

Н.А. ЛЕМЕЗА

Практикум по основам ботаники

Водоросли и грибы



Н.А. ЛЕМЕЗА

Практикум по основам ботаники Водоросли и грибы

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений высшего образования
по биологическим специальностям



Минск
«Вышэйшая школа»
2017

УДК [582.232+582.26/.28](075.8)
ББК 28.591я73
Л44

Рецензенты: кафедра общей биологии и ботаники Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка (заведующий кафедрой кандидат биологических наук, доцент *А.В. Деревинский*; кандидат биологических наук, доцент *А.А. Свирид*); заведующий лабораторией иммунитета и биотехнологии РУП «Институт овощеводства» доктор сельскохозяйственных наук, доцент *В.Л. Налобова*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Лемеза, Н. А.

Л44 Практикум по основам ботаники. Водоросли и грибы : учеб. пособие / Н. А. Лемеза. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 255 с.: ил.
ISBN 978-985-06-2856-5.

Освещаются вопросы классификации водорослей, грибов и грибоподобных организмов в свете современной номенклатуры и их систематики. Приводится характеристика царств, отделов, классов, порядков и родов типичных и наиболее значимых групп указанных организмов. Содержатся методические указания по постановке и проведению лабораторных занятий, предлагаются вопросы для самоконтроля знаний.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования по биологическим специальностям, также может быть полезно для студентов педагогических, сельскохозяйственных и лесохозяйственных факультетов.

УДК [582.232+582.26/.28](075.8)
ББК 28.591я73

ISBN 978-985-06-2856-5

© Лемеза Н.А., 2017
© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа”», 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие написано в соответствии с типовой программой курса «Основы ботаники». Оно знакомит студентов с многообразием фототрофных и гетеротрофных талломных организмов, ранее относимых к «низшим» растениям.

Основная задача учебного пособия – дать представление о характерных особенностях строения и жизнедеятельности, а также принципах классификации водорослей, грибов и грибоподобных организмов. Знание их систематики, основанной на данных структурной организации, биологии и истории развития отдельных форм, позволяет представить не только разнообразие органического мира, но и выявить родственные (филогенетические) отношения между отдельными группами организмов. Наряду с морфолого-систематическими задачами в пособии уделяется должное внимание вопросам экологии водорослей, грибов и грибоподобных организмов, их роли в биосфере и хозяйственной деятельности человека.

Особенностью пособия является то, что предлагаемая система лабораторных занятий рассчитана на привитие студентам навыков самостоятельного изучения живых организмов с применением элементов научно-исследовательского подхода. Материал и методика постановки лабораторных работ предусматривают освоение разнообразных методов микро- и макроскопических исследований как живых организмов, так и гербарных материалов, самостоятельное изготовление микропрепаратов, их зарисовку и анализ полученных результатов.

Структура каждого занятия в лаборатории приближена к учебно-исследовательскому эксперименту: кратко изложены основные теоретические вопросы темы, поставлены конкретные задания, даны методические рекомендации по изготовлению препаратов, указана последовательность проведения работы и оформления результатов.

К лабораторным занятиям необходимо готовиться заранее: внимательно изучить основные теоретические вопросы соответствующей темы, ознакомиться с целью (заданием) и содержанием предстоящей работы, проверить наличие оборудования, необходимых реактивов, объектов исследования, альбомов для записей и рисунков. После этого можно приступать к выполнению задания. Определенную помощь могут оказать приводимые в пособии иллюстрации, которые дают возможность студенту не только представить особенности внешнего и внутреннего строения изучаемого объекта и скорректировать свой рисунок, но и овладеть общими приемами научного рисунка.

Учебное пособие предназначено для студентов учреждений высшего образования по биологическим специальностям.

Автор выражает искреннюю признательность доцентам А.А. Свирид, В.Л. Налобовой, А.К. Храмцову и И.С. Гириловичу за полезные критические замечания и советы, способствующие улучшению рукописи.

■ Глава 1 ■

ВОДОРОСЛИ

(*Algae*)

1.1. Общая характеристика

Водоросли представляют собой сборную группу преимущественно водных организмов. Характерной особенностью всех водорослей является то, что их тело не расчленено на вегетативные органы (корень, стебель, лист), а представлено *талломом*, или *слоевищем*. По этой причине их называют талломными, или слоевищными, организмами. В отличие от растений у них обычно отсутствуют ткани, а органы полового размножения практически у всех водорослей (кроме харовых) одноклеточные. Общее для водорослей – их способность к автотрофному способу питания благодаря наличию фотосинтезирующего аппарата. Вместе с тем у некоторых водорослей наряду с автотрофным питанием существует и гетеротрофное.

