

Лекция 7.

**Экология, распространение, роль
водорослей в природе.**

Экологические группы водорослей

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ

ВОДОРΟΣЛИ ВОДНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ

- Планктонные водоросли
- Бентосные водоросли
- Водоросли горячих источников
- Водоросли снега и льда
- Водоросли соленых водоемов

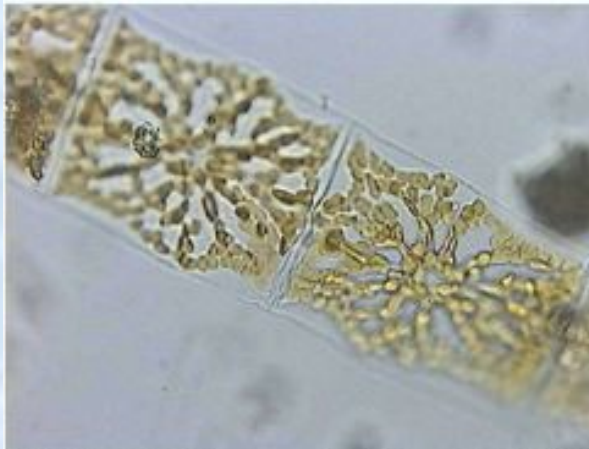
ВОДОРΟΣЛИ НЕВОДНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ

- Аэрофильные водоросли
- Эдафофильные (почвенные) водоросли
- Литофильные водоросли

Планктон - совокупность особей взвешенных в водной толще.

Выделяют зоопланктон, бактерио- и фитопланктон.

Совокупность свободно плавающих в толще воды мелких водорослей называют **фитопланктоном**, а каждый отдельный организм из состава фитопланктона – фитопланктером.



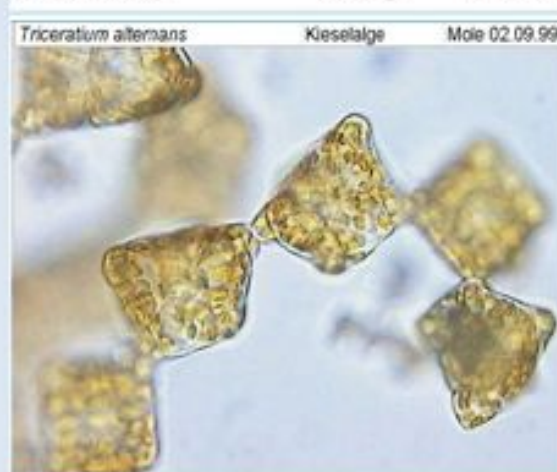
Streptothecha thamensis Kieselalge Mole 16.09.99



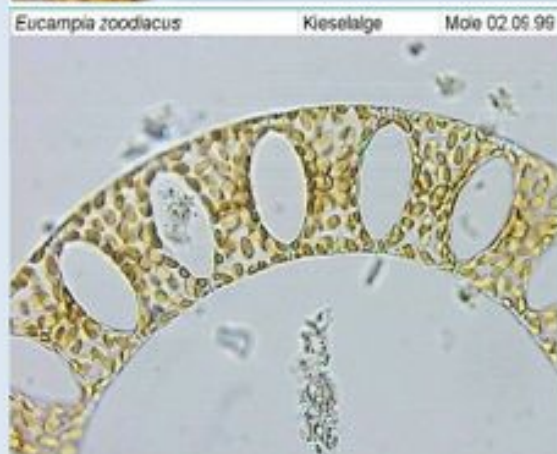
Coscinodiscus sp. Kieselalge Mole 16.09.99



