

Васильев Е.А.

Ботаника

Морфология и анатомия растений

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 57
ББК 28
В19

Васильев Е.А.

В19 Ботаника: Морфология и анатомия растений / Васильев Е.А. – М.: Книга по Требованию, 2023. – 480 с.

ISBN 978-5-458-26779-3

В пособии в соответствии с современными научными данными представлены субмикроскопическое строение цитоплазмы, структура ядра и пластид, размножение клеток, строение и образование мембраны. Как и в первом издании, авторы стремились изложить основные анатомо-морфологические сведения, необходимые для усвоения систематики, филогении и эволюции растений. Главная задача усматривалась в том, чтобы показать развитие всех структур, используя данные онтогенеза и филогенеза. Материал по анатомии и морфологии вегетативных органов высших растений, органов их размножения и циклов воспроизведения изложен в онтогенетическом и эволюционном освещении. Проведена идея воспитания бережного отношения к растениям, ответственности за судьбу природы. Учебник предназначен для студентов биологических факультетов пединститутов и биологических факультетов университетов.

ISBN 978-5-458-26779-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Фундаментальное сходство всех живых организмов проявляется и в том, что основу живого тела составляют белки и нуклеиновые кислоты, определяющие важнейшие свойства жизни — обмен веществ и самовоспроизведение.

Общая характерная особенность всех живых существ — постоянный обмен веществ с внешней средой. Он складывается из двух противоположных, но неразрывных процессов: 1) организм поглощает вещества извне и строит (синтезирует) из них вещества, подобные тем, которые входят в состав его тела (процесс *а с с и м и л я ц и и*, уподобления); 2) в организме постоянно идет распад и отчуждение веществ (процесс *д и с с и м и л я ц и и*). Благодаря согласованности этих процессов организм поддерживает свою форму и индивидуальность, подобно тому, как сохраняет свою форму струя воды или пламя свечи.

Наряду с потоком веществ через организм проходит поток энергии. Для синтеза различных органических соединений организм затрачивает энергию. Источник этой энергии может быть двояким: или энергия освобождается в процессе распада других органических веществ при диссимилиации (например, при дыхании), или энергия добывается извне (например, лучистая энергия солнца при фотосинтезе).

Большинство растений содержит пигменты зеленого цвета — хлорофиллы (греч. *хлорос* — зеленый; *филлон* — лист) — и способны к фотосинтезу.

В процессе фотосинтеза, во-первых, лучистая энергия солнца поглощается и преобразуется в скрытую энергию химических связей. Во-вторых, за счет этой энергии зеленые растения, воспринимая из окружающей среды воду с растворенными в ней неорганическими соединениями и углекислый газ, производят первичный синтез органических веществ. Эта особенность позволяет назвать зеленые растения *а в т о т р о ф н ы м и* (греч. *автос* — сам; *трофе* — пища) организмами. Их также можно назвать *ф о т о т р о ф н ы м и* организмами, поскольку они используют энергию солнечных лучей.

Органические вещества, возникшие в процессе фотосинтеза, используются растением в двух направлениях: как исходный материал для построения более сложных веществ, входящих в состав живого тела, и как источник энергии, которая освобождается в процессе дыхания.

— В противоположность автотрофным растениям животные не способны к синтезу органических веществ непосредственно из неорганических. Они питаются уже готовыми органическими веществами, перерабатывая их в вещества своего тела (т. е. ассимилируя их) и используя связанную в них энергию. Поэтому их называют *г е т е р о т р о ф н ы м и* (греч. *гетерос* — другой) организмами. Кроме животных, к гетеротрофным организмам относятся также грибы, бактерии и некоторые другие бесхлорофилльные организмы. Некоторые бактерии способны к автотрофному питанию, но при этом они чаще всего используют энергию химических процессов (хемосинтез) и лишь очень немногие способны к фотосинтезу.

Таким образом, только зеленые (фототрофные) растения накапливают на нашей планете запасы связанной («консервированной») энергии и органических веществ и обеспечивают существование остальных живых существ. Годовая продукция фотосинтеза на Земле достигает 10^{10} т.

