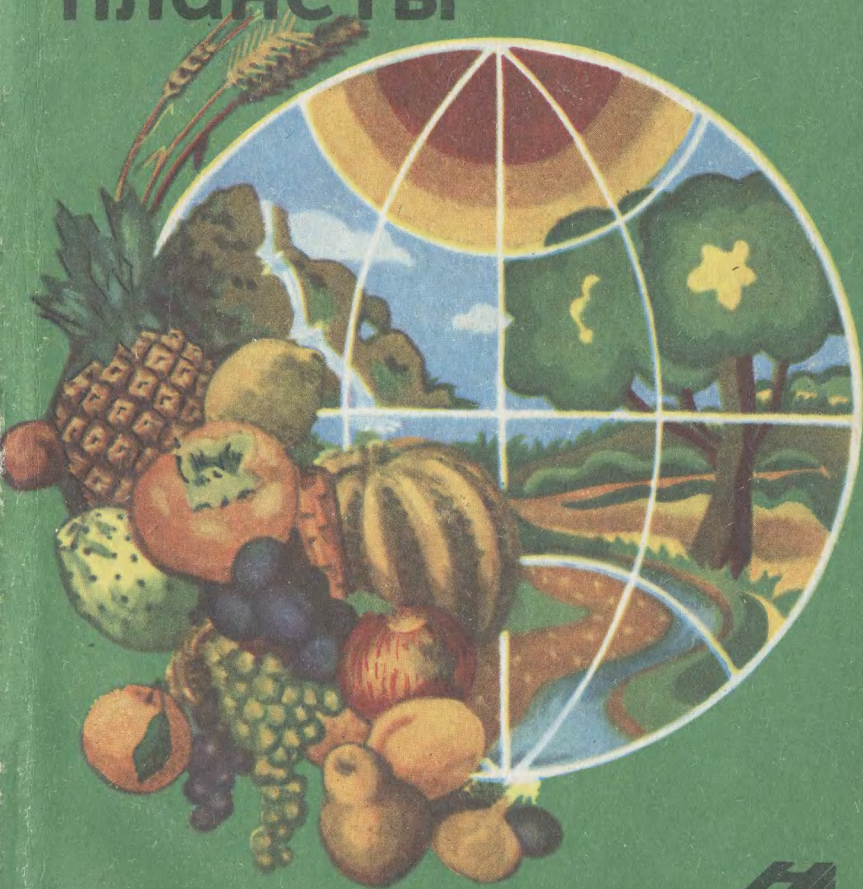


В. И. Артамонов

Зеленая лаборатория планеты



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА ШКОЛЬНИКА



В. И. Артамонов

Зеленая лаборатория планеты



МОСКВА АГРОПРОМИЗДАТ 1987

ББК 28.57

А86

УДК 581.19

Рецензенты: Доктор биологических наук *М. Г. Агаев*, кандидат биологических наук *В. К. Щербаков*

Артамонов В. И.

А 86 Зеленая лаборатория планеты. — М.: Агропромиздат, 1987. — 143 с.: ил.

В увлекательной форме автор рассказывает о химическом составе многих растений. В книге нашли отражение некоторые интенсивно развивающиеся направления биохимии растений, имеющие теоретическое и прикладное значение (проблема белка в питании людей и кормлении животных, использование человеком ферментов растительного происхождения, а также разнообразных стероидных соединений). На многочисленных примерах показано значение веществ, синтезируемых растениями, для ряда отраслей сельского хозяйства. Приводятся сведения о введении в культуру новых растений, являющихся продуцентами группы веществ, важных в технологическом отношении.

Издание рассчитано на широкий круг читателей.

А **380300000—004**
(035)01—87 **203—87**

ББК 28.57

© ВО «Агропромиздат», 1987

К ЧИТАТЕЛЮ

Вся биосфера, все живые организмы, обитающие на Земле, живут и размножаются благодаря органическим веществам, образующимся в ходе фотосинтеза зеленых растений.

Говоря о значении зеленых растений в жизни человека, мы можем отметить пять основных моментов. Во-первых, растения используются в качестве продуктов питания людей и корма сельскохозяйственных животных. Во-вторых, они служат сырьем для промышленности. В-третьих, растения нередко выступают в роли лекарственных средств. В-четвертых, многие представители растительного мира обладают высокими декоративными достоинствами. Наконец, в-пятых, растения очищают водный и воздушный бассейны от вредных примесей, накапливающихся в природной среде в результате работы промышленных предприятий и транспорта.

На протяжении своей жизни человек потребляет в виде пищи огромное количество веществ. Ученые подсчитали, что от рождения до смерти он усваивает ни много ни мало — около 56 тонн воды, 14 тонн углеводов, 2,5 тонны белков и столько же жиров. Да плюс к тому еще соли. Количество потребляемых человеком химических веществ в тысячу раз превышает его массу!

Часть веществ включается в процесс обновления клеточных структур, который постоянно протекает в теле человека. Кроме того, в процессе усвоения пищи происходит образование богатых энергией, или, как говорят, макроэргических, связей аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Энергия АТФ непосредственно используется в ходе осуществления физиологических функций человеческого организма. Она необходима для совершения людьми умственной и физической работы.



Рис. 1. Потребность одного человека в основных продуктах питания в течение всей его жизни.

Общая потребность человека в питательных веществах обеспечивается растениями прямо или опосредованно: их либо непосредственно используют в пищу, либо предварительно скормливают животным, мясом или молоком которых мы питаемся.

С каждым годом перед человечеством все острее встает продовольственная проблема. Ведь, согласно статистике, население земного шара еженедельно возрастает на 1 миллион 400 тысяч человек.

Подходы к решению этой проблемы различны. Один из них связан с переоценкой роли отдельных наук в человеческом обществе. Говоря о задачах, которые встанут перед человечеством к началу XXI века, член-корреспондент АН СССР Г. А. Заварзин отметил: «В научно-техническом прогрессе на первое место выходят биологические дисциплины, которые имеют наибольшее значение для обеспечения выживания общества в условиях истощающихся ресурсов и недостатка энергии. От инженерно-машинного способа мышления происходит переход к мышлению биологическому, при котором сорт растения, его пищевые потребности имеют приоритет перед конструкцией трактора»¹.

Футурологи считают, что в XXI веке возрастет роль продуктов растениеводства в питании людей. За счет чего же ожидается прирост растениеводческой продукции?

¹ Г. А. Заварзин. Микробиология двадцать первого века. М.: «Знание», серия «Биология», 1981 г., № 1, с. 11.

Один из путей к этому связан с расширением посевных площадей. Однако этот путь не может привести к радикальному увеличению продуктов питания. Ведь на Земле осталось не так много неосвоенных территорий. Поэтому более перспективным представляется другой путь, связанный с повышением продуктивности культурных растений.

Сопоставление рекордных и средних урожаев основных сельскохозяйственных культур привело ученых к выводу, что путем интенсификации растениеводства можно увеличить производство пищевых продуктов в три-четыре раза.

Для того, чтобы нынешние рекордные урожаи стали в будущем обычными, средними, необходимо хорошо знать растения, их биологические свойства. Следует четко представлять себе суть физиологических процессов, протекающих в растительных организмах, причины устойчивости растений к неблагоприятным природным условиям, вредителям и болезням. Нужно тщательно изучить химический состав растительных организмов, особенности превращения в них различных соединений. Только в этом случае мы сможем, управляя физиолого-биохимическими процессами, протекающими в растениях, существенно влиять на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Большое внимание решению продовольственной проблемы придается в нашей стране. По инициативе Центрального Комитета КПСС была разработана Продовольственная программа СССР на период до 1990 года.

Осуществление ее невозможно без проведения углубленных теоретических исследований, в частности, по биотехнологии синтеза белка.

Что такое биотехнология? Это наука, разрабатывающая технологические основы новых производственных процессов, базирующихся на использовании живых организмов или их компонентов; так, например, в биотехнологических процессах могут быть использованы живые клетки и их органоиды.

Возникновение биотехнологии стало возможным в результате достижений в области микробиологии и смежных дисциплин. Наряду с микроорганизмами в биотехнологических целях используются также высшие растения. Так, например, клетки женьшеня культивируются на искусственной питательной среде для получения ценных веществ, содержащихся в корнях этого растения.

По существу, растительный мир представляет собой гигантскую зеленую фабрику, производящую крахмал и

масла, целлюлозу и белки, сахара и витамины, красящие и ароматические вещества, каучук и ценнейшие лекарства, органические кислоты и дубители.

Главным «цехом» по производству этих веществ являются зеленые листья. В них происходит чрезвычайно важный для всей живой природы процесс, заключающийся в образовании на свету органических веществ из неорганических (углекислого газа и воды). Этот процесс немецкий ученый В. Пфедфер в 1877 году назвал фотосинтезом. Процесс фотосинтеза по своему значению и размаху — самый грандиозный процесс, совершающийся на нашей планете. «Зеленая лаборатория» не только синтезирует разнообразные органические вещества, но и трансформирует энергию солнечного луча в энергию химических связей органических соединений (белков, жиров, углеводов). Эта «законсервированная» энергия используется затем для процессов жизнедеятельности человека и животных.

Успехи в изучении химического состава растений, достигнутые за последние годы, позволили наладить производство целого ряда ценнейших органических веществ, используемых в питании людей, кормлении животных, медицине, технике, быту. Наука, изучающая химический состав растительных организмов, а также превращения, происходящие в них, носит название биохимии растений. Она зародилась еще в глубокой древности, когда человек столкнулся с биохимическими процессами, лежащими в основе хлебопечения, пивоварения, виноделия. Однако более углубленное и систематическое изучение химического состава живых организмов началось лишь со второй половины XIX столетия, когда естествознание стало освобождаться от церковного мракобесия, а химические методы анализа усовершенствовались настолько, что стало возможным определение веществ в сравнительно небольших их количествах. В конце XIX века биологическая химия сформировалась в самостоятельную научную дисциплину.

Биохимия растений наряду с физиологией растений имеет очень важное значение в познании тайн растительного мира, в разумном его использовании человеком. В настоящее время роль этой науки все более возрастает, что и неудивительно. Ведь исследования биохимиков в области повышения эффективности технологических процессов в пищевой промышленности (мукомольной, хлебопекарной, витаминной, консервной, чайной) способствуют решению

продовольственной проблемы. Кроме того, детальное исследование химического состава дикорастущих растений нередко приводит к тому, что они становятся ценными источниками получения лекарственных препаратов. В качестве примера можно рассказать о судьбе паслена дольчатого и паслена птичьего — сорных растений Австралии и Новой Зеландии. Когда возникла проблема синтеза кортизона, химики установили, что экономически выгодным сырьем для производства этого ценного лекарственного препарата может служить соласодин, присутствующий в некоторых растениях. Поиски объектов с высоким содержанием этого соединения завершились успехом. Оказалось, что «чемпионами» по содержанию соласодина являются самые заурядные сорняки. Из соласодина, выделенного из паслена дольчатого и паслена птичьего, получают прогестерон — важный продукт в синтезе кортизона и его производных.

Многие проблемы, с которыми столкнулось человечество за последние годы (истощение энергетических и сырьевых ресурсов, загрязнение природной среды) заставляют нас по-новому оценить роль растений в производстве ценных для человека веществ. В отличие от нефти, газа, каменного угля, которые относятся к невозобновляемым источникам сырья, растения представляют собой возобновляемый источник получения различных химических соединений. Кроме того, «зеленая фабрика», производящая необходимые для нас продукты, практически не загрязняет нашу среду обитания. Загрязнение окружающей человека среды возможно лишь на этапе извлечения из растений этих продуктов и их переработки. Синтез же любого вещества на химическом заводе всегда связан с опасностью загрязнения водного и воздушного бассейнов. К тому же, как показал опыт, синтетические материалы нередко значительно уступают по качеству естественным, получаемым из растений.

Разнообразные органические вещества, синтезируемые зелеными растениями, служат основой существования всей биосферы. Этими веществами питаются, в частности, многие лишённые хлорофилла низшие растения (шляпочные, плесневые и лучистые грибы, дрожжи, бактерии). Потребляя органические вещества зеленых растений, бесхлорофилльные организмы превращают их во множество других соединений, причем осуществляют это превращение с большой скоростью. Ученые установили, что не-

которые из этих организмов, культивируемые на бросовом растительном сырье (соломе, опилках и т. п.), могут служить источником получения ценнейших для человека веществ. Так возникла новая отрасль науки — биотехнология, о которой мы упоминали выше. С помощью биотехнологических процессов сейчас получают антибиотики, витамины, аминокислоты, кормовые белки, ферменты, органические кислоты. Таким образом, бесхлорофилльные растения существенным образом расширили биосинтетические возможности «зеленой лаборатории» планеты. И мы, задавшись целью познакомить читателей хотя бы с небольшим количеством соединений, синтезируемых зелеными растениями, не можем не упомянуть о роли бесхлорофилльных низших растений, тем более, что они в настоящее время широко используются в биотехнологии.

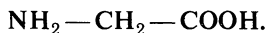
Когда я со своими сверстниками учился в школе, XXI век казался недостижимо далеким. Тем, кто сейчас сидит за школьными партами, предстоит жить и трудиться в третьем тысячелетии. И мы, родившиеся в первой половине настоящего столетия, пытаемся предугадать, в какую сторону изменятся условия их жизни, пытаемся помочь молодому поколению своими советами. Наверное, поэтому у меня и возникла мысль написать книгу, основной «совет» которой можно сформулировать так: любите, изучайте и тщательно берегите растительный мир — главное богатство нашей планеты.

