



ВО́ДОРОСЛИ

Авторы: К. Л. Виноградова

ВО́ДОРОСЛИ (Algae, или Phykos), разнородная по происхождению группа низших фототрофных организмов, обитающих преим. в водоёмах. Традиционно они относились к царству растений, в котором почти все отделы и классы В. (зелёные, красные, бурые, динофитовые, диатомовые, эвгленовые и др.) были выделены на основании набора пигментов, присутствующих в клетках, и морфологич. признаков. В совр. системах, основанных гл. обр. на критериях тонкого строения клеточных органелл, некоторые отделы В. помещают в самостоят. царства, при этом в ряде из них В. объединяют с отд. группами грибов и простейших.

Строение, питание и размножение водорослей

Тело В. (слоевище, или таллом), в отличие от высших растений, не дифференцировано на корень, стебель, листья и составляющие их ткани и не имеет единого плана строения. Осн. фотоавтотрофный тип питания не исключает их способности переходить на фотогетеротрофное питание и поглощать растворённые органич. соединения на свету или в темноте (подобно грибам) или мелкие частицы (подобно животным). Питание осуществляется всей поверхностью слоевища. Набор фотосинтетич. пигментов у В. разных отделов состоит из сочетания хлорофиллов а, b, с, фикобилинов, каротинов, ксантофиллов. Запасные питательные вещества — разл. формы крахмала и др. полисахаридов, липиды.

Клетка В. характеризуется чрезвычайным многообразием строения её элементов и рядом специфич. черт. Клеточные покровы у примитивных одноклеточных форм представлены только внешней цитоплазматич. мембраной (плазмалеммой), не фиксирующей форму клетки, и рядом дополнит. покровов (чешуйки и пр.). У более высокоорганизованных В. имеются клеточные стенки, осн. структурной единицей которых является целлюлоза. В их состав входят также др. полисахариды (в т. ч. обладающий железирующими свойствами агар красных В.), белки (в т. ч. гликопротеины), соли железа, кальция и кремния, образующие подобие панциря, и др.

В. — эукариоты. Их хлоропласты, в отличие от высших растений, разнообразны по форме, количеству и местоположению в клетке, тонкому строению и лишены настоящих гран. Только у В. имеются особые тельца — пиреноиды, служащие местом образования крахмала. Движение В. с помощью временных выростов, ресничек или жгутиков сближает их с животными. Жгутиковые клетки встречаются почти у всех представителей В. либо как самостоят. одноклеточные организмы, либо как отд. стадии в жизненном цикле. Жгутиковый аппарат состоит из собственно жгутика, базального тела и жгутиковых корешков со сложной ультраструктурой. В подвижных клетках В. имеются своеобразные органеллы: светочувствительная стигма (глазок), функционально связанная с жгутиковым аппаратом и хлоропластом, а также центриоли (сходны с базальными телами жгутиков), присущие животным и отсутствующие у высших растений.

В. представлены одноклеточными, колониальными, многоклеточными, неклеточными организмами; размеры их варьируют от нескольких мкм (хлорелла) до 40–50 м (нереоцистис). Такое разнообразие В. можно свести к



Водоросли. Б у р ы е: 1 – фукус пузырчатый (*Fucus vesiculosus*); 2 – ламинария сахаристая (*Laminaria saccharina*); 3 – алария съедобная (*Alaria esculenta*); 4 – саргассум смешанный...

нескольким осн. типам строения, отражающим этапы их морфологич. эволюции и её параллелизм в разных отделах. У одноклеточных В. выделяются: амёбоидный тип – клетки голые, лишены жгутиков; монадный – клетки со жгутиками; коккоидный – клетки с оболочкой, неподвижные; также различают одиночные формы, колонии (скопления неопределённого числа клеток разных генераций, объединённых слизью или спец. выростами) и ценобии (колонии, образованные фиксированным числом клеток одной генерации). Среди многоклеточных В. наиболее распространён нитчатый тип строения. Слоевище может быть в виде простой или разветвлённой однорядной клеточной нити (улотрикс). По мере усложнения ветвления и дифференциации клеток формируются: разноразветвлённый тип строения, при котором различаются стелющаяся по субстрату и вертикальная части слоевища; сложная псевдопаренхимная структура (у бурых и красных В.) со специализацией клеток на наружные ассимиляционные и внутренние, выполняющие запасную, механич. и проводящую функции подобно тканям высших растений (ламинария); специфич. структура харовых. Паренхимный тип возникает при делении клеток в 2–3 плоскостях (ульва, порфира). Особый тип строения –

