

**И. А. Журбин**

**Ботаника с основами общей  
биологии**

**Москва**  
**«Книга по Требованию»**

УДК 57  
ББК 28  
И11

И11      **И. А. Журбин**  
Ботаника с основами общей биологии / И. А. Журбин – М.: Книга по Требованию, 2013. – 506 с.

**ISBN 978-5-458-26745-8**

Учебник написан в соответствии с учебной программой, в нем сжато, но в полном объеме и на уровне современных знаний дан полный курс ботаники с основами биологии. Из общебиологических проблем здесь отражены такие вопросы, как: «Происхождение жизни на земле», «Учение об эволюции органического мира», «Основы генетики» и др. Книга хорошо иллюстрирована. Учебник предназначен для студентов фармацевтических институтов и фармацевтических факультетов медицинских институтов, но может быть с успехом использован и широким кругом читателей, интересующихся вопросами ботаники, общей биологии, цитологии, общей и медицинской генетики, селекции и др.

**ISBN 978-5-458-26745-8**

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2013

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

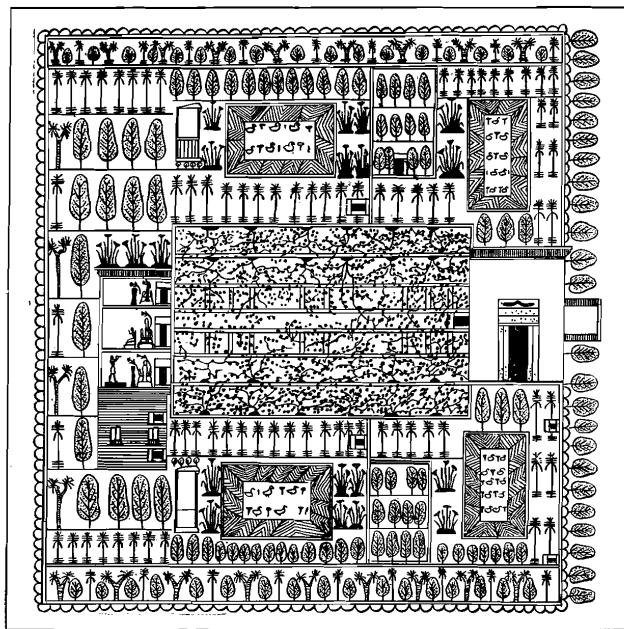
Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы 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 первозданном 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.



## 2. План сада (изображение египтян).



ствовало церковное мировоззрение, согласно которому всякая болезнь рассматривалась как наказание божье, и потому лечение сводилось к молитвам, а не к применению лекарств.

В XVI веке начали происходить значительные, социально-экономические перемены, выражавшиеся в падении феодального и зарождении капиталистического строя. Рост промышленности и сельского хозяйства вызвал оживление и расширение торговли и мореплавания. После знаменитых путешествий и открытий во второй половине XV столетия Христофора Колумба и других отважных путешественников, торговые корабли часто стали бороздить моря и океаны во всех направлениях. Человек знакомился с растительным миром различных стран, ботанические знания быстро умножались. Эти социально-экономические сдвиги порождали идеологические изменения, выражавшиеся прежде всего в тенденции к освобождению науки от власти церкви. Все чаще и чаще стали возражать против идеалистического мировоззрения, против утверждений библии и других церковных книг.

Польский ученый Коперник (1473—1543) и затем итальянский ученый Галилей (1564—1642) доказали, что не Земля, а Солнце является центром нашей солнечной системы, что Земля представляет собой одну из планет, вращающихся вокруг звезды — Солнца.

После изобретения в XV веке печатного станка развившееся книгопечатание сделало научные знания доступными широким кругам читающей публики и таким образом уничтожалась идеальная монополия церкви. Натуралисты смело и свободно начали изучать природу. Энгельс в «Дialectике

природы» писал: «Современное естествознание... начинается от той замечательной эпохи, которую мы называем эпохой Возрождения»<sup>1</sup>.

Но церковь не без боев уступала свою власть над наукой. Церковь организовала преследование ученых, критиковавших старое церковное мировоззрение. Так, ученик Коперника, итальянец Джордано Bruno (1548—1600), атеист, учивший о множественности миров, что противоречило библии, был сожжен церковью на костре в Риме. В Испании в течение 1481—1808 гг. церковью было сожжено более 30 000 человек. В Англии в 1792 г. консервативные аристократы и церковники, враждебно настроенные против прогрессивного, свободного от религиозных предрассудков ученого-химика Пристли, подговорили уличную толпу убить его. Толпа с криками «За церковь и короля!» напала на дом Пристли, разгромила его лабораторию, библиотеку и сожгла весь дом. Пристли, предупрежденный заранее друзьями, успел скрыться.