Chaetoceros debilis Kieselalge Mole 02.09.99



Triceratium alternans Kieselalge Mole 02.09.99

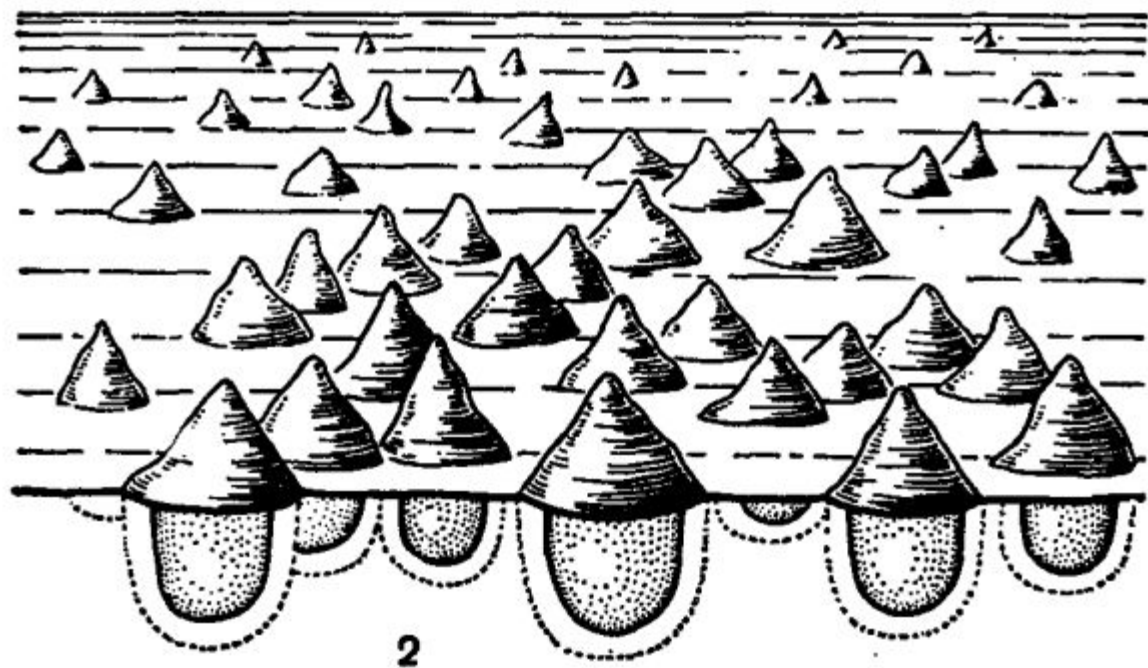
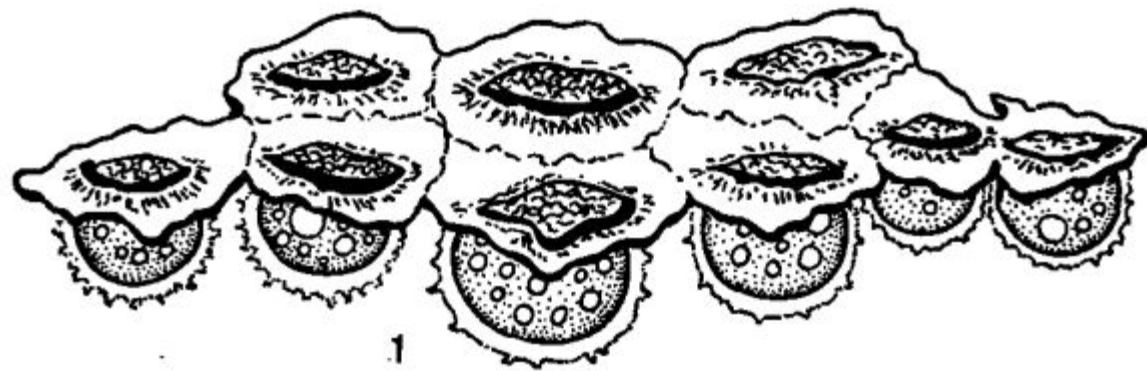


**ПЛАНКТОННЫЕ
ВОДОРОСЛИ**

Нейстонные водоросли. Нейстон представляет собой очень своеобразное водорослевое сообщество, т.е. это организмы, которые существуют на границе раздела фаз вода-воздух:

над пленкой воды – **эпинейстон,**

под пленкой воды – **гипонейстон.**

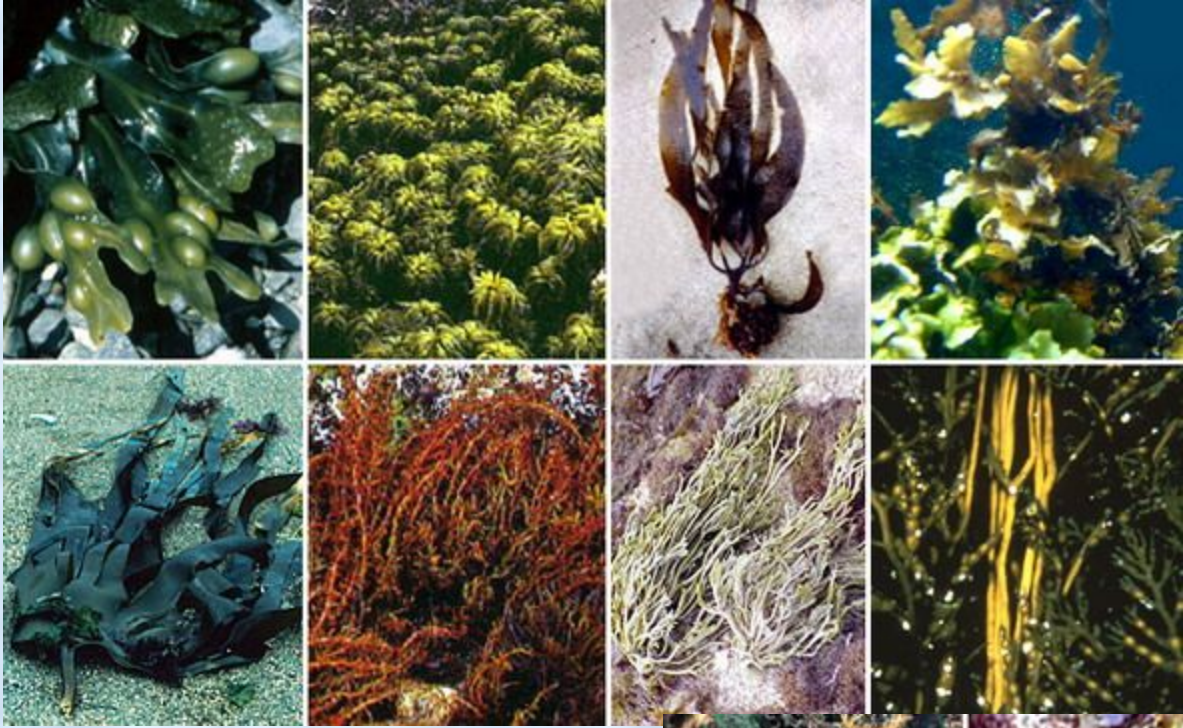


Водоросли нейстона:

1 — чешуйка кремастохризиса (*Kremastochrysis*) из нескольких «парашютов» с висящими под ними клетками, плавающая на поверхности воды; 2 — конические «парашюты» кремастохлориса (*Kremastochloris*) на поверхности воды с подвешенными к ним клетками.

Бентосные водоросли (перифитон).

К бентосным (донным) организмам относится совокупность организмов приспособленных к существованию в прикрепленном или неприкрепленном состоянии на дне водоемов и на разнообразных предметах, живых и мертвых организмах, находящихся в воде.



**БЕНТОСНЫЕ
ВОДОРОСЛИ**



Экологические группы фитобентоса.

Эпилиты – водоросли, растущие на поверхности твердого грунта (скалы, камни), образуя корковидные покрытия или плоские подушечки, часто обладают особыми органами прикрепления – ризоидами.

Эпипелиты – водоросли, населяющие поверхность рыхлых грунтов (песок, ил), они часто не прикреплены и связывают и укрепляют субстрат. Это могут быть свободно ползущие диатомовые золотистые, криптофитовые и т.д. Лишь харовые имеют хорошо развитые ризоиды и развиваются на илистом дне.

Эндолиты – или сверлящие водоросли, внедряющиеся в известковый субстрат (скалы, раковины моллюсков и т.д.)