В своей книге мне хотелось рассказать о веществах, синтезируемых растениями, об их значении в природе и жизни человека и, конечно же, о самих растениях — источниках получения ценных химических соединений.



БЕЛКИ РАСТЕНИЙ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Белки — это макромолекулярные соединения, состоящие из аминокислот. Хотя в растениях обнаружено большое число аминокислот, лишь 22 из них используются для построения белковых молекул. Простейшей аминокислотой является глицин:



Содержащиеся в нем аминная NH_2 и карбоксильная COOH группы характерны для всех аминокислот.

Аминокислоты соединяются в белковую молекулу при помощи пептидной связи $-\text{CO}-\text{NH}-$. При этом группа NH_2 одной молекулы взаимодействует с группой COOH другой молекулы аминокислоты. В зависимости от содержания аминокислот молекулярная масса белков колеблется от десяти тысяч до нескольких миллионов. Так, например, белок ячменного зерна гордеин имеет молекулярную массу 27500, а фермент уреазы соевых бобов — 480000.

Свойства белков зависят как от числа, так и от порядка расположения входящих в них аминокислот. В 1953 году были опубликованы результаты изучения расположения аминокислот в молекуле белкового гормона инсулина. Оказалось, что она состоит из 51 аминокислотного остатка. В настоящее время последовательность аминокислот в белках исследуется во многих лабораториях мира, а количество изученных в этом отношении белков составляет, по-видимому, около тысячи.

Молекулы одного и того же белка содержат одинаковое число аминокислот, расположенных в определенной последовательности. Порядок чередования аминокислотных остатков в белковой молекуле особым образом зашифрован в особенностях строения нуклеиновых кислот. Взаимное расположение аминокислот в белковой молекуле образует так называемую первичную структуру. Она возникает за счет упоминавшихся выше пептидных связей.

Вторичная структура белковых молекул создается при участии так называемых водородных связей. Водородные связи возникают между атомами водорода и атомами кислорода или азота. Эти связи значительно слабее по сравнению с валентными связями. Однако они играют важную роль в формировании структуры белковой молекулы. Благодаря им она приобретает вид спирали. Это и есть вторичная структура белка.

Спиралеобразная цепочка аминокислот располагается в пространстве не как попало, а определенным образом. Это — третичная структура белка.

Первичная, вторичная и третичная структуры белковой молекулы определяют свойства белков. Если естественная структура молекулы под влиянием каких-то факторов нарушается, белок свертывается, или, как говорят, подвергается денатурации. При этом происходит нарушение вторичной и третичной структуры полипептидной белковой цепочки и образование беспорядочного клубка. Денатурацию вызывают высокие температуры, воздействие органических растворителей (спирта, ацетона), кислой или щелочной реакции среды, ионов тяжелых металлов. Денатурацию белковых молекул можно легко представить себе, если вспомнить свертывание яичного белка при нагревании.

Денатурация белков происходит и при старении организма. Правда, в этом случае она идет очень медленно. Так, например, у семян при длительном их хранении даже в наиболее благоприятных условиях наблюдаются ослабление способности поглощать воду и, наконец, потеря способности к прорастанию.

Белки — важнейшая часть цитоплазмы как растительных, так и животных клеток. Очень существенно, что многие из них обладают способностью регулировать скорость протекания тех или иных биохимических реакций. Такие белки называются ферментами.

1. Белки растений в питании людей

Белки служат одним из важнейших компонентов пищи. Взрослый человек должен получать в сутки около 100 граммов белка. В настоящее время на жителя нашей планеты производится в среднем около 60 граммов пищевого белка. Это означает, что огромное количество людей недоедает и даже просто голодает. Чтобы обеспечить хотя бы минимальные пищевые потребности людей, необходимо в ближайшие 20—25 лет довести производство пищевого белка до 45—50 миллионов тонн в год, то есть увеличить вдвое по сравнению с уровнем 80-х годов. В связи с этим исследователи разных стран мира интенсивно работают над поиском новых источников белка.

Белковому питанию людей служит мясо, в котором содержится около 38 процентов белка. Растительная пища хуже животной как по количеству, так и по качеству белков. Так, например, в пшеничном хлебе содержится 8 процентов, в клубнях картофеля до 3 процентов, а в листьях капусты — 1,1—2,3 процента белка. Если в белках молока и мяса имеются все необходимые для человеческого организма аминокислоты, то в белках растений некоторые из них могут отсутствовать. Так, в белках кукурузы нет таких важных для человеческого организма аминокислот, как лизин, триптофан. Пшеничный хлеб тоже беден лизином. По этой причине растительные белки не могут полностью заменить животные, и при употреблении растительной пищи человек должен дополнительно использовать хотя бы десять граммов животных белков в сутки. Исключением являются белки кокосовых орехов, которые могут полностью заменить животный белок.

Следует отметить, что некоторые растения обладают значительным содержанием белка. Так, например, в сухом веществе белых грибов белок составляет 33 процента. Грибы обладают приятным специфическим вкусом и ароматом, поэтому они широко используются в качестве пищевого продукта. В старину на Руси во время постов некоторые группы населения питались преимущественно грибами. Нужно, однако, заметить, что грибы перевариваются и усваиваются значительно хуже, чем мясо.

Много белков содержится в семенах бобовых растений. Так, например, в семенах сои количество их составляет 35—45 процентов. Белки сои являются полноценным источником азотсодержащих веществ в пище; 60—90 грам-

мов соевого белка удовлетворяют суточную потребность человека в аминокислотах — лизине, триптофане и лейцине. Не случайно с целью преодоления угрозы белкового голода ученые предлагают расширить площади, занятые бобовыми культурами. Следует отметить, что в семенах сои и некоторых других бобовых растений найден ингибитор¹ важных ферментов — трипсина и химотрипсина; он вызывает задержку роста животных. Ингибитор получен в кристаллическом виде и представляет собой белок, относящийся к группе глобулинов (так называют белки, нерастворимые в воде, но растворимые в водных растворах различных солей). Добавление его к корму молодых мышей вызывает сильную задержку их роста.

В настоящее время соевый белок является самым дешевым, однако он не может полностью снять проблему белкового дефицита. В связи с этим ученые разных стран энергично работают над проблемой получения пищевого белка из одноклеточных организмов (дрожжей, бактерий). Эти микроорганизмы привлекли к себе внимание тем, что обладают чрезвычайно высокими темпами роста. Установлено, что при благоприятных условиях содержания корова массой 500 килограммов синтезирует за сутки около 0,5 килограмма белка. За это же время пятисоткилограммовая масса дрожжей может образовать 50 тысяч килограммов белковых веществ, то есть в 100 тысяч раз больше! Микроорганизмы как производители пищевого и кормового белка интересны еще и тем, что могут использовать для своего питания вещества, которые не перерабатываются животными.

Усилия ученых направлены на то, чтобы разработать технологию получения из одноклеточных организмов полноценного пищевого белка.

Хотя микробный белок содержит все необходимые для жизни человека аминокислоты, на пути использования его в пищевых целях стоит немало трудностей. Одна из них связана с необходимостью тщательного отделения микроорганизмов от питательного субстрата, в котором могут содержаться вредные для человека вещества. Такие вещества содержатся, например, среди углеводов нефти, которые нередко служат питательной средой для промышленного культивирования микроорганизмов. Кроме

¹ Ингибиторы — особые химические вещества, подавляющие активность ферментов.

того, нужно удалять из микроорганизмов нуклеиновые кислоты. Ведь нуклеиновые кислоты микробов, попадая в клетки человеческого организма, могут изменять его наследственность. А это крайне нежелательно.

Исследователи, работающие в области получения пищевого белка из микроорганизмов, ищут разные пути решения возникающих здесь проблем. Одни из них предлагают использовать микробную биомассу, очищенную от нуклеиновых кислот, в качестве добавки к обычным пищевым продуктам (муке, макаронным изделиям, мясным и рыбным соусам). Другие предусматривают получение низкомолекулярных гидролизатов — в результате воздействия на микробные белки тем или иным ферментным препаратом. По мнению специалистов, научные разработки в области использования микробных белков в пищевых целях должны вестись более интенсивно.

2. Мясо из сои

Выше мы уже отмечали, что соя дает семена с очень высоким содержанием белка. Этот белок по аминокислотному составу сходен с животным белком. Отмеченное обстоятельство позволило использовать его для получения искусственного мяса. Впервые такое мясо стали производить в США в 60-х годах. В 1970 году производство мяса из сои там составило уже 20 тысяч тонн.

Для того чтобы придать соевому белку вид натурального мяса, его щелочной раствор продавливают через мельчайшие отверстия в кислотную ванну. В кислой среде белок свертывается, и вследствие этого образуются более или менее жесткие нити, напоминающие по внешнему виду мясные волокна. Затем эти волокна тщательно отмывают от кислоты, режут и смешивают с веществами, которые склеивают массу в «куски мяса». Такое «мясо» еще не имеет специфического запаха и вкуса. Это приобретает в результате добавления вкусовых и ароматизирующих веществ, после чего «мясо» еще более твердеет. Ему придают форму цыпленка, рулета или смешивают с естественным мясным фаршем. В США компания «Дженежерал минне», помимо цыплят и ветчины из сои, выпускает даже соевых крабов.

Возникает вопрос: почему искусственное мясо начинает получать все более широкое распространение? Экономисты подсчитали, что уже сейчас, несмотря на новизну

дела, мясо из растений обходится значительно дешевле натурального. Совершенствование технологии, как полагают японские ученые, может снизить стоимость искусственного мяса по сравнению с натуральным в десять раз. В условиях роста инфляции, непрекращающегося увеличения цен в капиталистических странах многие покупатели предпочитают искусственные мясные продукты натуральным. Кроме того, мясо из сои не содержит ни костей, ни жира. Некоторые специалисты считают, что в недалеком времени значительная часть мяса в США, Японии, западноевропейских странах будет изготавливаться из сои. В настоящее время соевый белок добавляют к самым разнообразным продуктам. Так, например, в котлетах под названием «гамбургер» содержится 3/4 натурального мяса и 1/4 соевого. Содержат сою и сосиски «франкфуртер». По вкусу их нельзя отличить от натуральных.

3. Молоко из растений

Молоко представляет собой эмульсию жиров и белков, содержащую сахара и соли. За высокие вкусовые качества и ценные свойства его по праву относят к чудесным продуктам природы. Производят молоко клетки млечных желез животных и человека. Наибольшее распространение в питании людей получило коровье молоко, из которого в ходе тысячелетий человечество научилось готовить массу вкусных и ценных продуктов. Между тем огромная масса населения земного шара питается молоком, полученным из растений.

Соя — источник получения не только мяса, но и молока, а также сливок, творога, сметаны, простокваши. Соевый творог, японское название которого «то-фу», является одним из наиболее распространенных продуктов питания жителей стран Юго-Восточной Азии.

Получить молоко из семян сои может каждый. Для этого поступают следующим образом. Одну часть соевой муки кипятят в семи частях воды, добавляют к массе немного соли, сахара и процеживают ее. Получается соевое молоко, которое по вкусу и содержанию питательных веществ сходно с коровьим. Можно получить соевое молоко и по другому рецепту. Семена сои пропускают через мясорубку. Кашицу, полученную добавлением к обработанному таким способом семенам десятикратного количества теплой воды, нагревают на слабом огне в течение

получаса. Затем молоко отжимают через полотно и прибавляют на литр напитка грамм соли.

Во время Великой Отечественной войны соевое молоко имело важное значение в питании людей. В первую блокадную зиму заводы Ленинграда выработали около шести миллионов литров соевого напитка, который спас жизнь многим детям. Поэтесса Вера Инбер в поэме «Пулковский меридиан» писала:

Мальчишечка грудной, само здоровье,
Хотя не женским, даже не коровьим,
А соевым он вскормлен молоком.

Разработана технология получения соевого концентрата для приготовления соевого молока. Путем добавления сахара, соли и незначительного количества синтетического ароматизатора можно получить напиток, очень сходный с коровьим молоком.

Молоко можно приготовить и из других растений. В Сибири для вскармливания грудных детей раньше использовали напиток, полученный из кедровых орехов. Для этого кедровые орехи размалывали вместе со скорлупой. Затем в помол добавляли воды, кашу взбалтывали и сливали с нее белую жидкость, которую иногда кипятили.

В старину в России из кедровых орехов готовили особое ореховое молочко, которое вывозили даже в другие страны: его продавали как общеукрепляющее средство.

Из миндальных орехов делают «миндальное молоко», широко используемое в кондитерской и парфюмерной промышленности, а также как лекарственное средство.

Получить «молоко» можно также из семян подсолнечника, мака, кунжута, арахиса, из зародышей семян кукурузы. Если в прозрачный и сладковатый сок зрелых кокосовых орехов добавить мелко измельченные их ядра, то после гомогенизации смеси получается масса, которая не только по внешнему виду, но и по питательным достоинствам очень сходна с коровьим молоком. В странах Юго-Восточной Азии кокосовым молоком часто кормят грудных детей.

В Великобритании разработана технология получения молока из зелени кукурузы и люцерны. С этой целью из растительного материала извлекают белки, в результате сложных превращений из них и получают молоко, очень сходное с натуральным. Почему для производства молока

приходится использовать «химическую фабрику» вместо коровы? Дело, очевидно, в том, что корова, поедая люцерну или кукурузу, лишь часть белка этих растений превращает в молочный или мясной белок. Около двух третей растительного белка утрачивается путем превращения в отходы или использования на процессы жизнедеятельности. Химический же агрегат позволяет извлечь из растительной массы весь белок, то есть он «работает» почти в три раза эффективнее, чем корова.