Взаимодействие живых организмов на Земле выражается не только в том, что растения связывают солнечную энергию и создают органические вещества, а животные их потребляют. Между растениями, животными и микроорганизмами существуют глубокие, взаимные связи, выражающиеся в круговороте веществ на Земле. В процессе фотосинтеза растения выделяют свободный кислород, используемый при дыхании животными и самими растениями. С другой стороны, углекислый газ, выделяемый в процессе дыхания, делает возможным фотосинтез. Постоянство содержания в атмосфере O_2 и CO_2 объясняется непрерывностью и взаимосвязанностью процессов созидания органических веществ и их разрушения (при процессах дыхания, брожения и гниения). Сбалансированность этих процессов установилась в результате длительной сопряженной эволюции всех живых существ. В глубокой геологической древности газовая оболочка Земли имела очень мало свободного кислорода, и только с появлением хлорофиллоносных растений в ней стал накапливаться свободный кислород.

Накопление свободного кислорода привело к появлению кислородного дыхания, свойственного огромному большинству ныне живущих растений и животных. Благодаря кислородному дыханию возросла энергия жизненных процессов и скорость накопления массы органического вещества на нашей планете. Наличие свободного кислорода усилило химическое выветривание горных пород и накопление в верхних слоях земной коры минеральных соединений, нужных для питания растений.

Элементы минерального питания находятся в природе также в состоянии непрерывного круговорота. Они всасываются корнями растений из почвы и включаются в состав живых растений. Растениями питаются животные. Трупы растений и животных разрушаются гетеротрофными гнилостными организмами (бактериями, грибами) и минерализуются. Таким образом, бактерии и грибы играют важную роль в общем круговороте веществ.

Живые организмы, связанные между собой и с окружающей средой в процессе круговорота веществ, сосредоточены в поверхностных слоях Земли (суши и водных пространств) и в нижних слоях атмосферы. Они образуют почти непрерывную «пленку жизни». В почве корни растений сплетены в густую сеть, а надземные побеги, смыкаясь, одевают нашу «зеленую планету» почти сплошным покровом лугов, лесов, полей, степей и тундр. Кроме того, в каждой граммe почвы содержится несколько миллионов микроорганизмов и мельчайших животных. Эта пленка жизни очень тонка по сравнению с размерами Земли, которую она облекает (на суше — не толще нескольких десятков метров). Но она оказывает сильнейшее влияние на неживую природу, на направление и скорость многих геологических процессов, определяющих лицо Земли (накопление и размыв горных пород, образование и разрушение почв).

Пленка жизни вместе с переработанными ею горными породами образует биосферу.

Значение растений в жизни человека. Человек как биологический вид, вероятно, возник в саванне, т. е. в местности с травяным покровом и разреженным древостоем. Там человек питался сочными плодами, семенами, орехами, крахмалистыми клубнями и корнями; там он находил топливо и материал для изготовления жилищ и орудий труда. Позднее человек от

простого собирательства и охоты перешел к скотоводству и земледелию (возделыванию растений на обработанной почве). Земледелие возникло несколько тысячелетий тому назад независимо в нескольких центрах — в Передней Азии, в Средиземноморье, в странах Юго-Восточной Азии, в Центральной и Южной Америке. В процессе тысячелетнего бессознательного отбора человек создал ценнейшие сорта культурных растений, составляющие основу его жизни.

В настоящее время на обработанных землях возделывают около 2000 видов растений, однако наибольшие площади заняты лишь немногими, самыми ценными сельскохозяйственными культурами. В мировом пищевом рационе большую роль играют пшеница, рис и кукуруза, меньшее значение имеют ячмень, просо, овес, рожь и прочие злаки. В культуру введены многие виды овощных, плодовых, технических растений.

Нельзя себе представить жизнь человека без использования им естественного растительного покрова. Леса дают древесину для строительства, производства бумаги и мебели, для лесотехнического производства. Луга, степи, полупустыни, горные пастбища, тундры, даже пустыни служат источником кормов для скота.

Получение наибольшей продукции с этих угодий и их разумное преобразование возможны только на научной основе. Лесоведение, луговедение, болотоведение, по существу, представляют собой ботанические дисциплины.