Ulothrix



Didymosphenia



Фитоперифитон на камнях р.Енисей в апреле 20

Экологические группы водорослей.

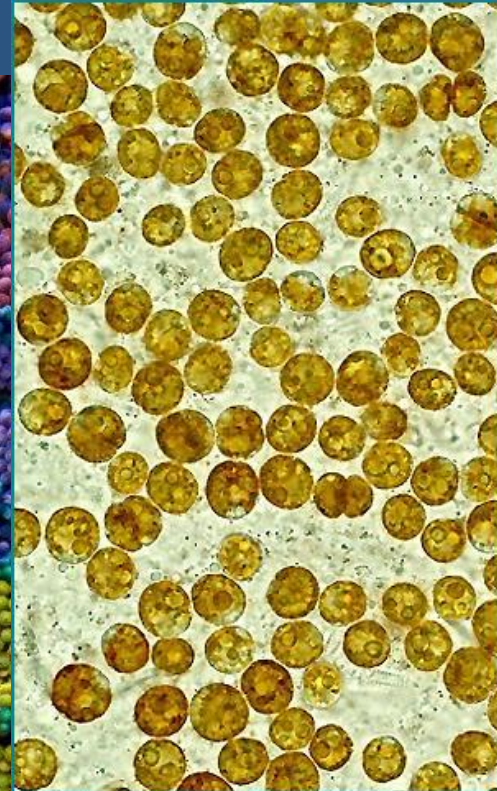
Эндифиты – которые поселяются в слоевище других растений, но отличаются от паразитов нормальными хлоропластами, например в ряске в листьях сфагнума.

Эпифиты – живущие на поверхности других растений.

Паразиты – живущие в слоевищах других растений и не имеющих хлоропластов.

Перифитон – т.е. водоросли, которые живут на предметах большей частью движущихся или обтекаемой водой.

Могут поселиться на любых субстратах на мертвых и живых, например на планктонных организмах.



Водоросли снега и льда.

Снежные водоросли встречаются повсюду, где имеется постоянный или почти постоянный снежный покров. Среди криофильных водорослей преобладают зеленые, синезеленые и диатомовые. Но чаще всего это хламидомонады. Считают, что истинно снежные водоросли оптимально растут при температуре ниже 10 °С, в более теплых условиях существуют в пальмеллоидном состоянии, подвижные стадии *Chroomonas richincae* – между 1-5 °С.

**Красный снег,
горы Сьерра-Невада,
Калифорния**



Водоросли льда. Водоросли растут часто на нижней стороне льда в рыхлом слое и в канальцах с морской или талой водой между кристаллами льда на поверхности. Наиболее часто встречаются диатомовые, динофлагелляты, криптофиты и зеленые жгутиковые. Водоросли адаптированы к низким температурам (около 0°C) и низкой освещенности (50-100 лк). Считают, что у водорослей льда, возможна, факультативная гетеротрофность.

Водоросли соленых водоемов называются **галобионты**, которые растут при повышенной концентрации в воде солей, достигающих 285 г/л в озерах с преобладанием поваренной соли и 347 г/л - в глауберовых озерах. Очень высокую соленость могут переносить лишь немного видов. В очень соленых озерах преобладают гипергалобы – в основном вольвоксовые, клетки их лишены клеточной оболочки и окружены лишь плазмалеммой (*Dunaliella*, *Asteromonas* и др.).