Известно более 55 000 видов водорослей, которые объединяются в 13 отделов: диатомовые – более 20 000 видов, зеленые – около 20 000, красные – около 6000, синезеленые – около 2000, динофитовые – более 2500, эвгленовые – более 1200, бурые – более 1500, золотистые – более 1000, желтозеленые – более 600, харовые – 465, криптофитовые – 166, рафидофитовые и прохлорофитовые – несколько десятков видов.

По данным известного белорусского альголога Т.М. Михеевой (2014), в Беларуси установлено около 3000 видов, разновидностей и форм водорослей. Обнаруженные виды принадлежат к более чем 370 родам из 10 отделов. При этом 21 вид водорослей занесен в Красную книгу Республики Беларусь.

Водоросли всех отделов в процессе эволюции развивались в основном независимо друг от друга; от них, вероятно, происходят наземные хлорофиллоносные растения.

Структура водорослей. Водоросли в пределах слоевищного типа строения характеризуются исключительным морфологическим разнообразием. Их тело может быть одноклеточным, колониальным, многоклеточным. Их размеры в пределах каждой из этих форм отличаются огромным диапазоном – от микроскопических (1 мкм) до гигантских (есть виды, достигающие

нескольких десятков метров). С учетом большого морфологического разнообразия вегетативного тела водоросли по структуре можно разделить на несколько категорий, образующих главнейшие ступени морфологической эволюции.

Монадная (жгутиковая) структура свойственна одноклеточным и колониальным организмам и характеризуется наличием у них клеток с одним, двумя или несколькими жгутиками, обуславливающими активное движение в воде. Эта структура преобладает у динофитовых и криптофитовых, золотистых и эвгленовых водорослей. У более высокоорганизованных водорослей монадное строение имеют клетки, служащие для бесполого (зооспоры) или полового (гаметы) размножения.

Амебоидная (ризоподияльная) структура характеризуется отсутствием постоянной формы клетки, плотной оболочки и жгутиков. Такие водоросли, как и амебы, передвигаются с помощью псевдоподий, которые сохранились у динофитовых, золотистых и желтозеленых водорослей.

Пальмеллоидная (гемимонадная, или капсальная) структура представляет собой соединение множества неподвижных клеток, погруженных в общую слизь, но не имеющих плазматических связей. Возникновение такого типа структуры было важным этапом на пути морфологической эволюции водорослей в направлении от подвижных монадных к типично растительным неподвижным формам. Пальмеллоидная структура широко распространена у зеленых, желтозеленых и золотистых водорослей, в других отделах она встречается реже или вообще отсутствует.

Коккоидная структура характеризуется неподвижными клетками различной формы и размеров, с плотной клеточной оболочкой, одиночными или соединенными в колонии (ценобии). Такая структура встречается почти во всех отделах (за исключением эвгленовых) водорослей, а у диатомовых она является единственной; у других представителей наблюдается в циклах развития (апланоспоры, акинеты, тетраспоры и др.).

Нитчатая (трихальная) структура в мире водорослей является простейшей формой многоклеточного слоевища и представляет собой соединение неподвижных клеток в нити, между которыми осуществляется физиологическое взаимодействие с помощью плазмодесм. Нити могут быть простыми и ветвящимися, свободноживущими, прикрепленными и объединенными чаще всего в слизистые колонии. Нитчатая структура представлена среди зеленых, золотистых, желтозеленых, красных водорослей.

Разнонитчатая (гетеротрихальная) структура – более сложный вариант нитчатого строения, для которого характерны две системы нитей: стелющиеся по субстрату и отходящие вертикально. Гетеротрихальная структура свойственна многим зеленым, харовым, золотистым, желтозеленым, красным и бурым водорослям и может быть постоянной или временной формой.

Псевдопаренхиматозная (ложнотканевая) структура характеризуется образованием крупных объемных слоевищ в результате срастания нитей разнонитчатого слоевища, иногда сопровождаемого дифференциацией «тканей». Поскольку последние по способу образования отличаются от настоящих, их называют ложными тканями. Встречается у многих видов красных и бурых водорослей.

Паренхиматозная (тканевая) структура характеризуется многоклеточными слоевищами в форме пластинок, состоящих из одного и более слоев клеток. При делении клеток первичных нитей в разных плоскостях могут возникать паренхиматозные слоевища с тканями, выполняющими ассимиляционную, проводящую, запасающую функции. Тканевая структура свойственна бурым, красным и зеленым водорослям.

Сифональная (сифоновая) структура – слоевище, часто крупных размеров и сложной морфологической дифференцировки, без клеточных перегородок и обычно с множеством ядер. Сифональный тип организации представлен у некоторых зеленых и желтозеленых водорослей.