Таким образом, мы видим, что с древнейших времен до настоящего времени происходила борьба материализма против идеализма, прогрессивных течений научной мысли против реакционных, науки против религии.

Еще в XIV веке в Италии начали устраивать аптекарские сады, в которых выращивали главным образом лекарственные и ароматические растения. Позже аптекарские сады превратились в ботанические, которые являлись собраниями местных и чужеземных растений. В России первые «аптекарские города» появились в первой половине XVII века в Москве и Петербурге. Первые ботанические сады были организованы в 1707 г. в Москве и в 1714 г. в Петербурге.

Первые гербарии (от латинского слова «герба» — трава), т. е. систематизированные собрания засушенных растений, были созданы в начале XVI века.

В XVIII веке, когда уже были известны тысячи видов растений, в ботанике возникла крайняя необходимость классифицировать их, привести все накопленные знания в систему. Вот почему в XVIII веке стали появляться труды по систематике. Самым выдающимся систематиком XVIII века был шведский ученый Линней (1707—1778). Линней сам открыл и описал 1500 растений, собрал все накопленные ранее знания (10 000 видов растений) и классифицировал все растения в единой системе. Им же был систематизирован животный мир.

В 1724 г. в Петербурге была основана Академия наук, которая организовывала экспедиции для изучения природы Сибири, Камчатки и многих неисследованных областей России.

К XVIII веку относятся первые исследования по вопросам питания и дыхания растений, т. е. зарождение физиологии растений.

Маркс и Энгельс называли XVI—XVIII столетия периодом метафизическим в развитии науки. «Надо было исследовать вещи, прежде чем можно было приступить к исследованию процессов»<sup>2</sup>. Действительно, в эти столетия накапливались фактические знания, широко исследовалась природа, человечество уже знало десятки тысяч видов растений и животных, использование растений в медицине и сельском хозяйстве

■ 1 Ф. Энгельс. Диалектика природы. Гос. изд. полит. лит., 1952, стр. 3.

2 Ф. Энгельс. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии, 1948, стр. 38.

достигло небывалых размеров, но о процессе развития природы, о взаимосвязях растений, животных, почвы, климата и т. д. еще не было речи. Только отдельные высказывания об эволюции природы относятся к XVIII веку.

Впервые был использован микроскоп в биологии во второй половине XVII века, когда были открыты ячеистое, клеточное строение различных тканей растений и животных и микроорганизмы. Эти открытия принадлежат итальянскому ученому Малпиги (1628—1694), голландцу Левенгуку (1632—1723), англичанам Гуку (1635—1703) и Грю (1641—1712) и другим ученым. Однако оптическое несовершенство микроскопа того времени задержало развитие микроскопии до XIX века.

В первой половине XIX века, после усовершенствования оптической части микроскопа и техники приготовления препаратов, микроскопия стала быстро развиваться.

В результате многочисленных исследований строения растительных и животных организмов под микроскопом в течение более 150 лет (со второй половины XVII столетия по первую треть XIX столетия) был накоплен обширный материал о строении организмов. Обнаружилось, что как растительные, так и животные организмы построены из клеток, что каждое растение и животное начинает свое развитие из одной клетки, что каждая клетка образуется вследствие деления предшествующей клетки. Это одно из самых основных биологических обобщений принято называть клеточной теорией.

Основные положения клеточной теории впервые были сформулированы в 1824 г. французским биологом Дютроне, в 1834 г. — русским ботаником П. Ф. Горяниновым (1796—1865) и в 1838—1839 гг. — немецкими учеными: ботаником Шлейденом (1804—1881) и зоологом Шванном (1810—1882).

Клеточная теория послужила одним из оснований теории эволюционного развития органического мира. Она показала, что растения и животные имеют сходное клеточное строение и общее происхождение. Ф. Энгельс считал клеточную теорию одним из трех великих открытий естествознания XIX века наряду с эволюционной теорией Дарвина и законом сохранения материи и энергии.