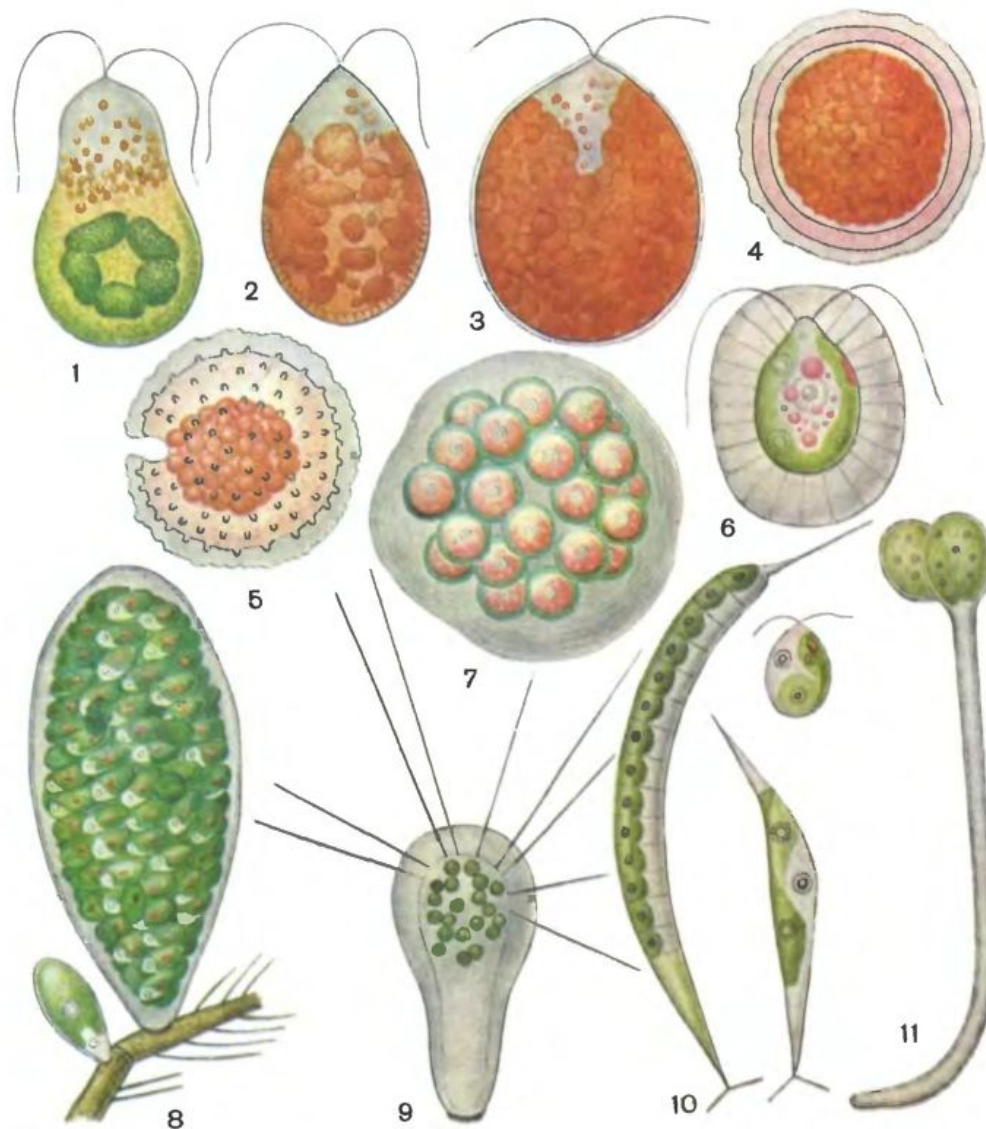


Таблица 29. Вольвоксовые и протококковые водоросли:

1—7 — каротиноносные виды вольвоксовых (1—5 — *Dunaliella salina*, вегетативные клетки с каплями гематохрома (1, 2) и стадии образования цист (3—5); 6, 7 — *Naematococcus pruvialis*, вегетативная клетка и апланоспоры); 8—11 — протококковые (8 — *Chlorangiopsis spizootica*, молодая клетка и зооспорангий; 9 — *Aptocystis brauniana*; 10 — *Korschikovella gracilipes*; 11 — *Protosiphon botryoides*).

ВОДОРОСЛИ СОЛЕННЫХ ВОДОЕМОВ

Аэрофильные водоросли. Основной жизненной средой этих водорослей является окружающий их воздух. Типичные местообитания – поверхность различных внепочвенных твердых субстратов (скалы, камни, кора деревьев и т.д.). В зависимости от степени увлажнения их подразделяют на 2 группы:

- **воздушные водоросли** – обитающие в условиях только атмосферного увлажнения и испытывающие постоянную смену высыхания и влажности

- **водно-воздушные водоросли**, подвергающие действию постоянного орошения водой (под брызгами водопада, прибоя и т.д.)