Сифонокладальная структура встречается у некоторых нитчатых зеленых водорослей, для которых свойственно сегрегационное деление многоядерных клеток: протопласт распадается на окруженные мембраной (плазмалеммой) округлые части, дающие начало новым сегментам таллома.

Строение клетки. Организация клетки подавляющего большинства водорослей мало отличается от организации типичных клеток растений, однако имеет и свои особенности.

Клетка большинства водорослей одета постоянной клеточной оболочкой, имеет двухфазную систему, состоит из аморфного матрикса, гемицеллюлозы или пектиновых веществ, в которые погружены волокнистые скелетные элементы – микрофибриллы. У многих водорослей откладываются добавочные компоненты: карбонат кальция (харовые), альгиновая кислота (бурые), железо (красные). У некоторых видов зеленых, красных и бурых водорослей имеется кутикула в виде наружного слоя, одевающего нити (эдогониум, кладофора).

У диатомей матрикс оболочки, состоящий из пектиновых веществ, содержит в качестве скелетного вещества не целлюлозу, а кремний. Лишь немногие водоросли являются голыми, чаще они покрыты *пелликулой* – плотным эластичным белковым слоем (эвгленовые) или *перипластом* – многослойным более плотным покровом с порами (динофитовые) и способны изменять форму своего тела. Оболочки некоторых водорослей образуют *теки* – многокомпонентные сложные системы под плазмалеммой с трихоцистами и порами (у перидиней) или домики (у динобриумов), в которых лежит протопласт.

В жизни клетки водорослей важную роль играет наличие в оболочке сначала пектиновой, а затем целлюлозной фракций, обеспечивающих опорную и защитную функции, а также способность к проницаемости и росту. Клеточная оболочка бывает цельной или состоит из двух и более частей, пронизана порами, может нести различные выросты. Под оболочкой находится протопласт, включающий цитоплазму и ядро.

Цитоплазма у большинства водорослей располагается тонким постенным слоем, окружая большую центральную вакуоль с клеточным соком. Вакуоль отсутствует в клетках монадных (у пресноводных монадных форм отмечены пульсирующие вакуоли). В цитоплазме водорослей хорошо различимы элементы эндоплазматической сети, рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи, хроматофоры, клеточные ядра; имеются также лизосомы, пероксисомы, сферосомы.

В клетках водорослей из органоидов (органелл) особенно заметны хроматофоры (хлоропласты), которые в отличие от хлоропластов растений разнообразны по форме, окраске, числу, строению и местоположению в клетке. Они могут быть чашевидными (хламидомонада), спиральными (спирогира), пластинчатыми (пеннатные диатомеи), цилиндрическими (улотрикс). У многих водорослей хроматофоры многочисленны и имеют вид зерен или дисков, расположенных в постенном слое цитоплазмы (зеленые с сифоновой организацией, бурые, красные). Хроматофоры окружены оболочкой, состоят из стромы, пластинчатых структур, которые напоминают уплощенные мешочки и называются *тилакоидами*. В них сосредоточены пигменты. Кроме того, в матриксе хроматофора находятся рибосомы, ДНК, РНК, липидные гранулы и особые включения – *пиреноиды*. Пиреноид является специфическим образованием, присущим всем водорослям и небольшой группе мхов. Он имеет белковую природу и в основном состоит из фермента *рибулозодифосфат-*

карбоксилазы, который катализирует ключевые реакции темновой фазы фотосинтеза.

Установлено, что пиреноиды – это не только место скопления запасных веществ, но и зона, в которой или при участии которой наиболее активно осуществляется их синтез. Пиреноид остановился на полпути в своем развитии и не достиг структурного воплощения органоида. Об этом свидетельствует отсутствие пиреноидов в клетках растений. Однако в деталях тонкого строения, касающихся оболочки, расположения тилакоидов и фибрилл ДНК, формы пиреноидов, места образования и отложения зерен запасных полисахаридов, хроматофоры водорослей обнаруживают достаточно четкие различия, что и позволяет использовать их наряду с набором пигментов, продуктами запаса и строением жгутикового аппарата в качестве таксономических признаков больших групп – отделов водорослей.

Так, у зеленых, харовых и красных водорослей оболочка хроматофора образована только двумя параллельными мембранами, у динофитовых и эвгленовых – тремя. Золотистые, желтозеленые, диатомовые и бурые водоросли, одетые четырехмембранной оболочкой, имеют сложную систему мембран, находящуюся в прямой зависимости от мембраны ядра.

