

Лекция 9. ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМАТИКУ. ВОДОРΟΣЛИ

Вопросы:

1. *Задачи и методы систематики.*
2. *Классификация, номенклатура, филогенетика.*
3. *Цианобактерии.*
4. *Общая характеристика и классификация водорослей.*
5. *Отделы: Красные, Зелёные, Диатомовые и Бурые водоросли.*
6. *Распространение и значение водорослей.*

1. *Задачи и методы систематики.*

Живой мир, окружающий нас, чрезвычайно разнообразен. На Земле существует предположительно свыше 2 млн. видов и не менее 500 млн. вымерло в предшествующие эпохи.

Систематика изучает и описывает все имеющиеся виды и распределяет их по группам на основе сходства строения и родственных связей между ними.

Задача систематики растений – расположить их в такую систему, которая отражала бы историю развития мира растений от форм древнейших и примитивных до современных и самых сложных.

Современная систематика опирается на принципы эволюционного учения, используя многообразные методы исследования:

сравнительно-морфологический, суть его заключается в сопоставлении сходства и различий в строении представителей разных групп растений, что позволяет судить об истории их формирования и развития, о их родстве;

палеоботанический, основанный на изучении ископаемых остатков растений;

онтогенетический, позволяющий на основе индивидуального развития растений представить пути их исторического развития;

физиолого-биохимический, устанавливающий родство растений на основе сходства их химического состава;

цитологический, основанный на специфичности хромосомного аппарата каждого вида и др.

2. *Классификация, номенклатура, филогенетика.*

Проблемы систематики охватывают вопросы классификации, номенклатуры и филогенетики.

Классификация. Распределение организмов в соответствии с их сходством и различиями по определенной системе соподчиненных (иерархических) категорий. Такая система создана на основе определенных принципов, методов и правил классификации. Саму систему организмов также часто называют классификацией.

Номенклатура. Перечень названий организмов и категорий, употребляемых в систематике, составляет ботаническую номенклатуру. Ни классификация, ни узнавание растений фактически невозможны без закрепления за ними определенных названий. Главная задача ботанической номенклатуры – каждый таксон должен иметь только одно название. Существует обязательный свод правил, регулирующих установление и использование названий для ныне живущих и ископаемых растений, грибов и прокариот (Кодекс международной ботанической номенклатуры).

Согласно правилам ботанической номенклатуры устанавливаются *таксономические категории*. Под ними подразумевают определенные ранги или уровни классификации, т. е. ступени определенной иерархии. Основными таксономическими категориями считаются: вид, род, порядок, подкласс, класс, отдел и царство. Таксономические категории абстрактны. Совокупность реально существующих или существовавших организмов, отнесенных к определенной таксономической категории, называется *таксоном*. Таксон – понятие конкретное. Например, ранги род или вид являются таксономическими категориями, а род пшеница и вид пшеница мягкая – два конкретных таксона.

<i>Таксономические категории</i>	<i>Таксоны</i>
Царство	Растения
Отдел	Покрытосеменные
Класс	Двудольные
Подкласс	Ламииды
Порядок	Пасленовые
Семейство	Пасленовые
Род	Паслен
Вид	Паслен клубненосный, или картофель

Внутри вида по морфологическим признакам могут быть выделены более мелкие систематические единицы: подвид, разновидность, форма. Для культурных растений употребляется еще один таксон – сорт.

Научные названия всех таксонов, относящихся к таксономическим категориям выше вида, состоят из одного латинского слова, название вида – из двух. Правило давать видам двойные названия – *бинарная номенклатура*, введено К. Линнеем в 1753 г. Линней каждому виду дал название из двух латинских слов: родового названия и видового эпитета, например пшеница твердая, пшеница мягкая.

Названиям таксонов (кроме вида и рода) присвоены определенные окончания, что позволяет установить их таксономическую категорию. Для семейств растений принято окончание *aceae*, для порядков – *ales*, для подклассов – *idae*, для классов – *psida*, для отделов – *phyta*. В основу наименования кладется название какого-либо рода, относящегося к этому семейству, порядку, классу и т. д.

