lrug65bil618517019)

[https://translated.turropages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.d00bb323-65a4f4d8-13f9c691-74722d776562/https/cullyskitchen.com/what-is-dulse-seaweed/](https://translated.turropages.org/proxy_u/en-ru.ru.d00bb323-65a4f4d8-13f9c691-74722d776562/https/cullyskitchen.com/what-is-dulse-seaweed/)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Palmaria\\_palmata#](https://en.wikipedia.org/wiki/Palmaria_palmata#)

[https://pressa.tv/interesnoe/93370-kak-sobirahttps://seafoodexporussia.com/files/presentations\\_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Chinese\\_Market/Kobiakov.pdf?ysclid=lrug65bil618517019yut-urozhay-vodorosley-v-kitae.html](https://pressa.tv/interesnoe/93370-kak-sobirahttps://seafoodexporussia.com/files/presentations_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Chinese_Market/Kobiakov.pdf?ysclid=lrug65bil618517019yut-urozhay-vodorosley-v-kitae.html)

«Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки», 2007, ФГУП «ТИНРО-Центр» 2007 . М. Суховеева, А. Подкорытова.

[https://spravochnick.ru/biologiya/botanika\\_-](https://spravochnick.ru/biologiya/botanika_-)