Расположение тилакоидов в матриксе хроматофора неодинаково в разных отделах водорослей, при этом их хроматофоры со сходными пигментами характеризуются и сходным расположением тилакоидов. Наиболее простое их расположение наблюдается у красных водорослей, у которых тилакоиды лежат в матриксе поодиночке. У остальных водорослей тилакоиды группируются, образуя *ламеллы*, причем число тилакоидов, входящих в состав одной ламеллы, в пределах больших групп, объединяющих родственные водоросли, постоянно. Есть водоросли (криптофитовые), у которых тилакоиды соединяются по два. У золотистых, желтозеленых, диатомовых, бурых, динофитовых и эвгленовых водорослей они располагаются преимущественно по три. У зеленых, харовых и эвгленовых число тилакоидов может достигать 20; в таких случаях стопки тилакоидов столь тесно прижаты друг к другу, что пространство между соседними тилакоидами исчезает, и тогда эти стопки называют *гранами*.

В матриксе хроматофора между ламеллами и вокруг пиреноида у зеленых и харовых водорослей откладывается *крахмал*, а у всех остальных вне хроматофора, в цитоплазме, – *хризоламинарин*, *ламинарин*, *крахмал* динофитовых и криптофитовых водорослей, *парамилон* и *багряниковый крахмал*.

У монадных форм имеются *красный глазок*, или *стигма*, состоящая из пигментонесущих глобул, расположенных плотными рядами, и жгутики, с помощью которых водоросли передвигаются.

Жгутики имеют сложное строение, прикрепляются к особому базальному телу. У некоторых неподвижных форм около ядра отмечены центриоли, по форме и структуре схожие с базальными телами. В процессе эволюции водорослей жгутиковый аппарат постоянно редуцировался, водоросли становились неподвижными, центриоли в клетках исчезали. Шел интенсивный формообразовательный процесс, создавался такой тип клеточной организации, который позволил растениям перейти к наземному образу жизни.

Размножение водорослей. *Бесполое размножение* у одноклеточных водорослей осуществляется путем деления клетки, у колониальных и нитчатых – в результате распада колоний или нитей на отдельные фрагменты. У немногих водорослей образуются специальные органы размножения, например *клубеньки* – у харовых, *акинеты* (особые клетки с большим количеством запасных веществ и пигментов) – у зеленых и др.

Бесполое размножение происходит также посредством неподвижных спор (*апланоспор*) или *зооспор* (спор со жгутиками), образующихся путем деления протопласта обычных или особых клеток, называемых спорангиями. У ряда представителей зеленых водорослей апланоспоры уже в материнской клетке иногда приобретают все отличительные черты этой клетки. В таких случаях говорят об *автоспорах*.

Половое размножение характеризуется наличием полового процесса, одним из важнейших этапов которого является оплодотворение, т.е. слияние ядер гаплоидных половых клеток – гамет. В результате оплодотворения образуется зигота с новой комбинацией наследственных признаков, которая и становится родоначальницей нового организма.

У водорослей различают следующие формы полового процесса:

- холога́мию – слияние двух одноклеточных особей, не имеющих клеточной оболочки;
- изога́мию – слияние одинаковых по строению и величине подвижных гамет;
- гетерога́мию – слияние подвижных гамет разных размеров (более крупную считают женской);

■ оогамия — слияние крупной неподвижной яйцеклетки с мелкой подвижной мужской гаметой — сперматозоидом или неподвижным, лишенным оболочки спермацием (у красных водорослей);

■ конъюгацию — слияние протопластов двух безжгутиковых клеток через специально образующийся канал.

Гаметы образуются в клетках, не отличающихся от вегетативных, или в особых клетках, получивших название *гаметангии*. Гаметангии, содержащие яйцеклетку (редко несколько), называются *оогониями*, а те, в которых формируются сперматозоиды или спермации, — *антеридиями*. У примитивных водорослей каждая особь способна формировать и споры, и гаметы в зависимости от времени года и внешних условий; у других функции бесполого и полового размножения выполняют разные особи — *спорофиты* (образуют споры) и *гаметофиты* (образуют гаметы). В жизненном цикле ряда водорослей происходит строгое чередование поколений — гаметофита и спорофита.

Основные типы жизненных циклов водорослей. Циклы развития водорослей весьма многообразны, отличаются большой пластичностью и предопределяются многими экологическими факторами.

Гаплофазный тип характеризуется отсутствием чередования поколений. Вся вегетативная жизнь таких водорослей проходит в гаплоидном состоянии, т.е. они являются гаплонтами. Диплоидна лишь зигота, прорастание которой сопровождается редукционным делением ядра (*зиготическая редукция*). Развивающиеся при этом водоросли оказываются гаплоидными, например многие зеленые (вольвовковые, большинство хлорококковых, конъюгаты) и харовые водоросли.