Филогенетика. Изучает историческое развитие мира живых организмов (филогенез) и его закономерности как в целом, так и эволюцию таксонов разного ранга – от видов и родов до царств. Основа филогенетики – эволюционная теория, дарвинизм. Филогенетика изучает, в частности, такие проблемы, как эволюция и происхождение культурных растений, перспективы эволюции и возможности влияния на эволюционный процесс, механизмы микроэволюции и возникновение в результате видов.

Понятие «вид» закрепилось в биологии еще в середине XVIII в. после работ К. Линнея, однако его строгого общепринятого определения не существует. Вид – совокупность популяций особей, способных к скрещиванию с образованием плодovитого потомства, населяющих определенную территорию, обладающих рядом общих морфофизиологических признаков и типов взаимоотношений с абиотической и биотической средой и отделенных от других таких же совокупностей особей полным отсутствием гибридных форм.

Вид – основная структурная единица в системе живых организмов и особый качественный этап их эволюции. Вследствие этого вид представляет собой основную таксономическую категорию в систематике.

3. Цианобактерии.

Цианобактерии (цианеи) – фототрофные прокариоты, традиционно называемые синезелеными водорослями.

Цианобактерии – водные (в основном пресноводные), реже почвенные организмы. Организация клеток, наличие муреина в клеточной стенке, близость генетических свойств, способность фиксировать азот – все это сближает их с бактериями. Однако между ними существуют различия: более высокий уровень дифференциации тела; пигментная система; фотосинтез с выделением кислорода. Эти признаки, а также водный образ жизни сближают цианобактерии с эукариотическими водорослями.

К цианобактериям относят одноклеточные, колониальные и нитчатые фототрофные организмы. Для них характерно полное отсутствие подвижных жгутиковых стадий и полового процесса. Хлоропластов нет; фотосинтетические пигменты находятся в мембранах, расположенных в цитоплазме.

Клетки имеют довольно толстые многослойные клеточные стенки, основной компонент которых – муреин. В клеточных стенках есть поры, через которые соединяются протопласты соседних клеток. Клеточные стенки обычно одеты слизистым чехлом, предохраняющим их от высыхания и облегчающим скользкое движение клеток и нитей.

Цитоплазма лишена вакуолей с клеточным соком, окрашена в периферических частях (*хроматоплазма*) и бесцветна в центре (*центроплазма*). В хроматоплазме расположены фотосинтезирующие одиночные тилакоиды. Их мембраны содержат хлорофилл *a* и каротиноиды. На поверхности тилакоидов локализованы в виде гранул дополнительные пигменты фикобилины: синие – *фикоцианин* и *аллофикоцианин* и красный – *фикоэритрин*. Преобладание тех или иных пигментов и определяет окраску цианобактерии – от сине-зеленой до фиолетовой и красноватой или почти черной. Фотосинтез аэробный с выделением кислорода.

В центральной части клеток находится нуклеоид обычного для прокариот строения. В цитоплазме имеются включения запасных веществ: гликогена, волютина, белка цианофицина. Вакуолей с клеточным соком нет. Имеются газовые вакуоли, или псевдовакуоли. У ряда нитчатых форм наблюдается образование

гетероцист – крупных клеток, в которых происходит фиксация азота.

Цианобактерии способны образовывать споры – акинеты – крупные клетки с толстыми оболочками и запасом питательных веществ. Они могут выдерживать высыхание и затем прорастают, каждая в новую особь.

Размножение. Вегетативное размножение у одноклеточных и колониальных происходит в результате деления клеток пополам после удвоения и расхождения хромосомы; у нитчатых – распадением нити.