Любопытно отметить, что некоторые растения содержат соки, которые по внешнему виду и вкусу напоминают молоко. В Центральной и Южной Америке произрастает вечнозеленое растение молочник особенный, или бросимум полезный (*Brosimum utile*). Это большое дерево (высота до 35 метров, диаметр ствола — до 2,5 метра), образующее в некоторых местах, например в Венесуэле, обширные леса. Местные жители называют его «пало де вака», что в переводе означает «коровье дерево». Известный немецкий ученый Александр фон Гумбольдт после путешествия по Америке писал: «В течение многих недель мы слышали рассказы о дереве с полезным, как молоко, соком. Само дерево зовется «коровым», и нас заверили, что негры на фермах, постоянно пьющие этот сок в больших количествах, считают его чрезвычайно питательным — заявление, которое особенно поразило нас потому, что млечный сок растений, как правило, бывает едким, горьким и более или менее ядовитым. Однако, пока мы жили в Барбуле, нам довелось увидеть на опыте, что достоинства «коровьего дерева», или «пало де вака», не были преувеличены... Молоко это нам предложили в тыквенных флягах, и, хотя мы выпили его довольно много вечером и потом рано утром, мы не испытывали никаких дурных ощущений».

Анализ показал, что сок молочника особенного на 57 процентов состоит из воды, на 37 процентов из воска и процентов на 5 из смолы и сахаров. Для получения напитка достаточно сделать надрез на коре дерева. При этом выделяется такое количество сока, что его достаточно для удовлетворения аппетита нескольких человек.

Особой любовью бросимум полезный пользуется у жителей Каракаса и Венесуэлы. Они выращивают его около своих домов. Млечный сок собирают в большие емкости, разбавляют водой и процеживают.

Некоторые другие растения из рода бросимум также

дают латекс, который пьют вместо молока; это — бросимум напитоковый (*Brosimum alicastrum*) и бросимум питьевой (*Brosimum potabile*). Однако латекс бросимума заостреннолистного (*Brosimum acutifolium*) действует на человека как наркотик, вызывая затемнение сознания и галлюцинации.

4. Белок для животных

Человек получает с растительной пищей значительное количество белка. Однако мы должны обеспечить белком не только себя, но и многочисленных животных, снабжающих нас мясом, молоком, шерстью, кожей.

Обычные корма, используемые в животноводстве и звероводстве, содержат недостаточное количество некоторых жизненно важных компонентов: так называемых незаменимых аминокислот (лизина, метионина, триптофана) и витаминов. Поэтому даже при избыточном снабжении такими кормами организм животного испытывает белковое голодание. Из-за дефицита белка затраты кормов на единицу продукции часто бывают завышены. В связи с этим в нашей стране осуществляется ряд мер по обеспечению животноводства достаточным количеством белка.

Прежде всего расширяются посевы высокобелковых культур: люцерны, клевера, люпина, сои. Высокоценным источником белка могут стать семена хлопчатника. Белок семян хлопчатника по своему аминокислотному составу близок к белку молока — казеину.

Большое количество белка имеется в обыкновенной ряске. В ней его не меньше, чем в ценных кормовых растениях из семейства бобовых. По этой причине ряска в смеси с отрубями может служить прекрасным кормом для домашних водоплавающих птиц и некоторых животных. К тому же это растение обладает очень высокими темпами роста.

Важное значение в обеспечении животноводства и звероводства высококачественными кормами принадлежит белкам, вырабатываемым дрожжевыми и бактериальными клетками. Подсчитано, что добавка к обычным рационам кормления свиней каждой тонны дрожжей дает дополнительно 800 килограммов мяса, а в птицеводстве и того больше — 2200 килограммов. Добавки в корм коров белково-витаминного концентрата из кормовых дрожжей увели-

чивают ежедневные надои. В звероводстве использование килограмма дрожжей экономит два килограмма мясных кормов. Дрожжи способствуют также ускорению размножения особей и повышению качества меха. И это отнюдь не случайно. Кормовые дрожжи содержат значительно больше, чем фуражное зерно, незаменимых аминокислот: лизина — в 9—11 раз, метионина — в 5—7 раз, триптофана — в 2—4 раза. По содержанию белка килограмм дрожжей равноценен трем килограммам овса или 80 килограммам силоса. Помимо белков, в дрожжах имеются углеводы, витамины, ферменты, гормональные вещества.

Дрожжевые клетки поистине являются удивительными представителями микромира. Они могут существовать на очень скудной питательной среде, используя для своего роста бросовое сырье: отходы переработки древесины, кукурузы и других растительных материалов, подвергнутые гидролизу до сахаров. Помимо дрожжей, в этом процессе могут принимать участие целлюлозоразрушающие бактерии и грибы. Использование древесных опилок и соломы дает биомассу с содержанием белка до 20 процентов.

Наряду с гидролизатами растительных остатков для производства кормового белка используются также углеводороды нефти. Углеводороды нефти усваивает особая группа микроорганизмов, к которой относят не менее тысячи их видов. Некоторые представители этой группы были известны еще в начале XX века. Ученые установили, что способность использовать нефть и нефтепродукты в качестве источника питания присуща многим бактериям и микроскопическим грибам, особенно обитающим на почвах нефтяных месторождений и промыслов. С помощью этих микроорганизмов из углеводородов нефти можно получить огромное количество белка.

Производство белка на основе парафинов было предложено в начале 60-х годов. С использованием жидких парафинов в качестве источника углеродного питания удается получать бактериальный продукт, содержащий 60—70 процентов высококачественного белка. Потребление его на птицефабриках дает большой экономический эффект.

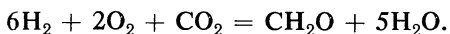
При создании промышленного производства кормового белка на основе парафинов пришлось решить целый ряд сложных вопросов. Прежде всего необходимо было выделить микроорганизмы, обеспечивающие наиболее высокий выход продукта из сырья, изучить их биохимические и

физиологические свойства, всесторонне исследовать полученные белки, разработать приемы их использования при кормлении различных сельскохозяйственных животных; медики должны были исследовать продукты животноводства (мясо, молоко, яйца) в отношении их безвредности для человека. Помимо этих задач, перед проектировщиками и строителями производств встали проблемы технического характера. Оказалось, например, что огромная масса быстро размножающихся дрожжевых клеток в процессе дыхания потребляет огромное количество кислорода. При этом выделяется столько тепла, что сами клетки начинают отмирать в результате резкого повышения температуры. Необходимо было разработать надежную систему отвода тепла от емкостей, в которых происходит размножение дрожжевых клеток. А потом: крупное многотоннажное производство кормовых белков потребляет огромное количество воды, ее сброс (уже в загрязненном виде) равен объему сточных вод большого города; возникает проблема, связанная с охраной природной среды.

В связи с ограниченностью запасов нефти ученые ищут другие источники питания для микроорганизмов, производящих кормовые белки. Было обращено внимание на микроорганизмы, использующие для своего питания попутные газы, содержащие метан. Поиски, проведенные в 70-х годах, позволили выделить чистые культуры микроорганизмов, способные эффективно превращать природный газ в белок. При разработке технологии выращивания таких микроорганизмов оказалось, что более выгодно предварительно окислять химическим путем метан в метиловый спирт, а уж затем подвергать этот продукт воздействию микроорганизмов. Дело в том, что метанол по сравнению с метаном окисляют значительно большее число микроорганизмов. К тому же метиловый спирт хорошо растворяется в воде, а это значительно облегчает организацию производства. В 1980 году в Англии был пущен крупный ферментер для получения кормового белка на основе метанола. Ученые разных стран полагают, что большие предприятия по биосинтезу кормового белка на основе газа будут сооружаться неподалеку от газовых месторождений.

В последние годы многие исследователи обратили внимание на так называемые водородные бактерии. Они осуществляют окисление водорода до воды, а высвобождающуюся при этом энергию используют на усвоение угле-

кислого газа из атмосферы и образование органического вещества:



Эти бактерии имеют ряд преимуществ по сравнению с другими микроорганизмами:

Они обладают высокой скоростью роста.

В результате их жизнедеятельности образуется вода, которая может быть использована в производстве.

Биомасса водородных бактерий содержит до 75 процентов белка, обладающего высокими питательными достоинствами.

Перечисленные преимущества водородных бактерий делают их весьма перспективными кандидатами на роль производителей кормового белка.

В настоящее время роль микробиологической промышленности в обеспечении животноводства и звероводства высококачественными кормами становится все более существенной. Предприятия этого профиля в нашей стране ежегодно производят более миллиона тонн полноценного кормового белка. По объему микробиологического производства СССР занимает одно из ведущих мест в мире.

5. Ферменты из растений на службе человека

В самом начале XIX века действительным членом Российской академии наук К. С. Кирхгофом было сделано важное открытие. Ученый установил, что в прорастающих семенах злаков содержится вещество, вызывающее осахаривание крахмала. Это вещество было первым описанным в науке ферментом, впоследствии названным амилазой. Таким образом, впервые ферменты были обнаружены в растениях.

Все ферменты являются белковыми веществами. Однако такой взгляд на химическую природу ферментов утвердился далеко не сразу. Так, например, в 1925 году вышел в свет фундаментальный труд Г. Эйлера по ферментологии, в котором было написано, что ферментом называют вещество животного или растительного происхождения неизвестного состава и неизвестной структуры. То же самое сообщалось и в обстоятельном учебнике по ферментологии К. Оппенгеймера и Р. Куна, вышедшем в 1927 году. Авторы этой книги ссылались на результаты исследований известного ученого Р. Вильштеттера, кото-

рый не обнаружил в составе ферментов ни белков, ни углеводов.

Между тем крупнейший отечественный ученый И. П. Павлов очень четко указывал на белковую природу ферментов. В его «Лекциях по физиологии» можно прочитать: «Ферменты — тела белковой природы». На рубеже XIX и XX столетий в лаборатории И. П. Павлова белковая природа ферментов была не только постулирована, но и экспериментально доказана на примере фермента желудочного сока — пепсина.

Большой вклад в доказательство белковой природы ферментов внесли работы американца Дж. Самнера, изучавшего уреазу, и советских ученых В. А. Энгельгардта и М. Н. Любимовой, работавших с мышечным белком миозином.

Ферменты играют огромную роль в обмене веществ как растительных, так и животных организмов. Они являются специфическими катализаторами биохимических реакций, протекающих в живых клетках. Специфичность того или иного фермента заключается в том, что он действует, как правило, на определенное вещество. Так, например, фермент сахараза осуществляет распад молекулы сахарозы и не действует на другие родственные соединения (мальтозу, лактозу, целлобиозу). Высокая специфичность ферментов позволяет им эффективно регулировать биохимические процессы.

В настоящее время число выявленных ферментов продолжает расти. Изучение их представляет большой интерес не только для теории, но и для практики. Дело в том, что они широко используются в медицине, фармакологии, пищевой промышленности, в некоторых биохимических производствах. Так, например, упоминавшаяся выше амилаза имеет очень большое значение в хлебопечкарной, пивоваренной, спиртовой и текстильной промышленности.

Амилаза присутствует в крахмалсодержащих клетках эндосперма семян злаковых растений. Синтез этого фермента происходит в период созревания семян. Образовавшись, фермент тотчас же утрачивает свою активность — путем соединения особыми так называемыми дисульфидными связями ($-S-S-$) с запасными белками клеток эндосперма. По этой причине превращения крахмала в сахар в формирующихся семенах злаковых растений не происходит, несмотря на наличие амилазы, осуществ-

ляющей его гидролиз. Когда же семена злаков начинают прорасти, дисульфидные связи рвутся — амилаза высвобождается из связанного состояния. В результате происходит резкое возрастание ее активности, и крахмал начинает превращаться в сахар.

При производстве хлеба к тесту добавляют дрожжи, которые осуществляют сбраживание сахаров до этилового спирта и углекислого газа:



Углекислый газ разрыхляет тесто, вспенивает его. Поэтому при выпечке хлеб приобретает пористость.

Уровень содержания сахара в тесте зависит не только от исходного его количества в муке, но и от активности фермента амилазы, которая расщепляет крахмал теста до мальтозы. Вот почему добавление в тесто 20 граммов сухого препарата фермента на 1 тонну муки резко улучшает качество хлеба: более приятным становится вкус, запах, окраска корки продукта, возрастает его пористость и количество сахаров в нем.

В связи с тем что фермент увеличивает содержание сахара в тесте, скорость спиртового брожения в опаре становится интенсивнее. По этой причине продолжительность созревания пшеничного теста уменьшается на 10—30 процентов.

В настоящее время в хлебопечении все шире применяется амилаза, получаемая не из солода, а из плесневых грибов. Очень активной амилазой обладает гриб из рода аспергилл (*Aspergillus oryzae*). Работы, проведенные во Всесоюзном научно-исследовательском институте хлебопечерной промышленности совместно с Институтом биохимии им. А. Н. Баха, показали, что с помощью амилолитических ферментных препаратов грибного происхождения можно значительно улучшить качество хлеба.

Из крахмала с помощью амилазы получают сладкие сиропы, которые находят применение в производстве кондитерских изделий. Амилаза используется и при изготовлении столового уксуса.

В текстильном производстве амилаза нашла применение при обработке растительного волокна перед отбеливанием и крашением. Дело в том, что суровая ткань содержит ряд побочных веществ, в том числе до пяти процентов крахмала. Для того, чтобы ткань стала мягкой, способной смачиваться, лучше отбеливаться и окраши-



Рис. 2. Дынное дерево:

1 — плодоносящее растение; 2 — пестичный цветок; 3 — плод в продольном разрезе; 4 — семя.