Диплофазный тип отличается тем, что вся вегетативная жизнь у таких водорослей осуществляется в диплоидном состоянии, а гаплоидная фаза представлена только гаметами. Перед их образованием происходит редукционное деление ядра (*гаметическая редукция*). Зигота без деления ядра прорастает в диплоидный таллом. Эти водоросли являются диплонтами. Такой тип развития характерен для многих зеленых водорослей, имеющих сифоновую структуру, всех диатомовых и некоторых представителей бурых (порядок Фукусовые).

Диплогаметофазный тип характеризуется тем, что в клетках диплоидных талломов (спорофитов) многих водорослей редукционное деление ядра предшествует образованию зоо- или апланоспор (*спорическая редукция*). Споры развиваются в га-

плоидные организмы (гаметофиты), размножающиеся только половым путем. Оплодотворенная яйцеклетка – зигота – прорастает в диплоидное поколение, несущее органы бесполого размножения. Таким образом, у этих водорослей имеет место чередование форм развития (генераций): диплоидного бесполого спорофита и гаплоидного полового гаметофита. Оба поколения по внешнему виду могут не различаться и занимать одинаковое место в цикле развития (*изоморфная смена генераций*) или же резко различаться по морфологическим признакам (*гетероморфная смена генераций*). Изоморфная смена генераций характерна для ряда зеленых (ульва, энтероморфа, кладофора), бурых и большинства красных водорослей. Гетероморфная смена генераций встречается с преобладанием как гаметофита, так и спорофита (свойственна преимущественно бурым, реже зеленым и красным водорослям). Подробнее жизненные циклы будут рассматриваться при описании соответствующих групп водорослей.

Экологические группировки водорослей. Способность водорослей адаптироваться к разнообразным внешним условиям, неприхотливость и высокая физиологическая пластичность способствовали их расселению по всему земному шару. Водоросли встречаются в реках и морях, на поверхности почвы и в ее толще, на деревьях, различных постройках, скалах, в снегу и горячих источниках.

Основной средой жизни для водорослей служит вода. Кроме того, исключительно важную роль в их жизнедеятельности играют такие факторы, как свет, температура, соленость воды, химический состав субстрата и др.

В зависимости от экологических условий водоросли образуют различные группировки или сообщества (ценозы), каждое из которых характеризуется более или менее определенным видовым составом.

Различают следующие экологические группировки водорослей: *планктонные* (фитопланктон), *нейстонные* (фитонейстон), *бентосные* (фитобентос), *аэрофильные* (аэрофитон), *почвенные* (фитозафон), водоросли *горячих источников* (термофитон), *снега и льда* (криофитон), *соленых вод* (галофитон), *известкового субстрата* (кальцефилы) и др.

Представители первых трех ценозов – типичные обитатели водной среды. Аэрофильные и почвенные водоросли приспособились к существованию в наземных условиях. Далее следуют группировки водорослей, постоянно находящихся в крайних

условиях существования, связанных с воздействием экстремальных температур (термальные и криофильные водоросли) либо необычного по составу субстрата (галофитон и кальцефилы).

Планктоном называют совокупность преимущественно микроскопических, свободно плавающих в толще воды растительных (фитопланктон) и животных (зоопланктон) организмов. Для того чтобы облегчить перенос водой, организмы планктона (водоросли, водные грибы, беспозвоночные животные) имеют различные приспособления, которые уменьшают удельную массу тела (газовые вакуоли, включения жиров и липоидов, насыщенность водой и студенистость тканей) и увеличивают его удельную поверхность (разветвленные выросты, приплюснутая форма тела и др.).

В Беларуси в озерах, реках, прудах, лужах отмечено около 1000 видов планктонных водорослей: среди них зеленые (виды из родов вольвокс, гониум, пандорина, педиаструм, сценедесмус, эвдорина и др.), диатомовые (мелозира, табеллярия, фрагилярия, циклотелла), динофитовые и криптофитовые (перидиниум, церациум, криптомонас, родомонас), золотистые (синура и др.), эвгленовые (трахеломонас, факус, эвглена) водоросли. Золотистые и диатомовые водоросли обитают главным образом в чистых холодных водах, эвгленовые и зеленые – в теплых эвтрофных, а десмидиевые – в мягких водах, находящихся под влиянием болот.