Распространение и значение. Распространены цианобактерии повсеместно, среди них преобладают водные, главным образом пресноводные, но есть морские и почвенные организмы. Благодаря миксотрофности (способности сочетать одновременно различные типы питания – авто- и гетеротрофность) и возможности азотфиксации диапазон условий, в которых они способны обитать, чрезвычайно широк. Цианобактерии первыми заселяют обнаженные после вулканических извержений или ядерных взрывов скалы, создавая органическое вещество, формируя почвы; вступают в симбиоз с грибами (образуя самые выносливые лишайники), мхами, папоротниками. Цианобактерии развиваются в воде горячих источников и на ледниках.

Значение цианобактерии велико как в природе, так и в жизни людей. Их массовое развитие в планктоне медленно текущих рек, озер, прудов вызывает «цветение» воды. Особенно резко увеличивается их численность в загрязненных водоемах, куда поступают органические вещества и удобрения с полей, в почти стоячей, хорошо прогреваемой воде мелководных водохранилищ. При отмирании и гниении клеток цианей выделяются токсичные вещества, вода приобретает неприятный запах и становится непригодной для питья, происходит массовая гибель рыбы – так называемый замор. Отмирающие цианобактерии благодаря газовым вакуолям всплывают на поверхность и образуют маслянистую грязно-зеленую пленку, не пропускающую воздух.

Цианобактерии используются в качестве зеленого удобрения.

4. Общая характеристика и классификация водорослей.

Общая характеристика. Водоросли – морская трава – сборная группа фотоавтотрофных растений, живущих преимущественно в

воде. Тело их не расчленено на органы и ткани, органы размножения одноклеточные. Такое строение отличает их от высших растений.

Подавляющее большинство водорослей живет в морях, океанах, реках, озерах и других водоемах. *Планктонные* водоросли свободно живут в толще воды, *бентосные* – придонные формы, прикреплены к дну водоема или просто лежат на дне.

Одно из основных условий существования водорослей – наличие света. В загрязненных малопрозрачных водах водоросли развиваются только в поверхностных слоях. В прозрачной морской воде они встречаются на больших глубинах. Массовое их развитие наблюдается на глубине до 30 м. Водоросли, обитающие глубже, или имеют специальные приспособления к измененному освещению (набор дополнительных пигментов), или отличаются высокой общей теневыносливостью. Бурые и Красные водоросли обитают на глубине 100–200 м.

Температурные границы распространения водорослей очень широки. Насчитывается около 70 видов «снежных» водорослей, живущих на полярных льдах, высокогорных ледниках и нередко окрашивающих их в красный, зеленый, бурый и другие цвета. Некоторые водоросли живут в горячих источниках при температурах 50–70 °С. Фитобентос теплых морей богаче по видовому составу, но в холодных размеры и количество водорослей больше.

Среди водорослей есть и микроскопически малые, и многометровые растения (60–100 м). Водоросли бывают одноклеточные (хламидомонада, хлорелла) и колониальные. Среди одноклеточных и колониальных водорослей есть подвижные, имеющие жгутики, и неподвижные. Тело многоклеточных водорослей может быть устроено очень примитивно (нитчатые улотрикс, спирогира) или сложно расчленено (хара, ламинария), но никогда оно не дифференцировано на корень, стебель и лист и является *слоевищем*, или *талломом*.

Цитологические особенности. Клетки примитивных монадных (подвижных одноклеточных и колониальных), а также зооспоры и гаметы большинства водорослей голые, т.е. ограничены только плазмалеммой. У большинства же водорослей, как и у высших растений, имеется клеточная стенка. Она состоит из двух компонентов: аморфного матрикса (пектин, гемицеллюлоза) и фибриллярного скелета. У водорослей известны три главных типа скелетных полисахаридов: целлюлоза (наиболее часто), маннан и

ксилан. Все эти полисахариды образуются аппаратом Гольджи и выделяются через плазмалемму при слиянии с ней мембраны пузырька Гольджи. Цитоплазма обычно расположена тонким постенным слоем, окружая вакуоли с клеточным соком. Эндоплазматическая сеть у большинства водорослей представлена обычно каналом, огибающим хроматофор, иногда отдельные канальцы обнаруживаются также вокруг ядра. Лишь у зеленых водорослей есть более или менее разветвленная сеть. Рибосомы, аппарат Гольджи и митохондрии обычного строения. Митохондрии, обычно немногочисленные, располагаются у активных центров клетки: у монадных зеленых – около основания жгутиков, у бурых – вокруг ядра и т. п.