ваться, необходимо избавить ее от этих примесей. Удаление крахмала осуществляется при помощи амилазы солода, а в последние годы — амилазы бактериального происхождения. При помощи ферментов расщепление ускоряется в семь—десять раз; при этом удается избежать потери прочности ткани, которая наблюдается при использовании других способов ведения процесса.

Поистине удивительными свойствами обладает фермент папаин, получаемый из растений дынного дерева (*Carica papaya*), родиной которого являются тропические районы Центральной Америки. Хотя растение называют деревом, на самом деле это гигантская трава, достигающая за девять месяцев произрастания высоты семи метров. Плоды папайи по внешнему виду и внутреннему строению напоминают дыни. Отсюда и название — «дынное дерево».

В настоящее время дынное дерево выращивают — помимо Центральной Америки — на востоке Африки, в Индии и Шри Ланка, на островах Малайского архипелага и в Австралии. В нашей стране его удастся культивировать на Гагском опорном пункте Главного Ботанического сада АН СССР, а также на юге Казахстана.

В млечном соке этого растения и содержится ценнейший фермент папаин. Папаин относится к группе ферментов, называемых протеиназами. Протеиназы катализируют гидролитическое расщепление белков и полипептидов, разрывая пептидную связь ($-\text{CO}-\text{NH}-$).

Удивительные свойства папаина заключаются в следующем. Если несколько капель млечного сока папайи растворить в воде и поместить в полученный раствор кусок самого жесткого мяса, то через некоторое время оно станет мягким. Для достижения такого же эффекта можно завернуть мясо в листья дынного дерева. Папаин усиливает аромат сыра, смягчает кожи, что очень важно для дубления. Он широко используется в пищевой промышленности при получении вкусных напитков, маринадов, джемов, сиропов, особых сортов мороженого.

Сок дынного дерева употребляют для лечения кожных и аллергических заболеваний, для растворения тромбов, образующихся в кровеносных сосудах, для ускорения заживления ран. В местах, где жители регулярно питаются плодами дынного дерева, значительно реже встречается широко распространенное в наше время заболевание — атеросклероз.

Для получения целебного сока — на незрелых плодах дынного дерева делают неглубокие продольные надрезы, под которые подставляют чистую посуду. Сок стекает в нее до тех пор, пока не загустеет. Сгустки сока собирают путем соскабливания — для последующего использования. Надрезы на плодах дынного дерева делают в течение трех-пяти дней, пока плоды не начнут созревать. Полученный сок обезвоживают, а затем — после очистки — используют в пищевой промышленности и медицине.

Протеиназы типа папаина обнаружены в млечном соке различных видов рода фикус (фицин) и некоторых других растений. Промышленные препараты фицина получают из стеблей инжира, произрастающего в тропиках Южной Америки. Собирают сок, высушивают его, а полученную массу используют для извлечения из нее ферментного комплекса.

Протеиназы вырабатываются также грибами. Для промышленного получения этих ферментов используется гриб из рода аспергилл (*Aspergillus terricola*).

Протеиназы растительного происхождения нашли широкое применение в пищевой промышленности, в частности для мягчения (тендеризации) мяса и рыбы. При этом происходит улучшение качества продуктов (повышается влагоудерживающая способность, сочность, возрастает количество свободных аминокислот). В результате действия протеиназ увеличивается выход высокосортной продукции. Так, например, применение препарата прозима, выпускаемого в Японии, увеличивает выход высших сортов мяса из туши на пять-семь процентов.

Кроме того, протеиназы используются для изготовления моющих средств, в парфюмерии и косметике. Добавка протеиназ в стиральные порошки способствует удалению с белья пятен пота, молока, какао, пищевых соусов и других белковых загрязнителей.

Юные читатели, безусловно, являются любителями мороженого. Так вот, производство этого вкусного продукта в настоящее время осуществляется с помощью ферментов.

Мороженое, как известно, изготавливается из молока, а в молоке содержится молочный сахар, или лактоза. Это дисахарид, который при гидролизе дает глюкозу и галактозу. В отличие от глюкозы и сахарозы лактоза плохо растворима в воде и не такая сладкая; по сравнению с сахарозой она в четыре-пять раз менее сладка. По этой

причине молоко не кажется нам сладким, хотя в нем содержится ее немало — четыре-семь процентов. Лактоза с трудом усваивается животными организмами и не сбраживается хлебопекарными дрожжами. Слабая растворимость лактозы нередко мешает промышленной переработке молока. Так, например, при концентрировании этого продукта, когда количество сухих веществ в нем начинает превышать 30 процентов, она выпадает в сгущенном молоке в виде кристаллов. Из таких концентратов нельзя получить цельное молоко.

Кристаллизация лактозы в мороженом начинается при концентрации сухих веществ более 12 процентов. В результате этого происходит снижение качества продукта: образующиеся в мороженом кристаллы лактозы создают ощущение песка во рту.

Избежать всех этих нежелательных явлений можно путем гидролиза лактозы до глюкозы и галактозы с помощью фермента — лактазы. Этот фермент содержится в плодах миндаля, в так называемых лактозных дрожжах, вызывающих сбраживание различных молочных продуктов, в бактериях и плесневых грибах. Использование лактазы позволяет повысить питательные достоинства молочных продуктов, в том числе мороженого. Благодаря этому ферменту можно увеличить содержание сухих веществ в мороженом до 16 процентов. Кроме того, лактаза позволяет уменьшить добавку сахарозы в мороженое на один-два процента, ведь образующаяся при гидролизе лактозы глюкоза достаточно сладка.

Фермент лактаза может быть использован и при производстве детских питательных смесей. Все они готовятся на основе молока. Гидролиз лактозы до легко усвояемых глюкозы и галактозы делает эти смеси более питательными.

Следует сказать и о медицинском использовании лактазы. Иногда вследствие недостатка ее в кишечнике новорожденных или взрослых людей их организм неспособен переваривать молочные продукты. В странах Европы лактазная недостаточность наблюдается примерно у десяти процентов взрослого населения, а явная непереносимость молока — у одного-двух процентов. Это отнюдь не безопасно. Последствия могут быть очень тяжелыми. Если же такие люди будут принимать ферментный препарат, их пищеварение улучшится. В ФРГ лактаза как средство против лактазной недостаточности выпускается в виде капсул.

Лактаза нашла применение в хлебопечении. В США 90 процентов хлебобулочных изделий выпекается с добавлением сухого молока или сухой молочной сыворотки. Между тем содержащаяся в них лактаза хлебопекарными дрожжами не сбраживается. Если же в тесто добавить лактазу, то образующаяся под влиянием ее глюкоза начнет сбраживаться дрожжами, а галактоза, превращаясь при высокой температуре в окрашенные продукты, усиливает привлекательность хлебной корочки, делает ее более аппетитной. Качество хлебопродуктов в результате этого повышается.

Ферменты из растений применяются в производстве сыра. С древних времен для створаживания молока в сыроварении использовали вытяжку из сычуга — одного из отделов желудка молодых жвачных животных. Позднее из нее стали выделять сычужный фермент реннин, который и употреблялся при варке твердых сыров. В последние годы рост производства сыра начал сдерживаться нехваткой этого фермента. Ведь для его извлечения приходится забивать телят и ягнят, которые могли бы выращиваться на мясо. Вот почему в ряде стран мира развернулись поиски заменителя реннина.

Изучая химический состав грибов, ученые установили, что фермент, сходный с реннином, в значительных количествах содержится в сыроежке сереющей (*Russula decolorans*). Этот гриб назван так по той причине, что мякоть его плодовых тел на изломе быстро приобретает сероватый оттенок. Фермент, выделенный из грибницы сыроежки сереющей, назван руссулином. Он ни в чем не уступает сычужному ферменту реннину. Полученные с помощью руссулина твердые сыры по качеству и срокам хранения не уступают тем сырам, которые изготовлены с использованием реннина.

Сыроежка сереющая обычна для сосновых лесов. Шляпка ее — желтовато-коричневая, красновато-оранжевая или желтовато-оранжевая. Это съедобный гриб, который употребляется в пищу в жареном и соленом видах. В настоящее время производители разрабатывают биотехнологический способ получения руссулина из мицелия этого гриба.

Использование ферментов в промышленности связано с рядом трудностей. Во-первых, будучи белковыми веществами, ферменты нестойки. Во-вторых, их можно использовать в технологических процессах лишь однократно.

В-третьих, отделять ферменты от конечных продуктов реакции не так-то просто.

В связи с этим ученые разработали метод использования так называемых иммобилизованных (обездвиженных) ферментов, с помощью которого удалось обойти отмеченные трудности. Для этого фермент наносят на твердую и нерастворимую основу, на которой его молекулы удерживаются тем или иным способом. В результате он становится нерастворимым и стабильным, длительное время не утрачивает своей активности. В настоящее время иммобилизованные ферменты нашли применение более чем в 20 различных промышленных процессах.

Помимо рассмотренных выше, растения поставляют еще ряд других ценных в практическом отношении ферментов. Одним из наиболее распространенных в природе органических соединений является целлюлоза (клетчатка). Это главнейшая составная часть клеточных оболочек высших растений и древесины. В течение одного только вегетационного периода растения земного шара синтезируют миллионы тонн целлюлозы. В отличие от нефти, газа и каменного угля целлюлоза относится к возобновляемым ресурсам. Но для того чтобы это вещество могло быть использовано для различных синтезов, его необходимо гидролизовать до глюкозы.

Гидролиз целлюлозы осуществляется с помощью фермента целлюлазы. Этот фермент обнаружен в проросшем зерне, в некоторых бактериях и плесневых грибах. Очень высокая активность целлюлазы в грибах, разрушающих древесину. Большое количество фермента выделяют также бактерии, обитающие в желудке жвачных животных. В настоящее время целлюлаза широко используется для получения из древесины и отходов ее переработки сладких растворов, на которых затем культивируются различные микроорганизмы с целью получения тех или иных веществ.

Ныне учение о ферментах — ферментология, или энзимология, — это стремительно развивающаяся область биологии. Достижения в этой области имеют не только теоретическое, но и важное практическое значение.



МНОГОЛИКИЕ УГЛЕВОДЫ

Первоначально к углеводам относили вещества, молекулы которых соответствовали формуле $C_n(H_2O)_n$. Считалось, что они состоят из углерода, кислорода и водорода, причем водород и кислород присутствуют в них в том же соотношении, что и в воде. Таковы, например, глюкоза ($C_6H_{12}O_6$), сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

В дальнейшем в группу углеводов были включены соединения, отличающиеся от указанного выше состава.

Так, например, аминсахара в отличие от других углеводов содержат азот.

Углеводы чрезвычайно разнообразны, отдельные представители их резко отличаются друг от друга по своим физическим и химическим свойствам. Все разнообразие углеводов делят на монозы (моносахариды) и полиозы (полисахариды). Моносахариды, или простые сахара, характеризуются тем, что их нельзя гидролизовать до еще более простых углеводов. Соединяясь друг с другом, моносахариды образуют более сложные углеводы — полисахариды.

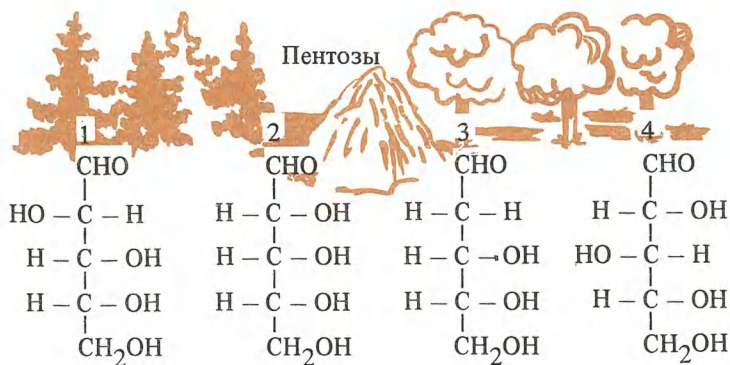
В зависимости от количества углеродных атомов в молекуле моносахариды подразделяются следующим образом: сахара, содержащие три углеродных атома, называются триозами, четыре — тетрозам, пять — пентозам, шесть — гексозам, семь — гептозам. Пентозы и гексозы считаются наиболее типичными представителями моно-

сахаридов, потому что у триоз, тетроз и гептоз свойства, характерные для этой группы углеводов, ослаблены.

Пятиуглеродный сахар — арабиноза — в свободном состоянии присутствует в древесине хвойных. Кроме того, она является составной частью полимерных соединений: слизей, пектиновых веществ, гемицеллюлозы (полуклетчатки). Обычно ее получают путем кислотного гидролиза вишневого клея, образующегося в виде наплывов в местах повреждения стволов вишни и ветвей, или — свекловичного жома.

Наряду с арабинозой к числу важнейших пентоз относятся ксилоза и рибоза. Рибоза входит в состав рибонуклеиновых кислот и других важных соединений. Она играет чрезвычайно ответственную роль в обменных процессах растительного организма.

В результате реакции восстановления рибоза превращается в дезоксирибозу, которая входит в состав дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Она имеет столь же важное значение в обменных процессах, как и рибоза.