Нейстон – совокупность мелких организмов, обитающих у поверхностной пленки воды (сверху – *эпинейстон*, снизу – *гипонейстон*). Это сообщество организмов чаще встречается в мелких, защищенных от ветра водоемах (лужи, торфяные карьеры, канавы, пруды). В пресноводном нейстоне наиболее распространены золотистые (виды рода хромулина), эвгленовые (виды родов эвглена, трахеломонас), зеленые (виды рода хламидомонада) и другие водоросли. У многих нейстонных организмов для удержания в зоне поверхностной пленки имеются специальные приспособления в виде слизистых колпачков наподобие маленьких парашютов, плавательных пластинок и т.д.

Фитобентос представлен водорослями, которые живут на дне водоемов или обрастают различные водные предметы, а также плавающими на поверхности воды зелеными ватообразными скоплениями, называемые тиной. В составе пресноводных бентосных водорослей представлены все отделы, кроме бурых: харовые (хара, нителла, нителлопсис), зеленые (кладофора, эдогониум, улотрикс, спирогира, мужоция, хетофора, драпар-

нальдия), диатомовые (навикула, пиннулярия), десмидиевые (космариум, кластериум и др.).

Водоросли, прикрепившиеся к стеблям и листьям водных растений и другой поверхности, которая возвышается над дном водоема, относят к *перифитону*.

Наземные, или аэрофитные, водоросли образуют различно окрашенные налеты и пленки на деревьях, скалах, сырой земле, крышах и стенах домов, заборах и т.д. Особенно много наземных водорослей в районах с теплым и влажным климатом.

Для того чтобы аэрофиты переносили неблагоприятные условия жизни на суше (резкая смена температуры днем и ночью, летом и зимой, кратковременное увлажнение и т.д.), строение их клеток отличается рядом особенностей: они имеют слоистые, сильно утолщенные оболочки, слизистые обертки, чехлы, удерживающие воду, накапливающиеся в больших количествах масла и более вязкую цитоплазму.

Общее количество наземных водорослей составляет несколько сотен видов, принадлежащих в основном к двум отделам: Зеленые и Диатомовые.

На коре деревьев, например, растут обычно зеленые водоросли (плеврококк, трентеполия, хлорококк, хлорелла и др.), а на поверхности постоянно увлажненных каменных глыб или стен наряду с некоторыми зелеными (космариум, цилиндроцистис) и диатомовыми водорослями (пиннулярия) изобилуют и цианобактерии.

Почвенные водоросли обитают на поверхности почвы или в ее самых верхних горизонтах. Некоторые представители проникают на глубину 1–2 м и более. Высказывается предположение, что глубоко в почве они переходят на сапротрофное питание. При полном же исключении видимой части спектра для фотосинтеза они способны использовать невидимую лучистую энергию.

Известно около 2000 видов почвенных водорослей, в Беларуси – более 210 видов, разновидностей и форм преимущественно диатомовых и в меньшей степени зеленых, желтозеленых и эвгленовых.

Особенности строения и жизнедеятельности водорослей в связи с преимущественно водным образом жизни. Для водорослей, обитающих в океанах, морях и пресноводных водоемах, вода – не только необходимый экологический фактор, но и среда обитания, для которой характерны:

- ослабление освещенности и изменение спектрального состава света с глубиной и, как следствие, снижение доли фотосинтетически активной радиации (ФАР);

- снижение продолжительности светового дня;
- меньшее количество воздуха, растворенного в воде, иной его состав (содержание кислорода, например, в воде на единицу объема в 30–35 раз меньше, чем в воздухе) и бóльшая, чем в атмосфере, его изменчивость;
- возможность накапливания в воде CO_2 (0,2–0,5 мл/л) и N_2 , а в анаэробных условиях – NH_4 , H_2S ;
- отсутствие резких перепадов температуры в течение года и суток;
- широкий диапазон солености – от тысячных долей грамма до 350 г/л и больше (основными элементами минерального питания водорослей являются азот, фосфор, кремний, железо, марганец);
- движение воды (гидродинамический фактор), особенно в прибрежной (приливно-отливной) зоне, где водоросли подвергаются воздействию таких мощных факторов, как прибой и удары волн, отливы и приливы и др.

Для того чтобы обеспечить свое существование в жестких условиях водной среды обитания, водоросли обладают рядом морфологических и физиологических особенностей.

1. Клетки многих водорослей имеют оболочку, внутренний слой которой целлюлозный, а наружный – пектиновый. Оболочка удачно сочетает защитную и опорную функции с возможностью ростовых процессов и проницаемостью. Оболочки значительно утолщаются при дефиците влаги, иногда интенсивно пропитываются (инкрустируются) карбонатом кальция (у харовых), покрываются органическими соединениями (например, кутином), секретируемыми протопластом клетки. Кутин помимо опорной выполняет и защитную функцию, поскольку задерживает губительные ультрафиолетовые лучи и предохраняет клетки от излишней потери воды в период отлива. Пектиновый слой защищает клетку от вредного влияния различных кислот и других таких же сильных реагентов.