Характерная особенность клеток водорослей – наличие хроматофоров. Хроматофор – носитель окраски. Хроматофоры – органеллы, в которых происходит фотосинтез. Они занимают в клетке в большинстве случаев постенное положение. Форма их очень разнообразна: лентовидная, чашевидная, в форме кольца или полого цилиндра, зернистая. Окраска хроматофоров варьирует в зависимости от набора пигментов. Спектр дополнительных пигментов коррелирует с глубиной обитания водорослей. Обычно ближе к поверхности обитают водоросли, имеющие чисто-зеленую окраску, а на глубине они сменяются бурыми и красными. В хроматофорах всех водорослей имеются особые образования – пиреноиды. Они могут находиться внутри или снаружи, но всегда под оболочкой хроматофора. Пиреноид – активный центр синтеза крахмала, который затем вытесняется из него, образуя оболочку из крахмальных зерен (у зеленых водорослей).

Размножение. При вегетативном размножении новые особи возникают из обрывков нитей, кусков слоевищ, при распадении колоний или делении клеток одноклеточных водорослей. При бесполом размножении содержимое одной клетки (зооспораигия) делится на две, четыре, восемь и более частей, образуя соответствующее число голых подвижных клеток – зооспор. Каждая из них дает начало новой особи. У неподвижных багрянок и некоторых других водорослей (например, хлореллы) вместо зооспор образуются неподвижные, лишённые жгутиков *апланоспоры*. Формы полового процесса у водорослей разнообразны: *изогамия*, *гетерогамия*, *оогамия*. Половой процесс, при котором сливается

содержимое двух вегетативных клеток, физиологически исполняющих функцию гамет, называется *конъюгацией*.

Образовавшаяся при половом процессе диплоидная зигота покрывается толстой клеточной стенкой, накапливает запасные питательные вещества и в состоянии покоя способна легко переносить неблагоприятные условия. Зигота или прорастает в новую особь непосредственно, или в ней образуются зооспоры, которые, освобождаясь, дают начало новым особям.

В цикле развития водорослей соотношение диплоидной и гаплоидной фаз различно. Если мейоз происходит при прорастании зиготы, то водоросль гаплоидна в течение всей жизни. У большинства багрянок, бурых и некоторых зеленых зигота прорастает в диплоидный *спорофит*, несущий органы бесполого размножения – спорангии. Это бесполое поколение. После мейотического деления образуются гаплоидные зоо- или апланоспоры, из которых вырастают гаплоидные *гаметофиты*. На них в гаметангиях формируются гаметы. Это половое поколение. Таким образом, у этих водорослей происходит чередование диплоидного бесполого и гаплоидного полового поколений, спорофита и гаметофита.

5. Отделы: Красные, Зелёные, Диатомовые и Бурые водоросли.

Отдел *Красные водоросли*, или *багрянки*, насчитывает более 600 родов, около 3800 видов. Подавляющее большинство багрянок – это морские бентосные водоросли. Они поселяются на каменистом грунте дна морей и океанов. Лишь 5 % живут в пресных водах и на почве. Многие багрянки живут на больших глубинах. Багрянки широко распространены в тропических и теплых морях, хотя многие виды обитают и в холодных водах. Число морских багрянок больше, чем всех прочих многоклеточных морских водорослей.