сифонный (ценоцитный), когда слоевище, нередко макроскопическое и сложно расчленённое, лишено клеточных перегородок и является одной гигантской многоядерной клеткой (каулерпа, ацетабулярия). Многоклеточные В. прикреплены к субстрату с помощью сплошной подошвы или нитчатых выростов – ризоидов. Морфологически В. разных типов строения весьма разнообразны. У высокоорганизованных форм слоевище внешне может быть расчленено на листовидные и стеблевидные части. Рост слоевища диффузный, если деление клеток происходит в любой его части; если оно приурочено к определённой зоне роста – апикальный, интеркалярный (в ср. части слоевища), базальный.

Размножение – вегетативное, бесполое и половое. У одноклеточных В. вегетативное размножение осуществляется делением клетки надвое с образованием дочерних клеток, подобных материнской, фрагментацией колоний, путём повторных делений в ценобиях, формирующих новые миниатюрные ценобии; у многоклеточных В. – фрагментами слоевища, спец. вегетативными образованиями (клубеньки у хары, пропарулы у сфацеллярии), дополнит. побегами в базальной части прикреплённых форм и т. п. Только вегетативно размножаются неприкреплённые формы донных макроводорослей, способные образовывать крупные скопления (анфельтия, кладофора, саргассы, филлофора, энтероморфа). Бесполое размножение, присущее большинству В., связано с образованием спец. клеток – спор, прорастающих в новые особи после выхода из материнской клетки – спорангия. У просто организованных В. спорангиями служат обычные вегетативные клетки, у более специализированных – морфологически дифференцированные, выполняющие только функцию образования спор. Осн. типы спор: зооспоры – подвижные, имеют жгутики (от 1–4 до многих в разных группах), характерны для большинства В.; апланоспоры – неподвижные (среди них различают автоспоры, формирующие собственную оболочку внутри материнской клетки; гипноспоры – с утолщённой оболочкой, способные к длительному состоянию покоя). Половое размножение в простейшем виде сводится к слиянию вегетативных клеток – гологамия у жгутиковых и конъюгация у безжгутиковых. У большинства В. образуются специализир. половые

клетки – гаметы в недифференцированных или спец. клетках – [гаметангиях](#). Типы полового процесса:

изогамия – гаметы подвижные, идентичные по размерам и форме; анизогамия – гаметы подвижные, женская крупнее мужской; оогамия – женская гамета лишена жгутиков, намного крупнее мужской. Мужские гаметы подвижны у всех В., за исключением красных и ссеплянок.

С появлением полового процесса и гамет в процессе эволюции постепенно происходит специализация особей на образование спор или гамет и возникновение в цикле развития смены половой (гаметофит) и бесполой (спорофит) форм развития, включающей смену морфологических и ядерных фаз. Споры прорастают в однополые или двуполые гаметофиты, дающие гаметы. В результате слияния гамет образуется зигота, прорастающая в спорофит. При всём разнообразии циклов развития В. выделяется 3 осн. типа в зависимости от места мейоза: гаплофазный – диплоидна только зигота, мейоз происходит при её прорастании; диплогаплофазный – спорофит диплоидный, гаметофит гаплоидный, мейоз при спорогенезе – половая и бесполовая формы развития существуют самостоятельно, они могут быть морфологически сходны (изоморфный цикл) или различны (гетероморфный цикл); диплофазный – организм существует в диплоидной фазе, мейоз – при образовании гамет.

Распространение в природе и экологические группы водорослей

Известно ок. 50 тыс. видов В. Они населяют все возможные местообитания и образуют множество экологич. группировок. В морских и континентальных водоёмах всех типов В. обитают в толще воды, формируя фитопланктон, в зоне поверхностной плёнки (нейстон), на дне водоёмов (фитобентос); они поселяются на разных грунтах, а также на искусств. сооружениях, днищах судов (перифитон). На распределение В. в водоёмах влияют их гидродинамич. особенности, освещённость, темп-ра, наличие биогенных веществ. В фитопланктоне преобладают одноклеточные В.: в пресных водоёмах – зелёные, в морях – диатомовые и динофитовые. Фитобентос составляют прикреплённые В., которые растут на твёрдых и рыхлых грунтах, на растениях и животных или внутри них. В пресных водоёмах преобладают мелкие формы, проникающие на глубину нескольких метров. Фитобентос морей слагают преим. макрофиты – зелёные, бурые и красные В., которые населяют приливно-отливную зону и верхние отделы шельфа до глубины 40–50 м, как исключение – до 200 м. В умеренных и холодных водах морей доминируют крупные фукусовые и ламинариевые В.; в их зарослях формируются богатые видами многоярусные высокопродуктивные сообщества, биомасса которых может достигать 40–100 кг на 1 м² дна. В результате эвтрофирования прибрежной зоны морей и нерационального промысла происходит исчезновение крупных многолетних видов и связанных с ними гидробионтов, обеднение и упрощение структуры водных биоценозов.