2. Слоевище морских бентосных водорослей прочно прикреплено к грунту *ризоидами* или *базальным диском*, поэтому водоросли сравнительно редко отрываются от субстрата в случаях прибоев и ударов волн.

3. Таллом водорослей, как правило, не сплошной, а расчлененный. Он дихотомически ветвится в одной плоскости, что позволяет свести к минимуму сопротивление толщ воды. К тому же он прочный и упругий.

4. У некоторых водорослей имеются специальные *воздушные пузыри*, которые удерживают слоевище у поверхности воды, где

есть возможность максимального улавливания света для фотосинтеза.

5. Водорослям приходится адаптироваться не только к недостатку света на разных глубинах водоема, но и к изменению его спектрального состава путем генетически обусловленной выработки дополнительных фотосинтезирующих пигментов. В мелководных зонах, где растениям еще доступны красные лучи, в наибольшей степени поглощаемые хлорофиллом, преобладают зеленые водоросли. В более глубоких зонах, куда проникает синий свет, встречаются бурые водоросли, содержащие кроме хлорофилла бурый пигмент фукоксантин. Еще глубже (до 268 м) обитают красные водоросли, имеющие пигментные группы фикобилинов (фикоэритрин, фикоцианин и аллофикоцианин) и хорошо приспособленные к поглощению зеленых, фиолетовых и синих лучей.

6. Глубоководные виды водорослей имеют более крупные хромофоры с высоким содержанием пигментов, низкую точку компенсации фотосинтеза (30–100 люкс), теневой характер световой кривой фотосинтеза с низким плато насыщения.

7. Таллом многих водорослей выделяет много слизи, которая заполняет их внутренние полости и выделяется наружу. Слизь помогает лучше удерживать воду и препятствует обезвоживанию.

8. Осмотическое давление в клетках водорослей намного выше, чем в морской воде, поэтому осмотических потерь воды не наблюдается.

9. Выход спор и гамет у морских водорослей совпадает с приливом. В этот период из репродуктивных органов освобождаются споры, мужские и женские гаметы, которые, как правило, обладают таксисами, определяющими направления их движения в зависимости от света, температуры, химических веществ, содержащихся в воде, и др. У спор, лишенных жгутиков, наблюдается амебоидное движение. Развитие зиготы происходит сразу же после оплодотворения, чтобы не оказаться унесенной в океан.

Значение водорослей. Водоросли играют существенную роль в жизни биосферы и хозяйственной деятельности человека. Благодаря способности к фотосинтезу они являются основными продуцентами огромного количества органических веществ в водоемах, которые широко используются животными и человеком.

Поглощая из воды углекислый газ, водоросли насыщают ее кислородом, необходимым для всех живых организмов. Велика

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
■ Глава 1. ВОДОРОСЛИ (<i>ALGAE</i>)	4
1.1. Общая характеристика	4
1.2. Положение водорослей в современной системе органического мира	17
СИСТЕМАТИКА ВОДОРОСЛЕЙ	20
Царство Хромисты (<i>Chromista</i>)	21
1.3. Отдел Желтозеленые (<i>Xanthophyta</i>), или Разножгутиковые (<i>Heterocontae</i>), водоросли	21
Класс Ксантофициевые (<i>Xanthophyceae</i>)	22
Закрепление материала	27
1.4. Отдел Диатомовые водоросли (<i>Bacillariophyta</i> , <i>Diatomeae</i>)	27
Класс Центрические (<i>Centrophyceae</i>)	31
Класс Пеннатные, или Перистые (<i>Pennatophyceae</i>)	32
Закрепление материала	37
1.5. Отдел Бурые водоросли (<i>Phaeophyta</i>)	38
Класс Фэозооспоровые (<i>Phaeozoosporophyceae</i>)	40
Класс Циклоспоровые (<i>Cyclosporophyceae</i>)	48
Закрепление материала	50
Царство Растения (<i>Plantae</i>)	51
1.6. Отдел Красные водоросли, или Багрянки (<i>Rhodophyta</i>)	52
Класс Бангиевые (<i>Bangiophyceae</i>)	56
Класс Флоридеевые (<i>Florideophyceae</i>)	57
Закрепление материала	62
1.7. Отдел Зеленые водоросли (<i>Chlorophyta</i>)	62
Класс Вольвоксовые (<i>Volvocophyceae</i>), или Равножгутиковые (<i>Isocontae</i>)	63
Закрепление материала	68
Класс Протококковые (<i>Protococcophyceae</i>), или Хлорококковые (<i>Chlorococcophyceae</i>)	69
Закрепление материала	74
Класс Улотриковые (<i>Ulothrichophyceae</i>)	74
Закрепление материала	84
Класс Сифоновые (<i>Siphonophyceae</i>)	86
Закрепление материала	92