Среди багрянок есть одноклеточные неподвижные водоросли, нитчатые и пластинчатые. Однако у большинства таллом образован плотным переплетением одной или многих нитей, которые удерживаются вместе слизистым межклеточным матриксом. Размеры некоторых багрянок, например порфиры достигают 2 м.

Хроматофоры в виде зерен или пластинок содержат хлорофиллы *a* и *d*, каротиноиды и фикобиллины. Характерную окраску багрянкам придают водорастворимые фикобиллины, маскирующие цвет хлорофилла. Различное их сочетание определяет

цвет водорослей – от ярко-малинового (преобладание красных фикоэритринов) у глубоководных до голубовато-зеленого и желтоватого (преобладание синих фикоцианов) у мелководных. Багрянки хорошо приспособлены к поглощению зеленых, фиолетовых и синих лучей света, проникающих на большую глубину. Продукт ассимиляции – багрянковый крахмал, который откладывается в цитоплазме. Клеточная стенка состоит из пектиновых и гемицел-люлозных компонентов, которые сильно набухают и часто сливаются в общую слизь. В стенках откладывается известь, например у рифообразующих коралловых водорослей.

При размножении полностью отсутствуют жгутиковые стадии. Бесполое размножение с помощью *апланоспор*, половой процесс *оогамный*. Спорофиты и гаметофиты сходного или отличного строения.

Один из характерных представителей в морях умеренных поясов – *порфира*, 25 видов с листовидными пластинчатыми талломами пурпурного цвета из одного-двух слоев клеток, размером до 2 м. Почти черные дихотомически ветвящиеся цилиндрические хрящевидные слоевища *фурцеллярии* растут на глубинах около 15 м. Багрянки – лучшие агароносы, отличающиеся высоким содержанием легкогидролизующихся полисахаридов. В Балтийском море добывают для производства агара *фурцеллярию* и *анфельцию*. *Порфиру* и *родимению* используют в пищу. В Японии порфиру культивируют.

Отдел Зеленые водоросли

Самый большой отдел водорослей, насчитывает около 400 родов, 13 000–20 000 видов. Обитают преимущественно в пресных водах, есть и в морях, некоторые – на снегу, стволах деревьев, в почве. У зеленых водорослей представлены все типы организации таллома: активно подвижный одноклеточный (хламидомонада) и колониальный (вольвокс) неподвижный одноклеточный (хлорелла, хлорококк) и колониальный (педиаструм); многоклеточный нитчатый (спирогира) и пластинчатый (ульва). Размер многих микроскопический или несколько сантиметров, но некоторые морские виды достигают длины более 8 м.

Зеленые водоросли сходны с высшими растениями: имеют тот же состав пигментов (хлорофиллы *a* и *b*, каротин, ксантофиллы), которые участвуют в фотосинтезе, накапливают запасной крахмал

внутри пластид. Хроматофоры разнообразной формы: чашевидные (хламидомонада, хлорелла), лентовидные (спирогира) и зернистые (хара). Клеточные стенки обычно содержат целлюлозу и пектины. Эндоплазматическая сеть более развитая, чем у остальных водорослей. Зеленые водоросли — наиболее разнообразная группа как по строению, так и по жизненному циклу. Представлены все типы размножения и все виды полового процесса.

К наиболее примитивным относятся одноклеточные округлые или грушевидные двужгутиковые *хламидомонады*, обитающие в лужах, канавах и других пресных водоемах. Хроматофор чашевидный с погруженным пиреноидом, ядро одно, в переднем конце светочувствительный глазок и пульсирующие вакуоли. Хламидомонады быстро перемещаются резкими толчками за счет биения жгутиков. В неблагоприятных условиях, при подсыхании водоема хламидомонады становятся неподвижными, теряют жгутики, стенки их ослизняются. При изменении условий жгутики могут появиться вновь. Часто такие неподвижные клетки делятся митозом с образованием под родительской клеточной стенкой четырех дочерних клеток. Каждая из них образует жгутики, материнская оболочка разрушается, и наружу выходят новые хламидомонады. Как и материнская клетка, они гаплоидны. Так происходит *бесполое размножение*. При *половом размножении* в клетках формируются гаметы, похожие на зооспоры, но в большем числе. После их слияния зигота одевается толстой стенкой, проходит стадию покоя, в конце которой происходит мейоз с образованием четырех новых гаплоидных особей. Кроме изогамных видов есть гетеро- и оогамные.