Известный патолог Вирхов в 1858 г. в Германии развел ошибочную теорию, согласно которой организм рассматривался как «государство клеток», болезнь организма — как болезнь клеток, лечение организма — как лечение местных изменений, а не всего организма в целом. Энгельс расценивал теорию Вирхова как антидиалектическую и метафизическую. Материалистическая диалектика доказала, что все явления в организме взаимосвязаны, что весь организм представляет собой единичное целое. Теорию Вирхова опровергли известные русские клиницисты С. П. Боткин, И. М. Сеченов и И. П. Павлов. Однако все же Вирхов сыграл важную для своего времени роль в развитии патологии.

В начале XIX века идеи эволюции органического мира стали приобретать все большее распространение. Обоснованная теория эволюции была предложена Ламарком (1744—1829) в его труде «Философия зоологии» (1809), не сумевшим, однако, последовательно объяснить движущие силы эволюции.

Середина XIX столетия ознаменовалась появлением эволюционной теории английского биолога Чарльза Дарвина (1809—1882). В 1859 г. он опубликовал свой труд «Происхождение видов», в котором не только убедительно доказал

эволюцию органического мира, но и открыл процесс естественного отбора, вследствие которого происходит эволюция организмов. Дарвин доказал, что все существующие на Земле разнообразнейшие и многочисленные виды произошли от существовавших ранее более примитивных видов путем накопления из поколения в поколение наследующихся изменений. Естественный отбор давал направление эволюции в сторону все большего приспособления к условиям среды, путем вымирания организмов, оказавшихся менее приспособленными.

Учение Дарвина успешно распространялось во всех странах мира. Все биологические науки перестраивались, пересматривались все их достижения с новой точки зрения, с точки зрения эволюционной теории Дарвина. Систематика стала пересматривать классификацию животных и растений, кладя в основу единый новый критерий — принцип эволюционного развития всей природы, принцип происхождения, и искусственные системы сменились филогенетическими, отражающими родственные связи систематических групп.

В России дарвинизм нашел благодатную почву для своего развития. В распространении дарвинизма выдающуюся роль сыграл К. А. Тимирязев (1843—1920), в течение всей жизни успешно боровшийся за материалистическую биологию, против антидарвинистов.

К. А. Тимирязев работал в области физиологии растений, пропагандируя внедрение достижений науки в практику сельского хозяйства. Им продолжено изучение процесса усвоения зелеными растениями углерода при помощи энергии солнечного света. Этот процесс, называемый фотосинтезом, имеет огромное значение для всего органического мира на Земле.

Великая Октябрьская социалистическая революция, после которой бурными темпами стало развиваться социалистическое сельское хозяйство и промышленность, оживила работу русских ботаников и создала благоприятные условия для дальнейшего развития этой области знаний. Ботаника в СССР стала передовой наукой.

Советские ботаники — эмбриолог и цитолог С. Г. Навапин (1857—1930), физиолог и агрохимик Д. Н. Прянишников (1865—1948), систематик и географ В. Л. Комаров (1869—1945), эколог Б. А. Келлер (1874—1945), физиолог Н. А. Максимов (1880—1952), генетик и географ Н. И. Вавилов (1887—1942) и многие другие — успешно продолжали дальнейшее развитие ботаники.

В настоящее время вышло в свет многотомное издание «Флора СССР», включающее более 17 500 видов сосудистых растений; кроме того, изданы «Флора Крыма», «Флора Кавказа», «Флора Западной Сибири» и флоры союзных республик. Всесоюзным институтом растениеводства издана «Культурная флора СССР». Ботаническим институтом имени Г. Л. Комарова АН СССР напечатаны геоботанические карты СССР. Плодотворно разрабатываются вопросы выведения новых ценных сортов растений, введение в культуру дикорастущих полезных растений, получения новых антибиотиков.

Однако, как отметил в своем докладе на мартовском (1965 г.) Пленуме ЦК КПСС Л. И. Брежнев, «...Достижения нашей сельскохозяйственной, биологической науки и практическая помощь ее производству могли быть более успешными, если бы своевременно были устранины порочные теории и

догмы, которые возникли без достаточных научных оснований и поддерживались административными средствами<sup>1</sup>.

Акад. М. В. Келдыш в своей статье, посвященной развитию советской науки, заметил: «В течение последних десятилетий на развитие биологии в большой мере отразилось монопольное положение группы ученых, возглавляемой академиком Т. Д. Лысенко, отрицавшей ряд важнейших направлений биологической науки и впредрявившей свои точки зрения, часто не соответствующие современному уровню и экспериментальным фактам»<sup>2</sup>.