Ботаника имеет теснейшие связи со многими сторонами практической деятельности — с медициной, сельским хозяйством и различными отраслями промышленности. Она составляет одну из научных основ растениеводства. Применение удобрений требует изучения минерального питания растений. Выведение новых сортов возможно после изучения многих исходных родительских форм, причем для скрещивания часто привлекают дикие виды. Например, выведены устойчивые против болезней и высокоурожайные сорта пшенично-пырейных гибридов, а для получения устойчивых против болезней сортов картофеля использованы дикие виды, привезенные советскими ботаниками из Южной Америки.

Широко используют естественные запасы в природе лекарственных, технических, кормовых и других растений; многие из них вводят в культуру.

Громадную и многообразную роль в нашей жизни играют микроорганизмы, особенно бактерии. Одни из них (например, болезнетворные) приносят большой вред, другие широко используются в ряде отраслей пищевой промышленности, в производстве лекарств и т. д. Только перечисление основных разделов современной микробиологии (медицинская, ветеринарная, пищевая, техническая, почвенная и пр.) указывает на их роль в жизни общества.

Частью научно-технической революции в современном обществе явилось быстрое развитие биотехнологии, т. е. использование достижений биологии (микробиологии, генетики, физиологии) для разработки технологических процессов в промышленности.

Ценность естественного растительного покрова суши определяется не только количеством непосредственно получаемой продукции. Гораздо важнее его роль в создании пищевой и энергетической базы для всего живого мира. Сказанное в еще большей степени относится к Мировому океану: улов

рыбы и прочих «даров моря» значит для человечества неизмеримо меньше, чем те запасы органических веществ и энергии, которые аккумулируются в растениях океанов и морей и существенно влияют на всю биосферу.

Естественный растительный покров играет первостепенную регулирующую роль в общем газообмене и в водном балансе Земли, защищает от разрушения почву, обогащает ее элементами питания и делает возможным существование животного мира.

Охрана растительного мира. Уже в древности неразумное воздействие человека на природу приводило к катастрофическим последствиям — размыву горных склонов, к наводнениям, возникновению пустынь. Но тогда эти катастрофы ограничивались немногими странами с высокой плотностью населения. В наши дни человек так сильно влияет на природу, что может поставить под угрозу само существование жизни на всей планете.

Опасность возникновения серьезных и необратимых нарушений биосферы стоит в связи с быстрым ростом населения Земли, с ростом потребностей человечества и с появлением огромных технических возможностей для преобразования природы. Эта опасность многократно увеличивается в условиях капиталистического общества: безудержное стремление к высоким прибылям ведет к неразумному использованию и разрушению природы, а ядерная война может привести к гибели человечества.

Рост населения, сам по себе, не может рассматриваться в качестве главной причины нарушений биосферы, так как еще имеются громадные резервы для увеличения сельскохозяйственной продукции. Во-первых, можно значительно повысить урожайность сельскохозяйственных растений за счет возделывания лучших сортов и рациональной агротехники; во-вторых, в настоящее время используется только 70% земель, пригодных для сельского хозяйства; наконец, громадный урон наносят насекомые-вредители, грызуны и различные возбудители болезней культурных растений (грибы, бактерии, вирусы), а также сорняки.

Гораздо серьезнее задача защиты биосферы от вредных, часто непредвиденных последствий научно-технической революции, которые нарушают способность биосферы к самовосстановлению. Ландшафт многих стран принял промышленный, техногенный характер, а природа оттесняется, обедняется и гибнет. Мощная техника, которой обладает человек, так быстро преобразует мир, что сейчас на Земле осталось очень мало девственных, неизменных участков растительности, не испытавших влияния промышленного прогресса. Многие типы растительности изменяются необратимо. Даже пышные тропические леса, неспособные восстанавливаться в прежнем виде после разрушения, в наши дни почти везде потеряли свой естественный вид.

Рациональное природопользование, лежащее в основе охраны природы, предполагает поддержание биологического равновесия и обогащение природы. Рациональное природопользование сделает Землю пригодной для жизни и прогрессивного развития будущих поколений людей. Для решения этой задачи надо прежде всего отказаться от бездумного расходования природных богатств с единственной мыслью о наибольшей выгоде при наименьших затратах труда и средств.

Проблема осложняется тем, что биосфера неделима, и ее нарушение в одной точке планеты неизбежно отражается на состоянии всей биосферы.