Многочисленные нитчатые *спирогиры* обитают в пресных водах, где образуют тину. Нити неветвящиеся, шириной из одного ряда клеток, содержащих один или несколько извитых лентовидных хроматофоров. *Вегетативно* размножается обрывками нитей, *бесполое* размножение неподвижными апланоспорами, образующимися по одной в каждой клетке. *Половое* размножение по способу *конъюгации*. Две гетероталлические нити располагаются параллельно. Супротивные клетки образуют выросты, направленные друг к другу. В месте их соединения оболочки растворяются и образуется сквозной канал, через который сжавшийся протопласт одной клетки в течение нескольких минут перемещается в другую. Протопласты сливаются, и образуется

толстостенная зигота. После конъюгации клетки одной из нитей (физиологически женской) будут содержать зиготы, другой (физиологически мужской) – останутся пустыми. Зигота после периода покоя делится мейотически и прорастает в одну нить, три ядра из четырех при этом редуцируются. Таким образом, жизненный цикл спирогиры проходит в гаплоидной фазе, диплоидна только зигота.

Харовые водоросли отличаются от остальных водорослей сложно устроенными многоклеточными половыми органами. *Хара* имеет вертикально стоящие ветвящиеся талломы высотой 20–30 см (до 1 м). Мутовчатое ветвление придает им сходство с хвощами. К субстрату прикреплены ризоидами. Клетки одеты целлюлозно-пектиновой стенкой, в наружных слоях которой отлагается карбонат кальция. Хроматофоры мелкие, дисковидные. *Вегетативное* размножение с помощью клубеньков; *бесполого* размножения нет. *Половой* процесс оогамный. Спирально изогнутые двужгутиковые сперматозоиды образуются в шаровидных антеридиях. Стенка антеридия образована восемью щитками – плоскими клетками, от которых внутрь отходят нити. Каждая нить состоит из 100–200 клеток, в которых образуется по одному сперматозоиду. В оогонии образуется одна яйцеклетка. Её стенка образована пятью спирально изогнутыми клетками, на своих концах отчленяющих по одной короткой клетке коронки. В момент оплодотворения сперматозоид проникает к яйцеклетке под коронкой. Зигота одевается плотной оболочкой. Стенка оогония утолщается и опробковевает. После периода покоя зигота мейотически делится и прорастает. Три ядра при этом редуцируются. Около 100 видов хар распространены как в пресных, так и в солоноватых водах.

Отдел *Диатомовые* водоросли. Микроскопически малые одноклеточные и колониальные диатомеи широко распространены в планктоне морей и океанов и пресных водах. Часть видов обитает на дне, в верхних слоях почвы, на приморских скалах, в горячих источниках, на снегу и в приполярных льдах.

От остальных водорослей они отличаются строением клеточной стенки. Клеточная стенка представляет собой тонкий двустворчатый панцирь, состоящий из кремнезема. Большая створка (эпитека) надета на меньшую (гипотеку), как крышка на коробку. Снаружи и внутри панциря располагается тонкий пектиновый слой. У одних диатомовых створки круглые и панцирь похож на круглую

коробочку, у других – эллиптические, иногда треугольные. Хроматофоры, или крупные пластинчатые, или зернистые, желтовато-бурые, кроме хлорофилла содержат большое количество фукоксантина и других ксантофиллов. Продукты ассимиляции – главным образом масла.