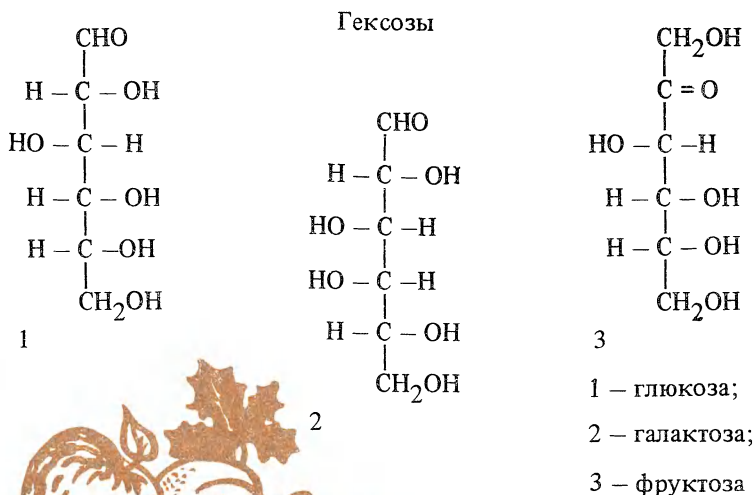
1 — арабиноза; 2 — рибоза; 3 — дезоксирибоза; 4 — ксилоза

Ксилозу, называемую еще древесным сахаром, получают при кислотном гидролизе древесины, отрубей и соломы. Как и арабиноза, ксилоза может встречаться в растениях в свободном виде, однако обычно она содержится в них в форме высокомолекулярных полисахаридов, называемых пентозанами.

Соединяясь с остатком фосфорной кислоты, ксилоза приобретает высокую активность и в таком виде играет важную роль во взаимопревращениях сахаров.

Одним из наиболее известных и широко распространенных в растительном мире сахаров является глюкоза. Это — представитель группы гексоз, молекула которых состоит из шести углеродных атомов. В свободном состоянии глюкоза нередко присутствует в соке плодов, например, в соке виноградных ягод («виноградный сахар»). Глюкоза входит в состав дисахаридов сахарозы, мальтозы, лактозы, трисахарида рафинозы и более сложных полисахаридов.

В плодах плюща в свободном состоянии обнаружен сахар галактоза. Эта гексоза входит в состав упоминавшегося выше молочного сахара и ряда полисахаридов (гемичеселлюлозы, агар-агара, гумми, слизей),



Фруктоза, называемая иначе плодовым сахаром, в свободном состоянии присутствует в соке фруктов и ягод, в нектаре и меде. Соединяясь с глюкозой, она образует молекулу сахарозы. В результате реакции полимеризации плодовый сахар превращается в инулин, о котором мы поговорим подробнее ниже. Фруктоза содержит кетонную группу $\text{C}=\text{O}$ и тем самым отличается от глюкозы и других гексоз и пентоз, молекулы которых обладают альдегидной группировкой $\text{C}=\text{O}$.

А теперь познакомимся с полисахаридами.

Различают полисахариды первого и второго порядка. Полисахариды первого порядка, называемые иначе олигосахаридами, легко растворяются в воде, тогда как полиозы второго порядка либо вообще не растворимы в H_2O , либо образуют вязкие, мутноватые, так называемые коллоидные растворы.

Неодинаковое отношение полисахаридов к воде определяется их молекулярным весом, а тот, в свою очередь, зависит от количества входящих в их состав остатков молекул моносахаров. Полисахариды первого порядка имеют сравнительно небольшой молекулярный вес. Среди них различают дисахариды (сахароза, мальтоза, целлобиоза, трисахариды (рафиноза), тетрасахариды (стахиоза). Их молекулы состоят соответственно из двух, трех и четырех остатков молекул моносахаров. При выпаривании растворов полисахаридов первого порядка растворенные вещества подвергаются кристаллизации.

Полиозы второго порядка представляют собой сложные вещества очень большого молекулярного веса. Примерами их служат крахмал, гликоген, инулин, клетчатка, агар-агар.

Даже краткое знакомство с углеводами показывает их чрезвычайно широкое разнообразие. Главными производителями углеводов на нашей планете являются зеленые растения. Обычно на долю углеводов приходится львиная доля сухого вещества растений — 80—85 процентов. Углерод целлюлоза служит основным компонентом клеточных стенок растений; она выполняет опорную функцию. Другие углеводы активно участвуют в обмене веществ, при этом из них образуются самые разнообразные соединения. Исключительно важна роль углеводов как источника энергии, которая высвобождается при их окислении в процессе дыхания. При этом образуются макроэргические связи аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ); в таком виде энергия и используется в процессах жизнедеятельности. Энергия АТФ необходима для движения цитоплазмы, поглощения корневыми волосками минеральных питательных веществ, синтеза различных соединений, например, белков.

Углеводы растений человек издавна стал употреблять в пищу и в качестве корма для животных, в строительных материалах, перевязочных средствах, для изготовления мебели, бумаги, одежды.

О наиболее важных для человека углеводах мы поговорим подробнее.

1. Тростниковый, свекловичный и кленовый сахара

Сахароза относится к числу наиболее распространенных дисахаридов. Она имеет чрезвычайно важное значение в жизни человека. Молекула ее состоит из глюкозы и фруктозы. Это легко устанавливается после кислотного или ферментативного гидролиза. Ферментативный гидролиз сахарозы осуществляется при помощи фермента сахаразы (инвертазы).

Сахароза присутствует в очень многих растениях, однако для промышленного получения этого углевода используются лишь некоторые из них. Накапливание сахарозы происходит следующим образом. В ходе фотосинтеза в растениях образуется фосфорилированная фруктоза — фруктозо-6-фосфат. В результате реакции изомеризации это соединение превращается в фосфорилированную глюкозу, молекула которой, соединяясь с молекулой фруктозо-6-фосфата, дает молекулу сахарозы.

Известный советский ученый П. М. Жуковский чрезвычайно высоко оценил роль сахаров в развитии человеческой цивилизации. В фундаментальной книге «Культурные растения и их сородичи» (М.: «Колос», 1970) он писал: «В развитии человеческой культуры на Земле сахару принадлежит огромная роль, конечно, не непосредственная, а через его физиологическое действие на весь организм человека. Начиная с раннего детства и до старости мы испытываем глубокую потребность в сахаре. Там, где надо приложить много физической и умственной энергии, где необходимо сохранять хорошую память, сахар незаменим».

Столь высокую оценку сахару П. М. Жуковский обосновывает следующими фактами. Люди, страдающие пониженной способностью к реализации этого источника энергии — диабетики, испытывают глубокие страдания. Расцвет цивилизаций наблюдается обычно там, где имеется достаточно много сахаристой пищи. Напротив, отсутствие в окружающей среде сахароносных растений или меда задерживает развитие человеческой культуры. П. М. Жуковский предполагает, что аборигены Австралии остались на низшей ступени развития отчасти потому, что растительный мир этого изолированного континента не давал сочных сахаристых плодов, а дикого меда там было мало.

Древние славяне потребляли большое количество сахара. Одним из источников этого продукта были сочные

сладкие фрукты. Кроме того, важное место в рационе питания славян занимал мед. Наконец, славяне вели оживленную торговлю с Востоком, откуда шел нескончаемый поток восточных сладостей (шербет, рахат-лукум, финики).

В местах древних цивилизаций в изобилии произрастали продуценты сахара: финиковая и сахарная пальмы, сахарный тростник.

Древняя Бенгалия явилась родиной сахарного тростника. С давних времен каждая индийская семья при наличии даже небольшого участка земли стремилась разводить сахарный тростник. Уже несколько тысячелетий назад это растение использовалось населением Индии для жевания и приготовления сахарного сиропа. В Индии, а затем в Китае сахар впервые стал товарным продуктом.

Во времена походов Александра Македонского его полководцы Неарх и Онесикрит первыми из европейцев познакомились с сахарным тростником, из которого, как они полагали, без участия пчел можно добывать мед. Они сообщили также, что из этого растения готовят опьяняющий напиток.

В VII—IX веках сахарный тростник стал возделываться в Египте, Сирии и Южной Испании. Походы крестоносцев в XII—XIII веках способствовали распространению славы о сахарном тростнике.

На Руси в те давние времена не существовало производства сахара. Головка привозного сахара здесь стоила столько же, сколько платили за десять сох или за двести карельских ложек. Первый сахарный завод был построен в России в начале XVIII века по приказу Петра I в Петербурге. А в Московском Кремле открыли так называемую «сахарную палату». И в Москве, и в Петербурге сахар производился из привозного сырья.

Сахарный тростник представляет собой многолетнее растение, произрастающее в теплом и влажном климате, достигающее высоты шести метров. В сердцевине его стебля содержится 14—18 процентов сахара. При производстве сахара сладкий сок отжимают из стеблей, а потом выпаривают. В настоящее время около половины всего сахара на земном шаре вырабатывается из этого растения.

Вторым источником получения сахара служит сахарная свекла. Только в 1747 году немецким химиком А. С. Марграфом было обнаружено присутствие сахара в корнях этого растения. В 1792 году профессор фармацевтической

химии Московского университета Иоган Бидгейм опубликовал книгу «Опыты над приготовленными и сырыми прозябающими питательными средствами». Им был разработан способ извлечения сахарозы из сахарной свеклы, которая вскоре стала основным источником получения сахара в северных широтах. В России первые свекловичные предприятия появились в 1801—1802 годах в селах Богородицком и Алябьево Тульской губернии. Вскоре количество таких предприятий резко возросло. В дальнейшем производство сахара переместилось в основном на Украину.

Помимо сахарного тростника и сахарной свеклы, для производства сахара используются некоторые другие растения, например, сахарная пальма (*Agave pinnata*). Она сравнительно невысока: 6—15 метров — при диаметре ствола 40 сантиметров. В диком виде сахарная пальма встречается во влажных лесах Юго-Восточной Азии. Как важное в экономическом отношении растение ее издавна культивируют по всей тропической Азии. Выращивают сахарную пальму ради получения из нее сладкого сока, который содержит до 14 процентов сахарозы.

Сбор сока производят перед цветением растения. При этом ось сформировавшегося соцветия перерезают, а вытекающий из надреза сок собирается в сосуды. После упаривания сока в сиропе происходит кристаллизация сахара.

Один гектар посадок сахарной пальмы включает обычно 150—200 растений, которые могут дать до 20 тонн сахара.

В Индии, Бирме, Малайзии для получения сахара используется сок винной, или жгучей, пальмы (*Cardotia wens*). По своим свойствам он напоминает кленовый сахар, о котором мы расскажем несколько позднее. Жгучей пальма названа по той причине, что мякоть ее плодов из-за присутствия многочисленных игловидных кристаллов оксалата кальция обжигает ротовую полость. Сбор сока ведут в течение нескольких месяцев: с января по июнь (до наступления сезона дождей). Свежесобранный сок из-за сравнительно низкой концентрации сахара не является деликатесом. Сахар получают путем упаривания сока и кристаллизации сиропа.

Если вы смотрели по телевидению или во Дворце спорта игру канадских хоккеистов, то наверняка обратили внимание, что их форма украшена изображением кленово-



Рис. 3. Сахароносные растения:

1 — сахарный тростник; 2 — сахарная свекла; 3 — пальма жгучая.

го листа. Кленовый лист можно видеть и на государственном флаге этой североамериканской страны. Такое почтение к этому растению не случайно. Дело в том, что в Северной Америке произрастает клен сахарный (*Acer saccharum*), сыгравший большую роль в жизни ее обитателей. Это красивое и крупное дерево высотой до 40 метров. Клен знаменит тем, что сахаристость его сока превышает пять процентов. Североамериканские индейцы с давних времен употребляли его для получения кленового сахара. Г. Лонгфелло в «Песне о Гайавате» писал:

Мирно женщины трудились:
Гнали сладкий сок из клена...

Многие читатели знакомы с книгой писателя Джеймса Фенимора Купера «Пионеры, или у истоков Саскуиханны». В ней подробно описаны и само растение, и способ добычи кленового сахара: «Их сменила роща тех самых деревьев, о которых шел спор, — величественных кленов, гордо поднимавших к небу свои высокие прямые стволы и густые кудрявые ветви. Подлесок в этой роще был весь сведен, и, так как в ней находились наслонные приспособления для варки кленового сахара, местные жители именовали ее попросту сахароварней. Рощу эту, занимавшую много акров, можно было уподобить величественному храму, где клены были колоннами, их кроны — капителями, а небо — куполом. В каждом дереве над самой землей была небрежно сделана глубокая зарубка и в нее вставлена маленькая трубочка, через которую сок стекал в грубую колоду, выдолбленную из липового чурбана; такие колоды лежали под каждым деревом, примитивное приспособление столь плохо отвечало своему назначению, что большая часть сока пропадала зря».

Один из героев романа, судья Мармадюк, мечтает: «Я надеюсь дожить до того дня, когда появятся сахарные фермы и плантации сахарного клена. Мы еще очень мало знаем о свойствах дерева, которое служит источником такого богатства, и, может быть, нам удастся улучшить их, ухаживая за ними, обрабатывая почву мотыгой или плугом».

Если основным источником получения сахара во всем мире остаются сахарная свекла и сахарный тростник, то в Канаде производство кленового сахара занимает видное место.

Из кленового сахара в Канаде делают различные фигурки: петушков, лошадок, собачек. Их продают в магазинах и на рынках. Кленовый сироп добавляют в мороженое и кремы, начиняют им карамели. Однако чаще он используется в качестве приправы. Жители канадской провинции Квебек, например, употребляют его вместе с блинами, оладьями, фасолью, ветчиной и даже... с солеными огурцами.

Иностранные туристы, приезжающие в Канаду, нередко увозят с собой в качестве сувениров флаконы с темнотой тягучей жидкостью — кленовым сиропом. Предприимчивые фермеры открыли свои хозяйства для посещения туристов. За осмотр фермы и сахарокурни, а также за возможность на месте отведать свежего сиропа и изготов-

ленных из него сладостей они получают от каждого туриста по несколько долларов.

Так что совсем не случайно кленовый лист стал символом Канады.