Загрязнение Мирового океана нефтью или продуктами радиоактивного распада, ядерные взрывы, неумеренный отлов рыбы, уничтожение лесов подрывают состояние природы в глобальном масштабе. Именно поэтому в наше время так важно заключение международных соглашений по охране природы. Коммунистическая партия и Советское правительство постоянно выступают в качестве инициаторов таких соглашений. Советские ботаники давно и плодотворно сотрудничают с зарубежными учеными по многим вопросам охраны природы.

Социалистический общественный строй в полной мере обеспечивает рациональное природопользование, поскольку все природные ресурсы составляют общенародную собственность, а народное хозяйство развивается на научной основе. Защита, восстановление и обогащение природы входят в наши государственные планы.

Важную и сложную проблему представляет охрана типичных участков растительности, редких и исчезающих видов растений. Одним из основных направлений их охраны является организация заповедников. В нашей стране существует свыше 100 таких заповедников, территория которых навечно изъята из всякой хозяйственной деятельности. Заповедники, расположенные в разных районах нашей страны, включают типичные участки всех природных объектов.

Наличие заповедников и заказников не гарантирует сохранения всех редких видов растений, так как многие из них рассеяны на обширных пространствах. Необходимо охранять от истребления и те виды растений, которые встречаются достаточно часто, но подвергаются массовым сборам из-за своей декоративности, целебных и прочих полезных свойств.

Эти задачи могут быть решены только в том случае, если государственные формы охраны природы (плановое развитие народного хозяйства, государственный контроль) будут поддержаны массовыми общественными организациями по охране природы и опираться на понимание природоохранительных идей всеми советскими гражданами.

Сознание личной ответственности за судьбу природы родного края должно быть заложено в общеобразовательной школе. Важную роль в этом играет курс биологии. Учитель биологии должен ознакомить учащихся с основными природоохранительными мероприятиями, вовлечь школьников в исследовательскую и практическую деятельность по охране природы, привить им любовь к родному краю. В курсе биологии учащиеся должны получить прочное убеждение в том, что в основе разумной и красивой жизни человечества лежит глубокое и всестороннее изучение природы.

Преподавание ботаники в средней школе направлено на воспитание активных защитников природы, понимающих научные основы охраны природы и способных сознательно избрать ту или иную профессию.

Разделы ботаники. Растения изучают с различных сторон. Исторически возник ряд разделов, каждый из которых решает свои задачи и использует собственные методы исследования.

М о р ф о л о г и я (греч. *морфа* — форма; *логос* — слово, учение) изучает внешние формы и внутренние структуры, воспринимаемые непосредственно человеческим глазом или с помощью инструментов (лупы, светового или электронного микроскопов). Этот раздел можно также назвать с т р у к -

турной ботаникой. Морфология составляет первоначальную и совершенно необходимую основу для всех других ботанических дисциплин. Поэтому изучение ботаники начинается с морфологии.

Морфология, в свою очередь, включает ряд разделов, морфологических по своему существу. Цитология (греч. *китос*, *цитос* — сосуд, клетка) изучает строение и жизнедеятельность клеток. Гистология (греч. *гистос* — ткань) растений исследует растительные ткани и их распределение в органах растений. Обычно в качестве особого раздела выделяют анатомию (греч. *анатомео* — разрезаю) растений, которая с помощью микроскопа изучает строение растений и, следовательно, включает цитологию и гистологию. Разделом анатомии является также гистохимия, которая с помощью микроскопа и химических реакций устанавливает распределение веществ в клетках и тканях.

В качестве одного из разделов структурной ботаники исторически обособилась эмбриология (греч. *эмбрион* — зародыш) растений, изучающая зарождение и ранние этапы развития растений.

Физиология исследует жизненные процессы, присущие растениям (обмен веществ, рост, развитие и пр.). Она широко использует методы физики и химии, являясь наукой по преимуществу экспериментальной. От физиологии обособились биохимия и биофизика растений.