В настоящее время в СССР имеются крупнейшие в мире ботанические библиотеки и гербарии (например, гербарий, насчитывающий свыше 5 млн. гербарных листов, в Ботаническом институте имени В. Л. Комарова АН СССР), более 60 ботанических садов и 87 заповедников. В царской России имелось только 19 ботанических садов и 2 заповедника.

Заповедником называется специально выделенная территория, на которой сохраняется растительный и животный мир в его естественном состоянии. Заповедники охраняются, в них запрещается селиться, обрабатывать землю, охотиться и т. д. Заповедники, как и ботанические сады, являются своего рода лабораториями в природе, представляют большую ценность для научно-исследовательской работы, для изучения и введения в культуру ценных диких видов. При помощи заповедников сохраняются такие ценные и редкие в СССР виды растений, как тисс, самшит, лотос и др., и такие млекопитающие, как зубр, мэрской котик, бобр, соболь и выхухоль, а также птицы — пеликан, белая цапля и др.

То, о чём мечтали ботаники, — настолько изучить жизнь растений, чтобы уметь управлять его развитием, — стало осуществимым. Перед ботаникой ставятся важные задачи: изучение природных растительных ресурсов для использования их в промышленности, сельском хозяйстве и медицине, изучение законов изменчивости и формообразования для разработки методики направленного изменения растений, изучение процесса фотосинтеза и многое другое.

К настоящему времени ботаника настолько разрослась, что отдельные ее разделы являются самостоятельными науками, различающимися и своими задачами, и своими методами исследования. Рассмотрим главнейшие ботанические дисциплины.

**Систематика растений** (от греческого слова «систематикэс» — сложенный) распределяет разнообразные виды растений по отдельным группам, устанавливая их родственность, их происхождение. Систематика растений производит как бы инвентаризацию массы разнообразнейших видов растений, классифицирует их, приводит в единую систему.

**Морфология растений** (от греческих слов «морфэ» — форма и «логос» — учение) изучает закономерности их строения. Растение распознается прежде всего по его морфологии. Это одна из старейших отраслей ботаники. Морфология в широком смысле охватывает все вопросы внешнего и внутреннего (микроскопического) строения растений. В узком смысле под морфологией понимают науку о закономерностях внешнего строения растений. Современные морфоло-

■ <sup>1</sup> Л. И. Брежнев. Доклад на марсовом Пленуме ЦК КПСС (1965 г.).

<sup>2</sup> М. В. Келдыш. Советская наука: итоги и перспективы. «Правда», № 35 от 4 февраля 1965 г.

гические направления исследований решают проблемы эволюции форм растений, их трансформаций, проблемы морфогенеза.

**Анатомия растений** (от греческого слова «анатэмнэин» — разрезать) изучает их внутреннее строение, ткани растений. Анатомия помогает определить лекарственное сырье, когда оно состоит из измельченных в порошок растений, морфологические признаки которых установить нет возможности, а анатомические признаки могут быть обнаружены под микроскопом.

**Цитология** (от греческого слова «цитос» — клетка) изучает строение и жизнедеятельность клетки.

**Эмбриология растений** (от греческого слова «эмбрион» — зародыш) изучает развитие зародыша и семени, а также развитие органов размножения.

**Физиология растений** (от греческого слова «физис» — природа) изучает жизненные процессы, происходящие в растениях (рост и развитие, питание, дыхание, размножение и т. п.).

**Биохимия растений** изучает происходящие в них химические процессы. Биохимия и физиология растений дают возможность узнать процесс накопления в растении того или иного лекарственного вещества и поэтому знать, какие части растения и когда следует собирать, как их хранить и т. п.

**Генетика растений** (от греческого слова «генезис» — происхождение) изучает наследственность и изменчивость растительных организмов. Генетика является теоретической основой селекции. Генетика — молодая наука, зарождение ее относится к началу XX столетия.

**Экология растений** (от греческого слова «оикос» — дом, место обитания) изучает взаимозависимость растений и условий среды, в которой они живут. Условия местообитания настолько сильно влияют на растения, что по их структуре часто можно определить условия среды, в которых формировался данный вид. Значение экологии для изучения растений очень велико.