Эдафотфильные водоросли (почвенные). Основной жизненной средой этих водорослей является почва (до 2 метров глубины) В связи с таким местонахождением почвенные водоросли должны иметь способность к перенесению неустойчивой влажности, резких колебаний температур и сильной инсоляции (интенсивности света).

Для этого у них выработались морфологические и физиологические адаптации.

- водоросли имеют мелкие размеры по сравнению с водными;
- обильное образование слизи - слизистых колоний, чехлов и оберток;
- «эфемерность» вегетации – т.е. быстро переходить из состояния покоя к вегетации и наоборот;
- они способны переносить колебания температуры почвы (от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+84\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше).



Почвенные водоросли *Botrydium granulatum*

Литофильные водоросли. Основной жизненной средой литофильных водорослей служит окружающий их непрозрачный плотный известковый субстрат. В зависимости от физиологических особенностей этой группы различают 2 сообщества:

- **сверлящиеся водоросли**, активно внедряющиеся в каменистый субстрат и заселяющие мелкие ходы и поры, сделанные ими в каменистой породе;
- **туфообразующие водоросли**, отличающиеся вокруг своего тела известью и обитающие в периферических слоях отлагаемой ими среды, в пределах, доступных для диффузии света и воды. По мере нарастания отложения эти ценозы отмирают.

ЗНАЧЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

**ВОДОРΟΣЛИ - ПЕРВИЧНОЕ
ЗВЕНО В ЦЕПИ ПИТАНИЯ
ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

**ВОДОРΟΣЛИ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ**

**Эффективность
утилизации
солнечной энергии у
водорослей
составляет до 3-5%
(иногда достигает
10-21%)**

**Получение биогаза,
например 50-80т/га
биомассы водорослей
может дать 74 тыс.кВт ч
электроэнергии**

**Суммарная биомасса
водорослей 1,7 млрд.т в
год**

**Суммарная первичная
продукция водорослей
550,2 млрд.т в год
Больше в 306 раз**

**Вклад водорослей в общую
продукцию органического
углерода на нашей планете
составляет от 26-90%**

**Мировой океан
поставляет в
атмосферу до 40%
кислорода**

ЭНЕРГИЯ

The diagram illustrates the energy cycle. At the top left, an orange sun-like shape labeled 'ЭНЕРГИЯ' (Energy) has several lines radiating from it. One line goes down to a green circle labeled 'РАСТЕНИЕ ЕДИНСТВЕННЫЙ ВОЗБНОВЛЯЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ НА ЗЕМЛЕ' (Plant - the only renewable energy source on Earth). Another line goes right to a vertical green bar labeled 'РАСТЕНИЕ' (Plant). From the bottom of this bar, a line goes down to a dark blue bar labeled 'НЕФТЬ' (Oil). From the top of the bar, a line goes up to a dark red bar labeled 'КАМЕННЫЙ УГОЛЬ' (Coal). From the bottom of the bar, a line goes down to a blue bar labeled 'МЕТАН' (Methane). From the top of the bar, a line goes up to a green bar labeled 'ТОРФ' (Peat). From the bottom of the bar, a line goes down to a dark green bar labeled 'УГЛЕВОДОРОДЫ РАСТЕНИЙ' (Plant Hydrocarbons).