Ок. 2 тыс. видов В. (гл. обр. зелёные) растут на поверхности почвы и в её толще. Аэрофильные В. обитают в воздушной среде в условиях незначительного периодич. увлажнения на самых разных субстратах – коре и листьях растений, скалах, деревянных и каменных сооружениях и т. п. Развиваются они и в экстремальных условиях – в горячих источниках (диатомовые), на снегу (напр., хламидомонас снежный, придающий красную окраску снегу), во льду (диатомовые). Есть т. н. сверлящие В., способные внедряться в известковый субстрат (микроскопич. зелёные), и В., выделяющие известь (литотамний). В., живущие на др. организмах, используют их в качестве субстрата, паразитируют на них или вступают с ними в симбиоз. Наиболее интересен симбиоз некоторых В. с грибами, приведший к образованию новых организмов – лишайников, и с коралловыми полипами,

обеспечивающий благодаря способности В. к фотосинтезу существование самоподдерживающейся биологич. системы коралловых рифов.

Роль водорослей в природе и их использование

Роль В. в природе определяется в первую очередь тем, что они являются продуцентами кислорода и органич. соединений, начальным звеном пищевых цепей в водоёмах и, тем самым, определяют само существование водных экосистем. Их суммарная первичная продукция составляет в среднем ок. 50% общей первичной продукции на планете. В. участвуют в процессах самоочищения загрязнённых вод, способны абсорбировать в высоких концентрациях тяжёлые металлы из окружающей среды; отмирая, они играют большую роль в осадконакоплении, в образовании илов, сапропеля, лечебных грязей. Заросли донных В. создают среду обитания для животных. Геологич. значение В. как древних организмов (известных с докембрия) состоит в формировании некоторых горных пород – диатомитов, известняков, туфов, горючих сланцев – и в участии в круговороте веществ в природе. Чрезмерное развитие В., провоцируемое хозяйств. деятельностью человека, вызывает «цветение» водоёмов, часто действующее губительно на животных и человека (см. [Эвтрофикация водоёмов](#)). Почвенные В. участвуют в создании гумуса, в т. ч. первичного (на бесплодных участках суши). В. содержат усвояемые углеводы, белки, богаты витаминами и микроэлементами, обладают диетическими и лечебными свойствами. Поэтому их широко используют в пищу (порфира, ламинария, ульва, спирулина и др., всего ок. 150 видов), в качестве корма для скота (фукус, ламинария, хлорелла), на удобрение (в приморских регионах). Коллоиды красных и бурых В. (агары, каррагинаны, альгинаты) применяются как эмульгаторы и желирующие агенты в пищевой, фармацевтич., бумажной, текстильной и др. отраслях пром-сти, в микробиологии. Ряд В. содержат антибиотич. вещества, соединения, способные выводить из организма соли тяжёлых металлов, радионуклиды, что представляет определённый интерес для медицины. Некоторые В. – прекрасный объект для генетических (ацетабулярия), биофизических и физиологических (харовые В.) исследований. Мн. В. добывают путём пром. культивирования (см. [Аквакультура](#)). Наука о водорослях – [альгология](#), или фикология. См. также [Бурые водоросли](#), [Зелёные водоросли](#), [Красные водоросли](#) и др.

Литература

Лит.: Fritsch F. E. Structure and reproduction of the algae. Camb., 1945–1948. Vol. 1–2; Жизнь растений. М., 1977. Т. 3: Водоросли. Лишайники; Chapman V. J., Chapman D. J. Seaweeds and their uses. L., 1980; Lüning K. Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology. N. Y., 1990; Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М., 1990; Hoek van den C., Mann D. G., Jahns H. M. Algae: An introduction to phycology. Camb., 1995.