**География растений** изучает закономерности распространения видов на нашей планете Земле.

**Геоботаника** (от греческого слова «геос» — земля), или фитоценология (от греческих слов «фитон» — растение и «ценоз» — общий, или «фитоценоз» — совокупность растений), изучает растительный покров Земли, растительные группировки или сообщества. Например, сообщество леса, в котором в тесной взаимозависимости произрастают высокие деревья, кустарники (подлесок) и травянистые растения.

**Палеоботаника** (от греческого слова «палайос» — древний) изучает ископаемые остатки растений, существовавших в давно прошедшие геологические эпохи, отпечатки растений в осадочных породах, окаменевшие растения и помогает составить представление о ходе эволюции растений.

Существуют еще разделы ботаники, углубленно изучающие отдельные систематические группы растений. Так, раздел, занимающийся изучением главным образом бактерий и некоторых грибов, называется бактериологией и является частью науки — микробиологии (от греческих слов «микрос» — малый и «биос» — жизнь). Раздел ботаники, изучающий водоросли, называется альгологией (от латинского слова «альга» — водоросль), изучающий грибы — микологией (от греческого слова «микос» — гриб), изучающий лишайники —

## Круговорот веществ в природе

лихенологией (от греческого слова «лейхен» — лишайник), изучающий мхи — бриологией (от греческого слова «брон» — мох); древесные и кустарниковые растения представляют предмет особой науки — дендрологии (от греческого слова «дэндрон» — дерево).

Организм и среда, в которой он живет, неразрывно связаны посредством обмена веществ. Одни вещества поглощаются организмом из среды, другие вещества выделяются им в среду. Такой постоянный процесс обмена веществ свойствен всякому организму, всякому живому телу. Если обмен веществ прекращается, организм перестает жить.

Обмен веществ наблюдается и в неживой природе. Например, при горении свечи из воздуха поглощается кислород и в воздух выделяются углекислый газ, пары воды. Однако обмен веществ между организмом и внешней средой и между свечой и воздухом резко различается тем, что в первом случае организм увеличивает массу своего тела, самообновляется, а во втором — свеча разрушается, сгорает. Самообновление в процессе обмена веществ является важным характерным свойством всякого живого организма.

Процесс поглощения организмом веществ из окружающей среды и синтеза из них веществ своего тела называется асимиляцией. Процесс распада органического вещества и выделения получившихся веществ в окружающую среду, т. е. процесс, обратный асимиляции, называется диссимиляцией. В качестве примера асимиляции может быть приведен процесс фотосинтеза, подробно рассматриваемый ниже. Примером диссимиляции является процесс дыхания (окислительный распад органических соединений до углекислоты и воды) или брожения (неполный окислительный распад органических соединений до продуктов — этилового спирта, молочной кислоты, уксусной кислоты и др.).

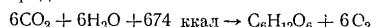
Чем больше асимиляция превышает диссимиляцию, тем больше в организме образуется веществ для построения новых клеток, — организм увеличивает свою массу, объем, т. е. растет. Так, из процесса обмена веществ вытекает процесс роста. Так же из процесса обмена веществ вытекают и другие процессы жизни — движение, раздражимость, фурмобразование, размножение, наследственность и изменчивость, отличающие живое от неживого. Энгельс писал: «Из обмена веществ посредством питания и выделения, — обмена, составляющего существенную функцию белка, — и из свойственной белку пластичности вытекают все прочие простейшие факты жизни: раздражимость, которая заключается уже во взаимодействии между белком и его пищей; сокращаемость, обнаруживающаяся уже на очень низкой ступени при поглощении пищи; способность к росту, которая на самой низшей ступени включает размножение путем деления; внутреннее движение, без которого невозможно ни поглощение, ни асимилирование пищи»<sup>1</sup>.

Работами английского химика Пристли (1733—1804), швейцарских ученых Сенебье (1742—1809) и Соссюра (1767—1845), французского химика Буссенго (1802—1887), русских физиологов растений А. С. Фамицына (1835—1918) и К. А. Тимирязева (1843—1920) и других ученых выяснен имеющий огромное значение в природе процесс фотосинтеза. Фотосинтезом называется процесс синтеза органиче-

<sup>1</sup> Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. Госполитиздат, 1948, стр. 78.

ских веществ зелеными растениями. При этом органическое вещество синтезируется из неорганических веществ; процесс этот протекает с поглощением энергии. Энергией служит солнечный свет, в связи с чем синтез этот называется фотосинтезом (от греч. «фотос» — свет). Следовательно, фотосинтез в природе может протекать только днем. В искусственных условиях солнечный свет может заменяться электрическим.