КАМЕННЫЙ УГОЛЬ

ТОРФ

МЕТАН

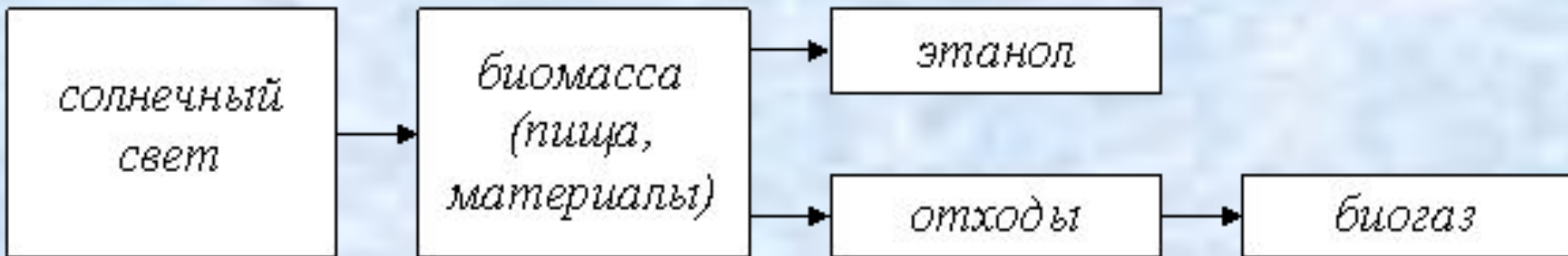
НЕФТЬ

**УГЛЕВОДОРОДЫ
РАСТЕНИЙ**

РАСТЕНИЕ

**РАСТЕНИЕ
ЕДИНСТВЕННЫЙ
ВОЗБНОВЛЯЕМЫЙ
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ
НА ЗЕМЛЕ**

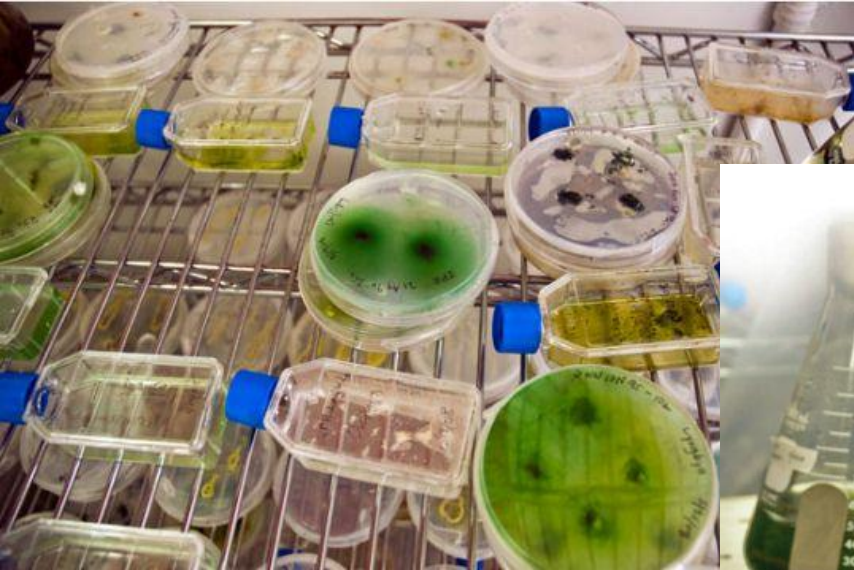
Биологическая конверсия солнечной энергии в последние годы стала предметом широких исследований. Сейчас она чаще всего осуществляется по такой схеме:



2 вида жидкого биотоплива – биодизель и биоэтанол

Годовой выход топлива с акра занимаемой площади
(галлонов)

Кукуруза	18
Соя	48
Сафлор	83
Подсолнечник	102
Рапс	127
Пальмовое масло	635
Микроводоросли (достигнутые показатели)	1850
Микроводоросли - (теоретические лабораторные показатели)	5000 - 15000



Этапы выделения и культивирования водорослей





Электростанция на водорослях

ЗНАЧЕНИЕ ВОДОРОСЛЕЙ

**ВОДОРОСЛИ - ПРОДУКТ
ПИТАНИЯ**

**Известно около 170
видов макрофитов: 81-
красных, 54 – бурых,
25- зеленых, 8 -
синезеленых**

**Микроскопические
водоросли как
источник белка,
витаминов, БАВ и
др.**

**ВОДОРОСЛИ – ИСТОЧНИК
БЕЛКОВОГО КОРМА,
ВИТАМИНОВ И ДР. В
РАЦИОНЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ И РЫБ**

**Бурые водоросли как
силос для с/х.
животных**

**Микроводоросли как
пищевые добавки для
свиней, птицы и рыб**



Laminaria saccharina

Porphyra sp.