2. Молочный сахар в... подберезовиках

О молочном сахаре (лактозе) мы говорили в разделе, посвященном использованию человеком ферментов из растений. Это вещество относится к группе дисахаридов и при гидролизе дает глюкозу и галактозу. Обычно оно содержится в молоке млекопитающих животных. На сыродельческих заводах в отходы идет сыворотка, содержащая лактозу, которую извлекают и используют в пенициллиновом производстве для приготовления питательных сред.

Однако сейчас нас интересует то обстоятельство, что лактоза содержится также и в растительных организмах. Впервые присутствие этого дисахарида в высших растениях было установлено еще в 1871 году у саподиллы (*Achros sapota*). Затем он был обнаружен в некоторых съедобных грибах: подберезовиках, подосиновиках, моховиках, маслятах и опятах. Кроме того, лактоза найдена в появляющихся ранней весной цветках форсайтии (*Forsthia*) из семейства маслиновых.

В настоящее время еще не совсем ясно, зачем растениям молочный сахар. Если лактозу ввести в проростки ячменя, наблюдается хорошо заметное увеличение в них содержания сахарозы. Иными словами, лактоза, по-видимому, участвует в превращении сахаров.

Обнаружение лактозы в растениях находится в ряду фактов, установленных в последние годы; эти факты убедительно показывают удивительное сходство растительных и животных организмов в отношении обмена веществ. Особый интерес представляет наличие веществ, характерных для животных организмов, в шляпочных грибах. В них обнаружены не только лактаза, но и руссулин — фермент, подобный сычужному ферменту жвачных животных, о чем мы уже рассказывали. Такое сходство грибов с животными едва ли случайно. Ведь грибы в отличие от зеленых растений не способны к фотосинтезу. Вместе с тем, подобно животным, они питаются готовыми органическими веществами. Так что вовсе не без оснований некоторые ученые сомневаются в правомерности отнесения

грибов к представителям растительного мира. По своему химическому составу они находятся где-то между животными и растениями.

3. Кладовые крахмала

Крахмал является запасным углеводом растений, который входит в состав многих важнейших пищевых продуктов: муки, хлеба, круп, картофеля. По химической природе это — не индивидуальное вещество. Обычно принято считать крахмал полисахаридом, однако в действительности на долю полисахаридов в крахмале приходится 96,1—97,6 процента. Полисахариды крахмала представлены двумя углеводами, различающимися по своим химическим и физическим свойствам: амилозой и амилопектином.

Молекулярный вес амилозы значительно меньше молекулярного веса амилопектина, поэтому она легче растворяется в воде. Кроме того, амилоза и амилопектин различаются строением своих молекул. В молекуле амилозы глюкозные остатки образуют в основном линейную структуру, тогда как молекула амилопектина сильно разветвлена.

Соотношение амилозы и амилопектина в крахмале разных растений неодинаково. Крахмал яблок содержит только амилозу, тогда как в картофельном крахмале на ее долю приходится лишь пятая часть. У ряда сортов растений крахмал может полностью состоять из амилопектина (некоторые сорта кукурузы, риса, ячменя).

Кроме амилозы и амилопектина, в крахмале присутствуют минеральные вещества (0,2—0,7 процента). Главным образом это фосфорная кислота. Имеются в крахмале и некоторые высокомолекулярные жирные кислоты (пальмитиновая и стеариновая, например), на долю которых приходится 0,6 процента.

В растениях крахмал присутствует обычно в виде крахмальных зерен. Эти зерна имеют овальную, сферическую или неправильную форму. Наиболее крупные крахмальные зерна содержат корневища декоративных растений канн и клубни картофеля, а самые мелкие — семена риса и гречихи. По своей структуре крахмальные зерна являются кристаллами.

К крахмалоносным растениям относятся злаки, гречиха, картофель.

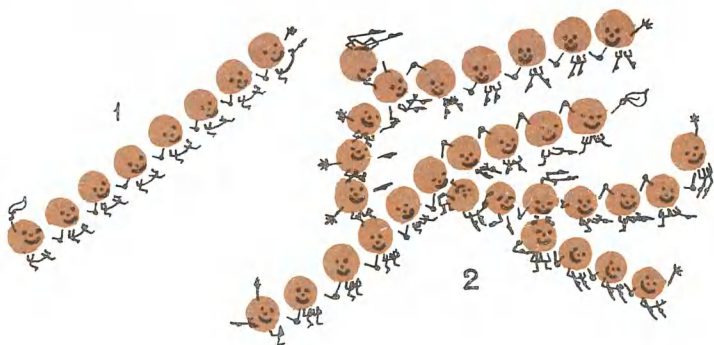


Рис. 4. Схема строения молекулы амилозы (1) и амилопектина (2).

Родина картофеля— Южная Америка. Индейцы, поселившиеся в Андах, нашли здесь разнообразные клубеносные растения, в том числе и картофель.

Клубни дикого картофеля имели горький и неприятный привкус из-за присутствия в них особых веществ — соланинов. Индейцы заметили, что после промораживания и оттаивания клубень дикого картофеля утрачивает неприятный привкус. Так они стали получать продукт, называемый чуньо (чуньо представляет собой замороженные и высушенные клубни картофеля). Для его получения клубни раскладывались на открытом месте, где они подвергались солнечному освещению и воздействию ночных заморозков. Для удаления влаги оттаявшие клубни осторожно топтали ногами. Затем их помещали на несколько недель в воду, после чего окончательно высушивали. Чуньо мог храниться длительное время. Он широко использовался в торговле и играл важную роль в питании людей в голодные годы. О значении этого продукта для индейцев говорит следующая поговорка: «Сушеное мясо без чуньо подобно жизни без любви».

Впервые европейцы познакомились с картофелем во время завоевания Америки в 1536—1537 годах. В 1538 году один из участников испанской экспедиции Педро Чеза де Леон обнаружил картофель в Колумбии, а затем в Эквадоре. Им было отмечено, что во многих горных поселениях картофель является основным продуктом питания. Возвратившись в Испанию, Педро Чеза де Леон в 1553 году опубликовал книгу под названием «Хроника Перу». В ней он констатировал, что сырые клубни картофеля индейцы называют «папа», а сушеные — «чуньо».

Из Америки картофель попал в Европу во второй половине XVI века. Первая партия его была доставлена в Испанию в 1565 году. Однако здесь, а также в других странах Европы он первоначально возделывался не с целью употребления в пищу, а как декоративное растение. Рассказывают, что королева Мария-Антуанетта украшала цветами картофеля свою пышную прическу. Картофель длительное время выращивался на клумбах как «редкостный и очень красивый цветок».

В Ирландии и Германии довольно быстро осознали истинное значение картофеля. Прусский король Фридрих Вильгельм I в 1651 году провозгласил возделывание картофеля обязанностью всех немцев. В 1744 году Фридрих II приказал разводить картофель в крупных масштабах, чтобы ликвидировать зависимость от ввоза зерна из других стран.

Приоритет в распространении картофеля во Франции обычно приписывается аптекарю Антуану Пармантье. Он, действительно, сделал очень многое для пропаганды этого растения. Следует, однако, заметить, что во Франции пропагандистом этого растения до Пармантье был де Монсо.

Хитроумные проделки Пармантье с целью распространения славы о картофеле хорошо известны. Он, например, огородил свое поле высоченным забором, а на столбах развесил угрожающие надписи, которые оповещали о том, что если кто унесет хотя бы один клубень, тот будет строго наказан. Запретный плод всегда сладок. Окрестные крестьяне перелезали через высокий забор и поспешно выкапывали клубни картофеля. Пармантье видел все это и... довольно улыбался. Забор и угрожающие надписи понадобились ему лишь для того, чтобы привлечь внимание простых людей к картофелю, о котором он в 1771 году писал: «Среди бесчисленного множества растений, которые покрывают поверхность суши и водную поверхность земного шара, нет, может быть, ни одного, которое с большим правом заслуживало бы внимания добрых граждан, чем картофель».

Французский король Людовик XVII даже выразил благодарность находчивому аптекарю за услугу, оказанную отечеству.

Петр I во время своего первого заграничного путешествия приобрел мешок картофеля и выслал его в адрес графа Б. П. Шереметева, указав разослать клубни по разным местам России для размножения. Так картофель

впервые попал в Россию. Однако введение его в культуру встречало здесь, как впрочем и во многих других странах, сопротивление со стороны духовенства и населения. Для дискредитации картофеля среди народа распространялись самые нелепые выдумки об этом растении. Приказы правительства о необходимости расширения посадок картофеля вызывали среди крестьян так называемые «картофельные бунты». Они имели место в 1840—1843 годах на территории Вятской, Владимирской, Пермской, Оренбургской и других губерний. Несмотря на это, начиная с 1840 года, площади под картофелем стали быстро расти.

Имеется ряд других растений, также богатых крахмалом.

Батат, или сладкий картофель (*Jromoea batatas*), — многолетнее растение из семейства вьюнковых. Вес клубней его в исключительных случаях может достигать 25 килограммов; в зависимости от условий произрастания в них содержится 10—30 процентов крахмала. В среднем на долю крахмала в клубнях батата приходится 26 процентов, тогда как в клубнях картофеля — лишь 18—22 процента. Присутствие сравнительно большого количества сахаров (около шести процентов) и придает клубням батата сладкий привкус.

Батат используется в вареном, печеном и жареном виде. Из него изготавливают пюре, начинку для пирогов, различные сладкие блюда, муку, крахмал, патоку, спирт. Это прекрасное кормовое растение. Скоту скармливаются не только клубни, но и ботва батата, переработанная на силос.

Это ценное растение произрастает в тропической и субтропической зонах (в Индонезии, Японии, на Филиппинах, в Индии, Бразилии, США, в некоторых странах Африки). Родиной его является Центральная Америка. Батат принадлежит к числу древнейших культурных растений Мексики и Перу. В Европу батат попал раньше картофеля. Он был доставлен в Испанию Христофором Колумбом. В настоящее время батат возделывают в разных странах на площади 19 миллионов гектаров. В СССР он успешно выращивается в опытных посевах в субтропиках Грузии и Туркмении.

Маниок [*Manihot esculenta*] представляет собой многолетний кустарник из семейства молочайных. Родина его — тропики Южной Америки. Наибольшее разнообразие сортов маниока встречается к востоку от Анд между 10 и 28° южной широты (Бразилия, Уругвай, Парагвай, Боливия). Это древнее растение имело для племен тупи-гварани и карибов такое же значение, какое имела кукуруза для

племен майя, ацтеков и инков. Местные жители употребляли маниок в вареном виде или в виде массы, приготовленной из тертых плодов, жаренных в листьях кукурузы. По вкусу это нечто среднее между сырым хлебным тестом и сырым картофелем.

В настоящее время растение выращивается также в Индонезии, Западной Африке, на Мадагаскаре, по всему тропическому поясу в зоне лесов и саванн. Здесь оно стало одной из важнейших пищевых культур.

Посадке маниока часто предшествует выжигание дикой растительности. На участках поля, куда предполагается сажать черенки, почва подвергается обработке. Побеги длиной 15—25 сантиметров закапывают в разрыхленную землю на расстоянии один метр и даже более друг от друга. Это связано с тем, что растение имеет внушительные размеры: оно достигает высоты четырех метров.

Через восемь — десять месяцев после посадки начинается цветение маниока и формирование у растения клубней. Клубни для непосредственного употребления в пищу убирают в возрасте около одного года. Если же они предназначены для получения крахмала, то возраст их должен быть больше — 28—20 месяцев. Нередко клубни убирают выборочно; сначала, подкопав корни, отбирают наиболее крупные из них. В результате дальнейшей вегетации растения мелкие клубни имеют возможность успешно созреть.

Маниок — очень урожайная и засухоустойчивая культура. С одного гектара посадок получают 20 и даже 40 тонн высушенных клубней. Клубни маниока имеют цилиндрическую форму и достигают длины одного метра (у некоторых сортов — и того больше) и массы нескольких килограммов. В них содержится 25—40 процентов крахмала, легко выделяемого из растительных тканей.

Следует заметить, что в состав клубней некоторых сортов маниока входит ядовитое вещество — обычно в количестве 30—67 миллиграммов на килограмм растительной массы. Если содержание ядовитого вещества в клубнях достигает 80 мг/кг и более, их нельзя непосредственно употреблять в пищу. Ядовитое вещество частично разрушается при варке и сушке клубней. В клубнях некоторых сортов маниока оно почти полностью отсутствует.

Мука из маниока употребляется для приготовления лепешек, каши, печенья, кексов. Лишенные ядовитого вещества клубни варят и в таком виде употребляют в пищу. Кроме того, из клубней готовят «гари» и «тапиоку».

«Тапиока» получается путем просеивания маниоковой муки на горячую плиту. Она высоко ценится в кондитерском производстве и экспортируется из тропических стран (Танзания, Бразилия) в такие страны, как Великобритания, Франция, Бельгия, ГДР, ФРГ. «Гари» готовят следующим образом. Вымытые и очищенные от кожуры клубни растирают. Полученную массу помещают под пресс и отжимают сок, содержащий ядовитое вещество. Часть яда удаляется еще при очистке клубней — вместе с кожурой. Отжатую массу варят, а затем высушивают, что также ведет к обезвреживанию ядовитого вещества; в окончательном виде «гари» почти не содержат яда.

Высокая урожайность, неприхотливость растения, значительное количество крахмала в нем обеспечивают стабильное получение из маниока сырья не только для пищевых целей, но и для производства этилового спирта. В Бразилии, где проблема горючего стоит очень остро, ученые предложили использовать спирт, получаемый из маниока, для заправки автомобилей. Правительство этой страны проводит серию мероприятий, направленных на расширение использования спирта в качестве горючего.