Систематика растений ставит перед собой несколько целей. Прежде всего необходимо описать все существующие виды. Эти виды должны быть классифицированы, т. е. распределены по более крупным таксономическим (греч. *таксис* — расположение по порядку; *номос* — закон) группам (таксонам) — родам, семействам, порядкам, классам и отделам. Такая инвентаризация видов и расположение их в легко обозримой и удобной системе совершенно необходимы, в каком бы направлении ни изучались растения дальше. Однако главная задача систематики — восстановление путей эволюционного развития растительного мира. Для решения этой задачи систематика использует не только морфологический анализ; она привлекает и оценивает данные всех ботанических дисциплин. По выражению академика А. Л. Тахтаджяна, ее можно назвать «фундаментом и венцом биологии».

Восстановлению хода эволюционного развития растений помогает палеоботаника (греч. *палайос* — древний), которая изучает виды растений, существовавшие в далекие геологические времена и вымершие, но дошедшие до нас в виде окаменелостей и отпечатков в горных породах.

Фитоценология изучает растительные сообщества — фитоценозы (греч. *фитон* — растение; *койнос* — общий). Под фитоценозом понимают совокупность растений, исторически приспособившихся к совместному существованию на определенной территории. Фитоценозы обладают своей устойчивой структурой. Они повторяются, образуя леса, луга, болота, пустыни. Особенности фитоценозов нельзя объяснить только особенностями отдельных видов растений, входящих в их состав, поскольку по сравнению с отдельными растениями фитоценозы представляют собой качественно новый уровень организации живого мира, со своими более сложными законами строения и развития.

С фитоценологией тесно связана флористика, главная задача ко-

торой заключается в составлении флор. Под ф л о р о й понимают список всех видов, обитающих на определенной территории.

Г е о г р а ф и я растений изучает распределение видов растений и фитоценозов на поверхности Земли в зависимости от климата, почв и геологической истории.

Э к о л о г и я (греч. *ойкос* — дом) растений исследует взаимосвязи растений с окружающей средой, влияние последней на их строение и жизнедеятельность. Любой организм представляет собой результат длительной приспособительной эволюции в определенных условиях обитания. Поэтому его строение и жизнедеятельность можно понять только при сопоставлении с особенностями природного окружения. Следовательно, все разделы ботаники должны носить экологический характер. В соответствии с этим выделяют экологическую морфологию, экологическую анатомию, экологическую физиологию и т. д. Экология использует методы наблюдения, описания и эксперимента.

Перечисленные основные разделы ботаники нерезко обособлены друг от друга, и их выделение в качестве самостоятельных научных дисциплин в значительной степени условно. Это легко понять, вспомнив, что изучается целостный организм: его форму нельзя понять, не зная, какие функции эта форма выполняет и как она приспособлена к условиям обитания. Надо также проследить возрастное развитие растения. Многие вопросы решаются только при сравнении исследуемого растения с другими видами. Не зная закономерностей развития организмов, нельзя понять структуру и динамику сообществ.

Таким образом, взаимосвязь и взаимообусловленность явлений природы неизбежно определяют методы их научного познания. Обособление разделов ботаники полезно с точки зрения систематизации и упорядочения наших знаний, а также объясняется узкой специализацией отдельных ученых в связи с колоссальным ростом общего объема наших знаний и разработкой новых, более трудоемких методов исследования.

Однако в ботанике, как и в любой другой науке, наряду со специализацией происходит и обратный процесс — интеграция: возникают направления, идеи, которые обобщают, объединяют данные разных разделов.

Стремление к объединению выразилось в появлении ряда новых разделов на стыках, т. е. на ранее возникших границах (например, экологическая анатомия, биохимическая систематика).

Процесс объединения выразился также в разработке идей, осуществляемых усилиями многих наук. Например, сложилась идея изучения явлений жизни на качественно различных уровнях ее организации. Каждый из этих уровней (молекулярный, клеточный, организменный, популяционно-видовой и биосферно-биоценотический) имеет свои закономерности, которые при переходе к следующему уровню не исчезают, а включаются в новые, более сложные закономерности. Поэтому полное представление о биологических структурах или процессах требует изучения на разных уровнях. Этот принцип отражен и в нашем учебнике: сначала изучается клетка, затем ткани, органы и наконец целостные растительные организмы.

Развитие ботаники. Как мы видели, ботаника представляет собой комплекс разделов. Эти разделы возникли не одновременно и не сразу в закон-

ченном виде, а в определенной последовательности и только постепенно приняли современный вид. Понять закономерности этого становления можно при учете следующих моментов.