Исходными неорганическими веществами в процессе фотосинтеза являются углекислота воздуха и вода, а синтезируемым органическим веществом является глюкоза, или виноградный сахар. Процесс протекает крайне сложно. Упрощенно его можно представить так:



Получившаяся таким образом глюкоза впоследствии превращается в более сложные углеводы (крахмал и др.), в жиры, а после присоединения азота, который поступает в растения из почвы в виде неорганических азотнокислых и аммонийных солей и других элементов, синтезируются белки и другие сложные вещества.

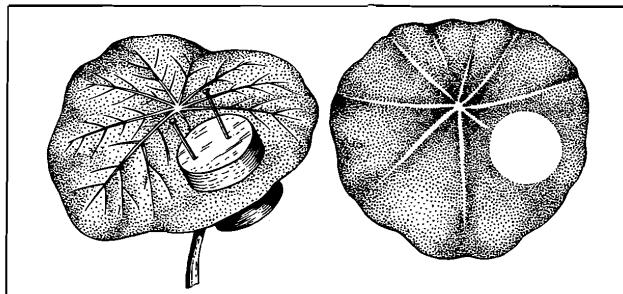
Образование крахмала на свету вследствие фотосинтеза в зеленых листьях наглядно доказывается простым опытом, во-сияющим название «пробы Сакса». Вазон с зеленым растением ставят в темноту, чтобы весь накопившийся в листьях крахмал был использован растением. Затем часть листа закрывают светонепроницаемой бумагой или куском пробки и выставляют растение на свет. Через несколько часов исследуемый лист срывают, кипятят в спирту для извлечения хлорофилла и опускают в раствор йода. В той части листа, которая освещалась и потому в ней протекал фотосинтез, крахмал окрасится йодом в сине-фиолетовый цвет и вся часть листа будет сине-фиолетовой. В той же части, которая была закрыта и потому в ней не протекал фотосинтез, крахмала не будет и потому она не даст цветной реакции (рис. 3). Можно весь лист закрыть светонепроницаемой бумагой с вырезанными на ней буквами, тогда на листе будут сине-фиолетовые буквы, получится своего рода фотография.

Многие сложные органические вещества, вырабатывающиеся в зеленом растении, могут впоследствии явиться пищей для животных и человека, которые не обладают способностью синтезировать органическое вещество из неорганических веществ. Если бы прекратился синтез органических веществ растениями, не мог бы существовать весь органический мир.

Кроме того, при фотосинтезе выделяется кислород; атмосфера, вода обогащаются кислородом, необходимым для дыхания. Кроме очищения воздуха путем обогащения его кислородом в процессе фотосинтеза, воздух одновременно очищается еще и путем поглощения из него углекислоты. Ведь 1 г зеленых растений поглощает при фотосинтезе столько углекислоты, сколько ее выделяют при дыхании 200 человек. Для накопления кислорода, необходимого для дыхания одного человека, требуется в среднем 50 м<sup>2</sup> зеленых насаждений. Водоросли при фотосинтезе очищают воду, обогащая ее выделяемым кислородом и поглощая из нее углекислоту.

Организмы, способные питаться неорганическими веществами и синтезировать из них органические вещества своего тела, называются автотрофными (от греч. «автос» — сам и «трофэ» — питание). К автотрофным организмам относятся высшие зеленые растения, водоросли и некоторые виды бак-

## 3. Опыт накопления крахмала в процессе фотосинтеза.



терий (окрашенных), синтезирующие органические вещества при помощи световой энергии и потому называемые фотосинтезирующими, или фо́то́рофны́ми. Следует заметить, что водоросли (преимущественно одноклеточные) синтезируют около 90% всей массы органических веществ, синтезируемых фототрофными организмами на Земле.

К автотрофным организмам относятся также некоторые виды бактерий, способные окислять закись железа, аммиак и другие неорганические соединения и использовать освобождающуюся при этом химическую энергию для синтеза органического вещества своего тела, и потому называемые хемосинтезирующими, или хемотрофными. Хемотрофный способ питания, очевидно, является самым древним.

Организмы, питающиеся готовыми органическими веществами и строящие из них органические вещества своего тела, называют гетеротрофными (от греч. «гетерос» — иной, другой и «трофэ» — питание). К гетеротрофным организмам относятся человек, животные, грибы и большинство видов бактерий, способных питаться живым или мертвым органическим веществом.