Диатомеи размножаются вегетативно, делением клеток; особенно интенсивно весной или в начале лета. После митотического деления каждая дочерняя клетка получает лишь одну створку. Вторая створка достраивается, но обязательна лишь внутренняя, меньшая – гипотека. Недостающая створка формируется внутри периферического плоского, окруженного мембраной «пузыря кремнезема». Пузырь, где откладывается кремнезем и формируется новая створка диатомовых водорослей, возникает за счет слияния пузырьков Гольджи. Таким образом, при каждом делении одна из клеток будет равна материнской, а другая становится меньше. В результате нескольких делений размеры клеток в популяции прогрессивно уменьшаются. Восстановление происходит в результате полового размножения. Половой процесс у диатомей оогамный, сперматозоид с одним жгутиком или изогамия и конъюгация. Зигота превращается в вегетативную клетку. Таким образом, весь жизненный цикл диатомей проходит в диплоидном состоянии, гаплоидная фаза – только перед половым процессом.

Отдел Бурые водоросли

Отдел насчитывает около 250 родов, 1500 видов многоклеточных, преимущественно макроскопических бентосных водорослей. Растут во всех морях, в холодных водах Северного и Южного полушарий образуют мощные заросли. Талломы наиболее сложно устроены среди водорослей. Ни одноклеточных, ни колониальных форм нет. Наблюдается тканеподобное анатомическое строение. Это самые крупные из известных водорослей, достигающие в длину нескольких десятков метров (60–100 м).

Окраска от зеленовато-оливковой до темно-бурой из-за большого количества фукоксантина и других ксантофилловых пигментов. Хроматофоры в виде дисков или зерен. Запасные вещества – ламинарин и шестиатомный спирт – маннитол, реже – масло. Клеточные стенки (пектин, целлюлоза) и межклеточное вещество (альгинат) сильно ослизняющиеся. Слизь помогает лучше удерживать воду, препятствует обезвоживанию, что существенно для водорослей приливно-отливной зоны.

Возможно *вегетативное* (частями талломов), *бесполое* (зооспорами) размножение. *Половой процесс* изогамный, гетерогамный и оогамный. Жизненные циклы большинства бурых водорослей включают чередование поколений. Спорофит и гаметофит могут быть одинаковы (изоморфны) или различны (гетероморфны) по размеру и форме.

В хозяйственном отношении наиболее важен род *ламинария*, представители которого известны под названием «морская капуста». Виды ламинарии широко распространены в северных морях. У ламинарии, как и у других крупных бурых водорослей, чередуются гетероморфные поколения: многолетний спорофит, достигающий нескольких метров в длину, и микроскопический гаметофит. Спорофит ламинарии имеет листовидную пластинку, ствол и ризоиды, которыми прикрепляется к подводным камням и скалам. Между пластинкой и стволом находится зона вставочного роста, за счет которой нарастают и пластинка, и ствол. Ствол с ризоидами зимует, а пластинка ежегодно отмирает и весной вновь отрастает. Этот тип роста облегчает практическое использование ламинарии и подобных ей крупных водорослей (макрофитов); когда срезают отросшие пластины, остающиеся глубже части пластины регенерируют. При *бесполом* размножении из поверхностных клеток формируются группы зооспорангиев, в которых в результате мейотического деления образуются гаплоидные зооспоры с двумя неравными жгутиками, прикрепленными сбоку. Зооспоры прорастают в микроскопические, из нескольких клеток, нитчатые гаметофиты, на которых образуются половые органы. *Половой процесс* оогамный. В оогониях (на женских заростках) и в антеридиях (на мужских) образуется по одной гамете (яйцеклетке и сперматозоиду соответственно). Яйцеклетка оплодотворяется вне оогония. Зигота без периода покоя прорастает в диплоидный спорофит. Ламинарию используют в пищу, для лечебного питания. Культивируется в Японии и Корее.

б. Распространение и значение водорослей.

Роль в биосфере. Водоросли – начальное звено всех пищевых цепей водных организмов. Следовательно, основу хозяйственной ценности водоема составляют водоросли, снабжающие животных пищей и кислородом. Биомасса водорослей велика. Средняя продуктивность планктона составляет 1–2 т сырого вещества на 1 га.