Во-первых, ботаника развилась под влиянием практических потребностей человеческого общества.

Во-вторых, развитие ботаники нельзя отделить от общей истории человечества — развития и смены общественных формаций, развития культуры с ее борьбой прогрессивной материалистической мысли против реакционного идеализма.

В-третьих, конкретное время возникновения того или иного раздела ботаники и особенности его дальнейшего формирования во многом зависели от состояния смежных наук. Например, анатомия растений могла возникнуть только после изобретения микроскопа, и весь дальнейший успех этой науки был связан с успехами оптики. Физиология растений могла возникнуть только после того, как химия получила научную основу и были разработаны приемы химического анализа.

Наконец, развитие науки подчиняется общим законам познания — от простого к сложному, от внешнего и случайного к глубоким внутренним закономерностям.

Момент зарождения какой-либо науки определяется появлением первого систематизированного обобщения человеческих знаний в этой области в письменном виде. Хотя много разнообразных и полезных сведений о растениях было накоплено первобытными народами, а затем в древних государствах Индии, Египта, Передней Азии и Китая, обладавших уже письменностью, но все же первое письменное обобщение знаний о растениях и, следовательно, возникновение ботаники как науки связывают с трудами греческого ученого Теофраста (372—287 до н. э.), который оставил несколько книг, специально посвященных растениям.

Дальнейшее развитие ботаники в античной Греции и в Риме шло под влиянием потребностей земледелия и медицины. В связи с этим важно было научиться различать полезные и вредные растения по внешним признакам, и это определило начало морфологии. Однако и в это время, и в последующий период средневековья, охвативший целое тысячелетие человеческой истории, развитие общества шло крайне медленно и никак не способствовало прогрессу наук. Потребности феодального общества были очень ограниченными. Религия душила всякую живую мысль, и ботаника того периода представляла причудливую смесь суеверных легенд с толкованиями Библии и других религиозных книг.

Книжный, схоластический (лат. *schola* — школа) подход не допускал самостоятельного, опытного исследования природы. Только кое-где выращивали лекарственные растения и изучали их свойства.

Решительный перелом в развитии ботаники произошел в XV веке, в эпоху Возрождения. Ф. Энгельс назвал эту эпоху «величайшим прогрессивным переворотом из всех пережитых до того времени человечеством»¹. Как в социально-экономическом отношении, так и в области идеологии произошли

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч.— 2-е изд.— Т. 20.— С. 346.

колоссальные сдвиги. Капитализм, развившийся в недрах феодализма, требовал более полного использования природы, развития торговых связей и рынков. Этот период характеризуется многочисленными географическими открытиями. В 1492 г. Колумб открыл Вест-Индию, а в 1497 г. Кабот достиг Северной Америки, в 1498 г. Васко да Гама, обогнув Африку, достиг Индии морским путем.

В Европу из заморских стран начали привозить невиданные ранее растения. Перед ботаниками встала задача «инвентаризации» всех известных видов растений, т. е. их описания и классификации. В связи с этим зарождаются и быстро совершенствуются все способы сохранения растительных форм для их сравнительного изучения: выращивание в ботанических садах, сохранение в засушенном виде, зарисовывание и словесное описание. Возникают ботанические сады (в Падуе в 1540 г., в Пизе в 1545 г., в Цюрихе в 1560 г., во Флоренции и Болонье в 1568 г., в Лейдене в 1577 г., в Лейпциге в 1579 г.). В середине XVI в. было изобретено засушивание растений и составление гербариев. Немецкий художник Альбрехт Дюрер (1471—1528) на недостижимую высоту поднимает искусство изображения растений, иллюстрируя сочинения ботаников. В этот же период закладываются основы ботанической терминологии. Описательная морфология в качестве науки, подсобной для систематики, достигает расцвета.

В XVII в. зарождаются физиология и анатомия растений. Ван Гельмонт (1577—1644), пытаясь выяснить, откуда растение берет вещества для построения своего тела, провел опыт с выращиванием ветки ивы. Он определил массу растения и земли в начале и в конце опыта, а также массу воды, израсходованной для полива. Но еще не пришло время для изучения обмена веществ, так как химия была в зачаточном состоянии. Не имея представления о воздушном питании (фотосинтезе), Ван Гельмонт пришел к неправильному выводу, что растение строит тело из воды. Тем не менее значение опыта Ван Гельмонта состоит в том, что это был первый в истории ботаники эксперимент с использованием весов.