Класс Конъюгаты (<i>Conjugatophyceae</i>)	93
Закрепление материала	100
1.8. Отдел Харовые водоросли (<i>Charophyta</i>)	101
Класс Харовые (<i>Charophyceae</i>)	104
Закрепление материала	105
Итоговые контрольные вопросы и задания	106

■ Глава 2. ГРИБЫ И ГРИБОПОДОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ

	108
2.1. Общая характеристика	108
2.2. Положение грибов и грибоподобных организмов в современной системе органического мира	116
СИСТЕМАТИКА ГРИБОВ И ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ	117
Царство Хромисты (<i>Chromista</i>)	118
2.3. Отдел Оомикота (<i>Oomycota</i>)	118
Класс Оомицеты (<i>Oomycetes</i>)	118
Закрепление материала	125
Царство Настоящие грибы (<i>Fungi, Mycota, Mycetalia</i>)	127
2.4. Отдел Хитридиомикота (<i>Chytridiomycota</i>)	127
Класс Хитридиомицеты (<i>Chytridiomycetes</i>)	128
Закрепление материала	132
2.5. Отдел Зигомикота (<i>Zygomycota</i>)	132
Класс Зигомицеты (<i>Zygomycetes</i>)	133
Закрепление материала	139
2.6. Отдел Аскомикота (<i>Ascomycota</i>), или Сумчатые грибы	140
Класс Археаскомицеты (<i>Archaeascomycetes</i>)	142
Класс Гемияскомицеты, или Голосумчатые (<i>Hemiascomycetes</i>)	144
Закрепление материала	146
Класс Эуаскомицеты (<i>Euascomycetes</i>), Настоящие сумчатые, или Плодосумчатые	148
Плектомицеты	148
Закрепление материала	151
Пиреномицеты	152
Закрепление материала	158
Дискомицеты	160
Закрепление материала	170
Класс Локулоаскомицеты (<i>Loculoascomycetes</i>)	171
Закрепление материала	173

2.7. Отдел Базидиомицота (<i>Basidiomycota</i>)	174
Класс Базидиомицеты (<i>Basidiomycetes</i>)	178
Гименомицеты	178
Закрепление материала	183
Гастеромицеты	184
Закрепление материала	187
Класс Устилагиномицеты (<i>Ustilaginomycetes</i>)	188
Закрепление материала	193
Класс Урединиомицеты (<i>Urediniomycetes</i>)	195
Закрепление материала	201
2.8. Отдел Дейтеромицота (<i>Deuteromycota</i>), или Анаморфные (Несовершенные) грибы	202
Класс Гифомицеты (<i>Hyphomycetes</i>)	205
Класс Целомицеты (<i>Coelomycetes</i>)	209
Класс Агономицеты (<i>Agonomycetes</i>)	213
Закрепление материала	213
Итоговые контрольные вопросы и задания	215

■ Глава 3. ЛИШАЙНИКИ, ИЛИ ЛИХЕНИЗИРОВАННЫЕ ГРИБЫ (*LICHENES*)

3.1. Общая характеристика	217
3.2. Положение лишайников в современной системе органического мира	223
3.3. Систематика лишайников	224
Класс Аскомицетные лишайники (<i>Ascolichenes</i>)	224
Закрепление материала	232
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	233
УКАЗАТЕЛЬ РУССКИХ НАЗВАНИЙ	238
УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ	245
ЛИТЕРАТУРА	252

Учебное издание

Лемеза Николай Алексеевич

**ПРАКТИКУМ ПО ОСНОВАМ БОТАНИКИ
ВОДОРΟΣЛИ И ГРИБЫ**

Учебное пособие

Редактор *И.В. Тургель*

Художественный редактор *В.А. Ярошевич*

Технический редактор *Н.А. Лебедевич*

Корректор *Т.К. Хваль*

Компьютерная верстка *М.В. Горецкой*

Подписано в печать 30.06.2017. Формат 84×108/32. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times New Roman». Офсетная печать. Усл. печ. л. 13,14.

Уч.-изд. л. 14,4. Тираж 400 экз. Заказ 1959.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.

Пр. Победителей, 11, 220004, Минск. e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Открытое акционерное общество «Типография “Победа”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/38 от 29.01.2014.

Ул. Тавлая, 11, 222310, Молодечно.