В 1 л морской воды может содержаться более 100 000 клеток диатомовых водорослей. Многие одноклеточные водоросли (Зеленые) в симбиозе с грибами образуют лишайники. Диатомовые, Зеленые водоросли формируют илы, сапропели и некоторые осадочные горные породы. Геохимическая роль водорослей связана с круговоротом кальция и кремния (отложения диатомита, известняков). Огромная биомасса водорослей может служить практически неиссякаемым источником органического вещества.

Источник пищи. Промышленное культивирование съедобных водорослей особенно развито на Востоке (Япония, Китай, Корея). Разводятся Зеленые, Бурые и Багрянки (особенно виды порфиры). Их используют как овощи, едят сырыми, сушеными, засахаренными; готовят салаты, супы, острые приправы. Структурные углеводы морских водорослей в основном не усваиваются человеком, поэтому пищевая ценность их невелика, но они – прекрасные источники витаминов (С – на уровне плодов цитрусовых, А, D, В₁, В₁₂, Е, рибофлавина, пантотеновой и фолиевой кислот), содержат все необходимые для человека микроэлементы. В приморских районах большинства европейских государств крупные талломы бурых водорослей используют для кормления домашних животных. Как добавку к кормам сельскохозяйственных животных, пушных зверей и птиц успешно применяют хлореллу, промышленное получение которой освоено в ряде стран, в том числе и у нас. Содержание полноценных белков достигает 50 % сухого вещества, в клетках накапливаются масла, витамины В, С и К. По питательности она превосходит пшеницу, и единственная из зеленых одноклеточных водорослей используется в пищу.

Химическое сырье. Красные и Бурые водоросли используют для получения фикоколлоидов – альгинатов, агаров и каррагинанов. Альгинаты и каррагиинаны легко образуют гели, обладают высокой клеящей способностью. Используют их в пищевой (отвердители, эмульгаторы мороженого, стабилизаторы молочных продуктов, желеобразующие в кондитерском производстве), парфюмерной (косметика), текстильной и бумажной (для придания глянца и получения прочных и ярких красок), фармацевтической (связующее вещество для таблеток, растворимые хирургические нити) промышленности.

Агар состоит из смеси различных полисахаридов, получается при вываривании талломов красных водорослей. При комнатной

температуре агар легко застывает в студенистое плотное вещество. Широко применяется в микробиологии для культивирования бактерий, в пищевой промышленности (изготовление мармелада и пр.) и в парфюмерии (для губной помады). У нас хорошим сырьем для получения агара являются багрянки фуцеллярия и анфельция, широко распространенные в Балтийском море. Бурые и Красные водоросли используются для получения йода.

Удобрения. Бурые и красные макрофиты используют как удобрения. Они богаты калием, но азота и фосфора в них меньше, чем в навозе.

Очистка сточных и загрязненных вод. Для этого используют водоросли (Вольвоксовые, Диатомовые и др.) совместно с гетеротрофами (бактериями, грибами). Водоросли выделяют кислород, обеспечивая жизнедеятельность аэробных микроорганизмов и участвуя, таким образом, в процессе самоочищения воды. Некоторые водоросли используют как биоиндикаторы загрязнения водоемов.

Контрольные вопросы

1. Что такое бинарная номенклатура?
2. Каковы объекты ботаники и современной системе органического мира?
3. Каковы цитологические особенности прокариотных организмов?
4. Почему цианобактерии раньше называли водорослями?
5. Каково строение одноклеточных, колониальных, многоклеточных и неклеточных водорослей?
6. Какие пигменты встречаются в хроматофорах водорослей разных отделов?
7. Как размножаются водоросли?
8. Какие типы полового размножения и чередования поколений встречаются у водорослей?
9. Какую роль играют водоросли в природе и хозяйстве человека?