Более доступным в XVII в. было изучение передвижения веществ в растениях. Для этого надо было исследовать внутреннее строение растений. Выдающийся английский физик Роберт Гук (1635—1703) усовершенствовал микроскоп и применил его к изучению различных мелких предметов, в том числе и частей растений. В 1665 г. он впервые опубликовал описание клеточного строения растений и ввел термин «cellula» — клетка. Почти вслед за ним (с 1671 по 1682 г.) итальянец Марчелло Мальпиги (1628—1694) и англичанин Неемия Грю (1641—1712) одновременно и независимо друг от друга опубликовали сочинения, положившие начало анатомии растений. Они не только описали клетки и ткани различных органов, но и пытались выяснить значение этих структур. Мальпиги поставил ряд опытов с кольцеванием стеблей и пришел к ясному представлению о передвижении веществ в двух направлениях. Еще более точное описание того, как передвигаются вещества в растениях, дал в 1727 г. англичанин Гельс (1677—1761). Свои выводы он обосновал рядом мастерски проведенных экспериментов, и поэтому его можно назвать основателем экспериментальной физиологии растений. Как наука физиология растений оформляется окончательно лишь в конце XVIII в., после выяснения сущности фотосинтеза.

И все же вплоть до XIX в. господствующим направлением в ботанике оставалась систематика. Мышление ученых было метафизическим, т. е. вещи и явления они рассматривали неизменными и независимыми друг от друга, созданными богом в законченном виде, отрицали какое-либо поступательное развитие.

Вместе с тем, как указывает Ф. Энгельс, такой подход «имел в свое время великое историческое оправдание. Надо было исследовать предметы, прежде чем можно было приступить к исследованию процессов. Надо сначала знать, что такое данный предмет, чтобы можно было заняться теми изменениями, которые с ним происходят»¹.

Систематика и описательная морфология XVIII в. достигли высшего выражения в трудах шведского ботаника Карла Линнея (1707—1778). Линней значительно улучшил морфологическую терминологию. Он разработал и последовательно применил в своих трудах двойную (бинарную) номенклатуру, согласно которой каждый вид обозначается двумя словами (первое слово — название рода, второе — видовой эпитет). Пользуясь уточненной терминологией и бинарными словами, Линней дал описание всех известных ему видов растений и устранил многочисленные неясности в их обозначениях. Наконец, Линней разработал простую классификацию растений, которая очень облегчила работу ботаников.

Однако морфология XVIII в. пытается выяснить и общие законы образования растительных форм. В 1759 г. К. Ф. Вольф (1733—1794) описал возникновение органов в кончике побега. Немецкий поэт и естествоиспытатель И. В. Гёте (1749—1832) в 1790 г. заложил основы новой дисциплины — теоретической морфологии растений.

Колоссальными успехами ботаники был отмечен XIX век. Оформились или возникли новые разделы ботаники — физиология и анатомия растений, эмбриология, география, экология и геоботаника, учение о водорослях, грибах и других низших организмах, палеоботаника и т. д. По существу, именно в XIX в. ботаника приняла современный вид. Во всех ее разделах был накоплен громадный фактический материал.

Но не только накопление фактов было заслугой XIX в. Были созданы обобщающие теории, среди которых в первую очередь надо назвать теорию клеточного строения организмов и теорию эволюционного развития. Победа этих теорий во многом способствовала крушению метафизики и переходу к диалектическому воззрению на природу. Как отметил Ф. Энгельс, в XIX в. естествознание «стало в сущности *упорядочивающей* наукой, наукой о процессах, о происхождении и развитии этих предметов и о связи, соединяющей эти процессы природы в одно великое целое»².

Сущность теории клеточного строения организмов заключается в том, что все растения и животные состоят из клеток, представляющих собой структурные элементы жизни, и каждый организм начинает развитие из одной клетки.

Как было упомянуто выше, впервые клеточное строение в 1665 г. описал Р. Гук. Однако между открытием клетки и установлением теории

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч.— 2-е изд.— Т. 21.— С. 303.

² Там же.