Еще одна малоизвестная у нас крахмалоносная культура — **таро** (*Colocasia antiquorum*). Об этом растении Тур Хейердал в книге «Фату-Хива» писал: «Из корнеплодов в лесу самым важным было таро, больше всего похожее на картофель. Раньше его выращивали на орошаемых участках, а когда люди исчезли, таро продолжало расти на сырой почве ниже ручья. Над каждым корнем, словно зонтик, простирался большой сердцевидный лист; рядом росли другие листья такой же формы, но еще шире. Под ними можно было спрятаться от дождя, ими мы прикрывали тело, если гости из деревни заставляли нас в разгар купания».

Таро представляет собой многолетнее травянистое растение с крупными крахмалистыми — съедобными — корневыми клубнями, которые на разрезе обычно белые (или окрашены в кремовый, оранжевый, розовый, красный цвета). Главный клубень таро достигает массы четырех килограммов, боковые клубни более мелкие. В них содержится около десяти процентов крахмала. Крахмальные зерна таро имеют очень малые размеры. В связи с этим его крахмал широко используется в текстильной промышленности для придания тканям блеска и белизны.

Поскольку ферменты расщепляют мелкозернистый крахмал быстрее по сравнению с крупнозернистым, крахмал из таро имеет важное значение в диетическом питании. Мука его используется для изготовления вафель, тортов, высших сортов печенья.

При выращивании таро без доступа света образуются нежные сочные побеги, которые употребляются в пищу подобно спарже.

В настоящее время растение возделывается в тропической зоне всех континентов; урожайность клубней составляет 6—12 тонн с гектара.

Ямс — это вьющееся растение из семейства диоскорейных, произрастающее в основном в тропических странах. Листья ямса копьевидные или стреловидные. Цветки мелкие, невзрачные. При основании стеблей растение образует большие съедобные клубни. Клубни некоторых сортов ямса содержат ядовитые вещества, которые удаляются при варке клубней в воде.

Окультуривание (доместикация) ямса происходило в нескольких местах земного шара. Одним из центров доместикации ямса была Океания. На это указывает, в частности, тот факт, что здесь чрезвычайно широко распространены легенды о данном растении, в том числе и о введении его в культуру; во многих легендах сообщается о возникновении культурных форм ямса именно в этом регионе.

Другим центром культивирования ямса является Западная Африка. Издавна африканские народы отмечали окончание сбора урожая ямса как большой праздник. Вот как он проводился, например, в Нигерии. Рано утром, принося в жертву духам своих предков свежий ямс и пальмовое вино, люди просили охранять живущих от всяческих бед. Днем со всей округи собирались родственники. До самого вечера все ели пищу и пили пальмовое вино. Второй день праздника был днем больших состязаний, в которых принимали участие борцы из нескольких поселений. Во время праздника проводился конкурс на самый крупный клубень ямса. «Рекордсмена» тщательно сохраняли до следующего урожая как вместилище духа ямса.

В Нигерии ямс называли королем полей. Считалось, что выращивание этой культуры — дело мужчин, тогда как другие растения (бобы, кассава) относились к числу «женских», их могли выращивать женщины. Ямс прини-

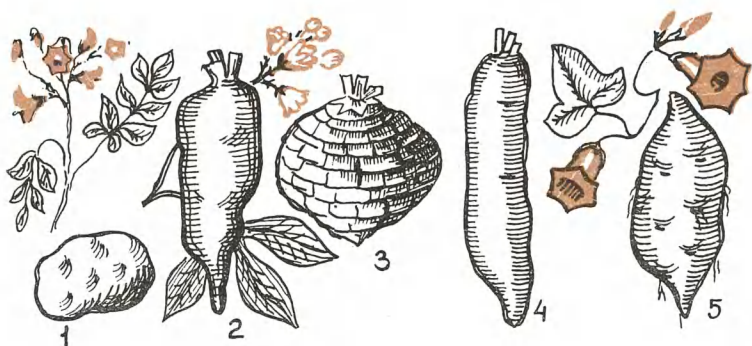


Рис. 5. Клубни крахмалоносных растений:

1 — картофель; 2 — маниок; 3 — таро; 4 — ямс; 5 — батат.

мался за символ мужественности. Человек, которому хватало ямса, чтобы прокормить семью до нового урожая, пользовался большим уважением. Культивирование этого растения было отнюдь не легким делом. Вот что пишет по этому поводу нигерийский писатель Чинуа Ачебе в книге «И пришло разрушение...»: «Ямс, король полей, был очень требовательным королем. В течение трех-четырех месяцев он требовал неотступного внимания и тяжелой работы от зари до зари. Молодые ростки ямса надо было обкладывать листьями агавы, чтобы защитить их от раскаленной земли. Когда дожди усиливались, женщины начинали сажать между рядами ямса кукурузу, дыни и бобы. Потом стебли ямса подпирали сначала маленькими прутиками, а позднее большими и крепкими ветками. Трижды в строго определенное время, не раньше и не позже, женщины пропалывали ямс».

Но вот ямс поспевал. Время его сбора было излюбленным моментом в жизни нигерийских ребятишек. Даже малыши, которым под силу нести в корзиночке всего несколько клубней ямса, и те вместе со взрослыми отправлялись в поле. Они помогали родителям собирать хворост для костра, чтобы тут же в поле испечь ямс и полакомиться им. Нет ничего вкуснее ямса, испеченного на костре и политого красным пальмовым маслом!

В настоящее время ямсом питается около четырехсот миллионов человек, то есть почти каждый третий житель тропического пояса. Урожайность этой культуры составляет 20—40 тонн клубней с гектара. Клубни содержат до 21 процента крахмала и до 17 процентов сахара.

В болотистых долинах Новой Гвинеи обширные леса образует **саговая пальма** (*Metroxylon sagu*). Это — невысокое дерево, достигающее в высоту 8—12 метров. Оно цветет один раз в течение 15—20 лет, после чего отмирает. Растения, цветущие один раз на протяжении своей жизни, ученые называют **монокарпическими**. К числу монокарпических растений относится, значит, и саговая пальма.

Соцветие этого растения очень крупное, оно достигает двухметровой длины. Когда происходит его формирование, в растении содержится особенно много крахмала. В это время мужчины срубают дерево (оно ведь после цветения все равно должно погибнуть) и ствол раскалывают по всей длине. Затем женщины колотят по сердцевине ствола специальными теслами, разрыхляя ее. Из образовавшейся массы вымывают саговую муку, которую затем прессуют в виде колбасок и хранят в пальмовых листьях. Саго принадлежит к числу самых распространенных продуктов питания жителей Новой Гвинеи.

Одна саговая пальма может дать до трех центнеров полезного продукта. Саго содержит 80 процентов крахмала, 3 процента белка, 0,25 процента жира.

Современное производство саговой крупы связано с обжариванием крахмала, вымытого из саговой муки на жаровнях, смазанных кокосовым маслом. При этом образуется крупнозернистая масса, к которой иногда подмешивают жженный сахар. Из саго готовят различные блюда.

Из Малайзии и Индонезии в страны Западной Европы ежегодно экспортируется до пяти тысяч тонн саго.

Существует немало других крахмалоносных растений, используемых человеком в пищу: например, уlluко



Рис. 6. Цветущая саговая пальма.

(базелла клубненосная), канна съедобная (и некоторые другие виды этого рода), настурция клубненосная. К крахмалоносным растениям относятся также злаки: пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза, рис, сорго. Некоторые из них используются для выпечки хлеба.

В последние годы крахмал все более привлекает внимание химиков. Несколько лет назад в Японии были получены пластмассы на основе этого продукта зеленых растений. Микроорганизмы *Pollularia pollulans* на крахмальной питательной среде образуют триглюкополисахарид, который после несложной обработки (прессование, нагревание, воздействие паром) превращается в поллулэн, не уступающий по своим качествам современным синтетическим полимерам: он прозрачен, устойчив при температурах от -30 до $+100^{\circ}\text{C}$, может быть использован для производства пленки и волокон. Принципиальное отличие поллулэна от других пластмасс заключается в том, что он легко разрушается микроорганизмами и благодаря этому не загрязняет окружающую среду. Кроме того, он сгорает, не выделяя вредных газов. Эти чрезвычайно ценные качества позволяют надеяться на то, что пластмассы на основе крахмала получат широкое распространение. Для их производства не обязательно использовать органы растений, имеющие питательную ценность, для этого годятся и стержни кукурузных початков, и стебли подсолнечника. Растительный материал относится к возобновляемым источникам сырья в отличие от нефти и газа, стоимость которых с каждым годом возрастает, а запасы отнюдь не бесконечны. Все это открывает перспективы широкого использования крахмала в химической промышленности.

Ученые многих стран работают над проблемой получения из растительного сырья горючего для транспортных средств (этилового спирта, водорода). В разных странах для производства этилового спирта употребляются либо сахароза сахароносных растений (в основном — сахарного тростника), либо крахмал высокоурожайных крахмалоносов. В Бразилии, например, для этой цели используются маниок и батат. Полученным спиртом там заправляют легкие автомобили, автобусы и даже самолеты. В Австралии выведен такой сорт картофеля, который специально предназначен для производства этилового спирта. С одного гектара посадок получают такое количество клубней, из которых можно изготовить до десяти

тысяч литров горючего. А в штате Айдахо (США) построен завод по выпуску технического спирта из нестандартного картофеля.

4. Полимеры из фруктозы

Глюкоза и фруктоза имеют одну и ту же эмпирическую формулу $C_6H_{12}O_6$, однако отличаются друг от друга как изомеры (см. выше). Крахмал представляет собой полимер, состоящий из молекул глюкозы. Это доказывается кипячением крахмала с кислотами, в результате чего образуется глюкоза.

Фруктоза входит в состав другого высокомолекулярного полисахарида — инулина. В качестве запасного углевода он присутствует в корнях одуванчика, кок-сагыза, цикория, в корнях и стеблях каучуконосного растения гваюлы, в клубнях земляной груши (топинамбура) и георгина. Корни лопуха содержат 45, а клубни земляной груши и георгина — 50 процентов инулина.

Полагают, что в молекуле инулина имеется 34 фруктозных остатка. Подобно крахмалу, расщепляемому при помощи фермента амилазы, инулин гидролизуются в растительных тканях при участии инулазы (инулиназы). Она обнаружена в растениях, содержащих инулин, в плесневых грибах и дрожжах. При гидролизе инулина образуется фруктоза. Промежуточными продуктами при этом являются инулиды. Инулаза обычно активируется при прорастании клубней и корневищ.

Процесс синтеза инулина в растениях изучен недостаточно. Опыты с мечеными атомами позволяют предполагать, что инулин образуется в растительных организмах из сахарозы.

Инулин растворяется в воде. Если же к водному раствору инулина добавить спирт, происходит осаждение полисахарида. Это обстоятельство используется для получения инулина из растительного материала. Сначала продукт извлекают водой, а потом его осаждают путем добавления спирта. Чистый инулин используется для производства фруктозы.

Инулин легко усваивается организмом человека. Неудивительно, что некоторые инулиноносы относятся к числу пищевых или кормовых растений.

Топинамбур, или земляная груша (*Helianthus tuberosus*), представляет собой многолетнее растение из семей-



Рис. 7. Растения, содержащие инулин:

1 — топинамбур; 2 — цикорий.

ства сложноцветных. Родиной его считают Северную Америку. В Южной Америке индейцы культивировали топинамбур задолго до прихода европейцев. В настоящее время растение возделывается в США, Франции, а также в некоторых других странах.

Клубни земляной груши различаются по величине и окраске. Они могут быть красными, желтыми, белыми. Это высокоурожайная культура: с одного гектара получают 40—50 тонн клубней.

Большую часть массы клубней составляют углеводы, главным образом инулин. В сырых клубнях его содержится 11,7 процента, в сухих — 48,3 процента. Благодаря этому клубни земляной груши используются для получения спирта и фруктозы.

Кроме того, они употреб-

ляются в пищу человека и в корм животных. Инулин присутствует также в стеблях топинамбура. В листьях этого растения имеются крахмал и сахароза, а инулина нет.

К сожалению, топинамбур не занял еще своего достойного места на полях. В чем дело? Известный американский растениевод, специалист по этой ценной культуре Д. Н. Шумакер писал, что земляной груше недостает той длительной и активной пропаганды за внедрение в культуру, предметом которой долго был картофель. И в самом деле, за картофель ратовали и царственные особы, и Антуан Пармантье, а вот за топинамбур...

В Россию топинамбур попал, по-видимому, в XVIII веке. В настоящее время растение возделывается на незначительных площадях, расположенных на Кавказе, Украине, в Белоруссии, Средней Азии, Сибири, на Дальнем Востоке. Иногда его можно встретить на приусадебных участках.

Другим инулиноносом является цикорий (*Cichorium intybus*), в мощных корнях которого, уходящих на глубину до полутора метров, содержится до 40 процентов инулина. Ярко-голубые соцветия—корзинки цикория хорошо заметны летом на пустырях, около дорог и канав, иногда — в посевах злаковых культур.

Сначала цикорий культивировался с целью использования при крашении холстов. Затем была разработана технология обжига его корней для получения дешевого напитка — заменителя кофе. В настоящее время в Ростове Ярославском действует крупное предприятие по выпуску кофе из цикория, а в окрестностях этого древнего города цикорий высевается на значительных площадях. Кроме того, цикорий возделывается на Украине (в Хмельницкой и Житомирской областях).