Спирулина- источник белка

Съедобные водоросли

ЗНАЧЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

ВОДОРΟΣЛИ – ИСТОЧНИК ПРОМЫШЛЕННОГО СЫРЬЯ

Концентраты химических элементов (йод, бром, натрий, калий и др.)

Вырабатывают фикоколлоиды (агар, агароид, агароза, каррагенан, агаропектин), альгиновую кислоту и ее соли

Залежи графита, известняков, мела, диатомитов, трепелов, горючих сланцев, газов, сапропелей (каменного угля, нефти)

РОЛЬ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ПОВЫШЕНИИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Накопление органического вещества

Азотфиксация

Изменение физико-химических свойств почв, структуры почв и микробиологической активности

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ВОДОРΟΣЛЕЙ В ГЕОЛОГИИ И
ЮРИДИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

**ВОДОРΟΣЛИ КАК
ИНДИКАТИОРЫ В
БИОЛОГИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ
ВОДЫ**

**ВОДОРΟΣЛИ – АГЕНТЫ
САМООЧИЩЕНИЯ
ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ И
ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В
СИСТЕМАХ ИСКУССТВЕННОЙ
ОЧИСТКИ**

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

«ЦВЕТЕНИЕ» ВОДЫ

ТОКСИЧЕСКИЕ ВОДОРΟΣЛИ



Gonyaulax – красные приливы (массовые отравления людей.)

Scenedesmus, Coelastrum, Microcystis, Aphanizomenon, Anabaena и др., вызывающие массовую гибель гидробионтов, гаффская болезнь у людей, кожные заболевания, аллергии

**ОБРАСТАНИЕ СУДОВ И
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ**

**КОРРОЗИЯ НАЗЕМНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ**



**Цветение воды синезелеными водорослями родов
Microcystis, *Anabaena***



Белое «цветение» кокколитофорид в Кельтском море



Красные приливы. Фото с сайта serc.carleton.edu



Биолуминесценция фитопланктона на Мальдивах

Этапы развития альгологии

1. Первый самый длинный этап развития альгологии ведет свой отчет с трудов древних греков (Теофраст, Диоскорид), и закончился в конце 18 века. Однако правильнее было бы, если началом этапа считать вышедшую в 1753 г. работу К.Линнея «Система природы», где он ввел порядок *Algae* и объединил в своей искусственной системе водоросли с грибами и лишайниками считая, что у них отсутствует половое размножение.
2. Второй этап (1800 по 1875 гг.) начался с работ Дж. Стакхауса (1801), который заложил настоящую основу альгологии. Этот этап носил описательный характер. Именно в это период в альгологии были заложены основы современной таксономии и систематики.

Этапы развития альгологии

3. В середине XIX в. наступил третий этап в развитии альгологии. Начинает бурно развиваться новое направление, заключающееся в изучении клеточного строения растений и особенно их онтогенеза. Этому направлению дали наименование «научной ботаники». 40 - 50-е годы XIX века знаменовались крупнейшими открытиями в области онтогенеза водорослей, важная составная часть которого - бесполое и половое размножение, совершенствование классификации и возникновение новых гипотез о происхождении отдельных групп и родственных связей между ними.

Этапы развития альгологии

4. С 1945 г. начинается 4 этап. Для этого периода характерно, во-первых, использование электронной микроскопии для изучения ультраструктуры водорослей, во-вторых, бурное развитие методов искусственного выращивания пресноводных и морских водорослей в условиях культуры. Электронная микроскопия широко используется для расшифровки функций клетки и органелл.
5. Пятый этап связан с началом XX1 в. Когда в альгологию прочно вошли молекулярно-генетические методы идентификации водорослей. Для экспрессного выявления доминирующих видов и идентификации видовой принадлежности остальных видов в сообществах используется денатурирующий градиентный гель - электрофорез фрагментов гена 16S РНК.