Гетеротрофные организмы, живущие на теле или в теле другого организма (хозяина) и питающиеся за его счет, называют паразитами. Паразиты вызывают болезни растений, животных и человека. Примерами паразитов являются виды ржавчинных грибов, вызывающие болезнь растений, так называемую ржавчину, или патогенные бактерии, вызывающие болезни у человека и животных.

Организмы, питающиеся мертвым органическими веществами (трупами животных, растений или продукты их жизнедеятельности), называют сапрофитами. Сапрофиты ускоряют разложение и минерализацию сложных органических веществ, животных и растительных трупов. Примерами сапрофитов могут служить молочнокислые бактерии, вызывающие молочнокислое брожение, или гриб, живущий деревянных частях построек и называемый домовым грибом. Домовой гриб, разрушая древесину, часто наносит большой ущерб пародному хозяйству.

Есть среди растений виды, питающиеся хищническим способом, например росичка, улавливающая насекомых и переваривающая их белки выделенным ею пищеварительным соком. Кроме того, росичка является примером смешанного, или миксотрофного — и хищнического, и фототрофного, спо-

тела питания, так как наряду с химическим способом питания ее зеленые клетки способны питаться фототрофно.

Для синтеза глюкозы, как уже говорилось, необходима солнечная световая энергия. Вычислено, что для синтеза 1 грамм-молекулы глюкозы требуется, выражая энергию в тепловых единицах, 674 килокалории (ккал). Поглощенная при реакции световая энергия переходит в химическую и скрытом состоянии заключается в молекуле глюкозы. Если произвести обратную реакцию, т. е. разложить глюкозу на углекислоту и воду, то скрытая химическая энергия передает обратно в световую и тепловую. И действительно, при сжигании органического вещества выделяется свет и тепло.

В организме человека и животных происходит окисление органических веществ, при котором скрытая химическая энергия пищевых продуктов переходит в другие формы энергии — тепловую (сопротивление организма), механическую (движение организма), химическую (синтез сложных молекул белка и др.). Следовательно, органические вещества, синтезированные зелеными растениями, являются не только пищей человека и животных, но и источником энергии. К. А. Тимирязев пищу остроумно называл «консервом солнечных лучей».

Замечательный исследователь фотосинтеза К. А. Тимирязев в своей публичной лекции в 1875 г. так представил превращение энергии солнечного света: «Когда-то, где-то на Землю упал луч солнца, но он упал не на бесплодную почву, он упал на зеленую былинку пшеничного ростка или, лучше сказать, на хлорofilловое зерно. Ударяясь о него, он потух, перестал быть светом, но не исчез. Он только затратился на внутреннюю работу... образовал крахмал. Этот крахмал, превратясь в растворимый сахар, после долгих странствий по растению, отложился, наконец, в зерне в виде крахмала же, или в виде клейковины. В той или другой форме он вошел в состав хлеба, который послужил нам пищей. Он преобразился в наши мышцы, в наши нервы. И вот теперь атомы углерода стремятся в наших организмах вновь соединиться с кислородом, который кровь разносит во все концы нашего тела. При этом луч солнца, таившийся в них в виде химического напряжения, вновь принимает форму явной силы. Этот луч солнца согревает нас. Он приводит нас в движение. Быть может, в эту минуту он играет в нашем мозгу»<sup>1</sup>.

Зеленые растения нашей планеты в течение года превращают в химическую энергию столько световой энергии, сколько могли бы выработать 200 000 таких электростанций, как Куйбышевская ГЭС, дающая 10 млрд. киловатт-часов в год.

Таким образом, зеленое растение играет важную космическую роль, поглощая световую энергию Солнца и переводя ее в другие виды энергии, крайне необходимой в жизни человека на планете Земле.

Где же в зеленом растении происходит процесс фотосинтеза? При рассмотрении под микроскопом зеленой части растения легко заметить, что она состоит из клеток, в протоплазме которых плавают зеленые зернышки (рис. 4). Эти зеленые зернышки называются хлоропластами зернами, или хлоропластами. В них имеется пигмент зеленого цвета, хлорофилл. При посредстве этого хлорофилла в хлоро-

■ <sup>1</sup> К. А. Тимирязев. Сочинения. Т. I. М., 1937, стр. 293.