Производство кофе из цикория начинается с высушивания добытых корней до тех пор, пока их влажность не будет равна восьми процентам. В таком виде они могут сохраняться очень долго. Затем корни мелко режут и обжаривают при температуре 180°C. В производстве заменителя кофе это самая ответственная операция. При обжаривании корней содержащийся в них инулин частично гидролизуеться до фруктозы, в результате чего ее содержание в продукте возрастает от 2 до 20 процентов. При высокой температуре фруктоза плавится и превращается в карамель (карамелизуется). По этой причине цикорий приобретает коричневый цвет. Кроме того, при обжаривании образуется целый комплекс веществ (их называют цикорель), придающих продукту специфический аромат. После обжаривания корни цикория перемалывают в порошок.

Следует заметить, что цикорий имеет одно существенное отличие от кофе. В кофе, как известно, присутствует алкалоид кофеин. В цикории его нет. Употребление цикория может иметь лечебное значение. Лекарственные достоинства растения были известны с глубокой древности. Интересно отметить, что в русских народных травниках цикорию приписывалась фантастическая способность делать человека невидимым и защищать от стрел.

В настоящее время на Ростовском комбинате налажено производство растворимого цикория.

Полифруктозаны, близкие по строению к инулину, обнаружены во многих однодольных растениях, в особенности у злаков (например, у ржи, ячменя, пшеницы,

райграса, тимофеевки). Это обстоятельство имеет большое значение для сельского хозяйства. Английские исследователи изучали содержание полифруктозанов в тимофеевке именно с практической точки зрения. Оказалось, что в начале лета количество их в этом растении очень велико, достигает примерно 21 процента от общего веса сухого вещества растения. Затем, к периоду цветения и образования семян, наблюдается быстрое снижение доли полифруктозанов в растении примерно до четырех процентов. Это обстоятельство должно учитываться при заготовке трав на корм скоту. Дело в том, что травы, отличающиеся высоким уровнем полифруктозанов, являются прекрасным материалом для силосования: они обеспечивают интенсивное развитие бактерий молочнокислого брожения, играющих определяющую роль в этом процессе.

Благодаря накоплению бактериями молочной кислоты создаются условия, препятствующие развитию гнилостной микрофлоры и обеспечивающие сохранение белка — важнейшего компонента силоса. Если же полифруктозанов в травах мало, то получают преимущественное развитие бактерии маслянокислого брожения, что ведет к распаду белка и порче силоса.

Советскими исследователями установлено: количество полифруктозанов на ранних стадиях созревания зерна ржи достигает 30 процентов по сухому веществу. По мере созревания зерна полифруктозаны постепенно превращаются в крахмал. Как видно, полифруктозанам принадлежит важная роль в превращениях углеводов, поэтому процессы синтеза и разрушения полифруктозанов в растительных организмах в последние годы тщательно исследуются биохимиками.

5. Клетчатка, или целлюлоза

К полисахаридам относится также клетчатка (целлюлоза). Эмпирическая формула ее $(C_6H_{10}O_5)_n$. Это — типичный растительный полисахарид, который составляет основную массу клеточных стенок. Особенно много клетчатки в древесине. В древесине хвойных пород ее около 60 процентов, а в древесине лиственных — примерно 45 процентов. Формирование клеток древесины сопровождается отмиранием и растворением их цитоплазмы, в результате чего фактически остаются лишь одни клеточ-

ные стенки, наполненные водой. Но целлюлоза содержится не только в древесине. Она является важным компонентом естественных волокон прядильных растений.

Если целлюлозу подвергнуть гидролизу в присутствии слабой серной кислоты, образуется дисахарид целлобиоза. Целлобиоза является основной строительной единицей клетчатки и состоит из двух молекул глюкозы, поэтому при более сильном гидролизе целлюлоза целиком превращается в глюкозу. В свободном состоянии целлобиоза встречается в соке некоторых деревьев.

Оказалось, что молекулы клетчатки имеют нитевидную форму и состоят из трех-десяти тысяч глюкозных остатков. Эти нитевидные молекулы соединены в пучки, называемые мицеллами. В мицеллах молекулы целлюлозы удерживают друг друга при помощи водородных связей (см. выше). Именно эти слабые, но многочисленные связи и определяют прочность целлюлозных мицелл. Мицеллы целлюлозы располагаются в клеточных стенках не в беспорядке, а образуют сетчатую структуру. Промежутки между мицеллами целлюлозы при одревеснении клеток заполняются особым веществом — лигнином.

В микроорганизмах, обитающих в желудке жвачных животных, а также в плесневых грибах обнаружены ферменты, разрушающие целлюлозу. Их называли целлюлазами. Активность целлюлаз в высших растениях, по-видимому, невысока. При расщеплении клетчатки с помощью целлюлазы образуется целлобиоза. В этом заключается сходство целлюлазы с амилазой. Вспомним, что амилаза также расщепляет крахмал не до глюкозы, а до дисахарида мальтозы.

В настоящее время заготавливают огромное количество древесины — около двух миллиардов кубических метров в год; 45 процентов ее расходуется на топливо, 40 процентов — на производство пиломатериалов и 15 процентов идет на химическую переработку. В связи с перспективой истощения таких источников сырья для органической химии, как нефть, газ, каменный уголь, химики-органики все большее внимание обращают на древесину. В 1978 году в Торонто Международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) провел первую конференцию на тему: «Будущие источники сырья для органической химии». На этой конференции особое внимание было уделено химии древесины. Ученые высказались

за интенсификацию работ в области практического использования древесины — этого ценного природного сырья.

6. Растения, дающие волокна

Современная химия позволила наладить производство самых разных синтетических тканей: нейлона, перлона, силона. Совсем недавно, потрясенные успехами химии синтезов, мы с восторгом взирали на эти ткани и думали приблизительно так, как писал в 1968 году М. Васильев в книге «Растения и человек»: «Без всякого сомнения будущее принадлежит искусственным материалам. Без всякого сомнения, скоро — в историческом масштабе времени — льняные, хлопчатобумажные, шерстяные ткани будут заменены другими, полученными в заводских цехах из отходов нефти, продуктов перегонки каменного угля, а то и вообще из воды, воздуха, графита». Прошло совсем немного времени, и мы перестали так думать. Во-первых, синтетические материалы оказались не столь уж привлекательными, поэтому спрос на изделия из натуральных волокон за последнее десятилетие резко возрос. Во-вторых, запасы сырья, используемого для производства синтетических волокон, существенно снизились, в то время как позиции растений, относимых к возобновляемым источникам получения волокон, укрепились. Эти два обстоятельства позволяют утверждать: слава волокнистых растений не померкнет и в будущем.

На земном шаре произрастает до двух тысяч видов волокнистых растений. Однако лишь менее двух десятков из них используются для изготовления тонких тканей. Наиболее важное значение в производстве тканей имеют хлопчатник, лен, конопля, джут. Около полутысячи видов растений идет на выделку веревок и грубых тканей.

Хлопчатник занимает ведущее положение среди волокнистых растений. Наибольшее количество хлопка производится в США, СССР, Индии, Бразилии, Мексике, Египте, Пакистане, Турции, Сирии. Всего в мире под хлопчатником занято около 32 миллионов гектаров. В нашей стране урожайность его составляет около 29 центнеров с гектара, тогда как мировой средний показатель равняется всего лишь 12 ц/га. Наибольшие площади заняты хлопчатником в Узбекистане (61 процент). Выращивают его также в Туркмении, Таджикистане, Азербайджане и Киргизии.

Использование хлопка в качестве сырья для производства тканей началось позднее, чем возникло льнопрядение. Это объясняется тем, что сравнительно небольшая длина волокон хлопка требовала для его обработки более сложной техники. Вот почему в Древнем Шумере и Египте хлопок не использовался. Там ткани изготовлялись в основном из льна. В долине Нила хлопчатник появился в 500 году до нашей эры.

Первые хлопчатобумажные ткани были изготовлены в Индии. Предполагают, что это произошло за 3000 лет до нашей эры: Геродот, имея в виду хлопчатник, писал, что в Индии «шерсть растет на дереве». В условиях жаркого климата легкие и воздухопроницаемые бумажные ткани имели большое преимущество перед тяжелыми льняными. Белый муслин, изготовлявшийся древними мастерами, был настолько тонок, что, как утверждают некоторые историки, одежду человека можно было проташить через обручальное кольцо.

Из Индии хлопчатобумажные ткани начали свое победное шествие по всему миру. Сначала они оказались в Древнем Египте, а в X—XI веках — в Европе, где быстро завоевали прочные позиции. Платья из хлопчатобумажной ткани были украшением гардероба английской королевы и французских модниц. В Россию в XVI веке из среднеазиатских ханств поступали в большом количестве хлопчатобумажные ткани: бязь, миткаль, зендень. Они находили большой спрос. Закупленные ткани нередко отдавались затем в окраску русским мастерам.

Независимо от Старого Света хлопчатник возделывался в Америке с древнейших времен. Культура растения была широко распространена по всей тропической зоне континента. Из-за отсутствия домашних животных в Мексике, Гватемале и Колумбии хлопчатник являлся почти единственным сырьем для выделки одежды. Хлопчатобумажные ткани изготовлялись женщинами индейских племен в больших количествах. Они служили важным предметом меновой торговли с племенами, жившими в более холодных областях, где хлопчатник не выращивался.

Когда испанские завоеватели прибыли к вождю ацтеков Монтесуме, тот в качестве подарка снабдил их предводителя Кортеса тридцатью тюками хлопчатобумажных плащей. Для окраски хлопковых тканей ацтеки использовали краску из кошенили. Иногда ткань укра-

шали яркими перьями тропических птиц. Мужчины носили одежду из волокна пальм и агав, которая считалась грубой, а женщины — более изящные, хлопчатобумажные платья.

Современное использование хлопчатника не ограничивается изготовлением тканей. Хлопок применяется для производства различных технических изделий (искусственного стекла, целлофана, фото- и кинопленки, лаков, различных сортов бумаги, линолеума, фурфурола).

Уникальные свойства хлопкового волокна определяются присутствием в нем целлюлозы, на долю которой приходится более 90 процентов от общей массы.

Второе место по значимости среди волокнистых растений занимает «северный шелк» — лен (*Linum usitatissimum*). В его волокнах 80—90 процентов целлюлозы. Если хлопчатник стали возделывать в Индии для изготовления тканей три тысячи лет до н. э., то лен сеяли там на четыре тысячелетия раньше. Спустя два тысячелетия его стали выращивать в Ассирии и Вавилонии. Затем лен проник в Египет. Льняные одежды носили там фараоны, жрецы, знатные люди. Именно в Египте выделка льняных тканей достигла своего совершенства, которое до сих пор является непревзойденным. В Древней Греции и Риме льняные полотна использовались в качестве парусов.

На территории нашей страны льноводство возникло во II—I тысячелетиях до н. э., когда на юге Восточной Европы жили скифские племена. Еще до образования Киевской Руси навыки культивирования льна перешли к славянам. Согласно Геродоту, славяне умели выращивать лен и делать из него ткани уже в VI веке до н. э. И действительно, археологи обнаружили остатки льняного полотна на территории нашей страны, относимые к этому периоду. Во времена походов киевского князя Олега на Царьград была построена огромнейшая армада парусников, состоящая из двух тысяч судов, оснащенных льняными парусами. Этот пример наглядно свидетельствует о масштабах выращивания льна в те времена и производства из него различного вида полотен. В отличие от Древнего Египта на Руси льняные ткани были доступны каждому.

Обилие льна на Руси приводило в изумление многих заморских гостей. В XVI веке в различных городах наблюдалась, как свидетельствуют исторические документы, интенсивная торговля льном. В Новгороде и Пско-

ве, например, были особые льняные дворы, где под навесами торговые люди складывали скупленный ими лен. Английский мореплаватель Ричард Ченслер, посетивший Россию во времена Ивана Грозного, в своей книге «Торговля в Московии» писал: «К западу от Холмогор находится город Новгород, около которого растет прекрасный лен... Голландские купцы имеют в Новгороде свой скупочный дом; очень много в Новгороде и кожи, равно как и в городе Пскове, в окрестностях которого великое изобилие льна».

О размахе торговли льном со странами Западной Европы говорит следующий факт. Англичанин Джильс Флетчер отмечал, что после присоединения в 1558 году Нарвы к Русскому государству через этот город проходило до сотни судов, груженных льном и пенькой.

В начале XVII века Петрей де Ерлезунда писал про ярославские места, что там ткутся прекраснейшие полотна. В Москве еще в XVI веке славились произведения кадашевских и прозоровских ткачей, живших в одноименных слободках. Знаменитые полотна шли на нужды великокняжеского двора и на рынок обычно не поступали. Лишь в исключительных случаях в виде особой милости разрешалось «по государеву и великого князя указу» продать небольшое их количество придворным.

В XVIII веке лен занял первое место в российском экспорте. Русский «северный шелк» широко использовался на предприятиях Англии и Франции.

Льноводство не потеряло своего значения и в настоящее время. На долю нашей страны приходится около 80 процентов всех посевов льна в мире. Мировая продукция льноводства — это до 550 тысяч тонн волокна ежегодно. Свыше 70 процентов указанного количества дает СССР. Лен выращивается также в Бельгии, Нидерландах, Франции и некоторых других странах.

Качество того или иного льна оценивается определенным номером. Этот номер означает, сколько километров пряжи можно изготовить из одного килограмма льняного волокна. Чем выше номер, тем больше пряжи можно произвести из одного и того же количества волокна и тем, следовательно, будет тоньше нить. Из пряжи под номером 26 изготавливается батист, номера 12—14 идут на бельевое полотно, а номер 6 используется для производства брезента.

Любопытно отметить, что более четырех тысяч лет

назад в Древнем Египте изготавливалась настолько качественная льняная пряжа, что воспроизвести ее в настоящее время не представляется возможным: там делали льняные ткани из нитей 240 номера! Через пять ее слоев просвечивало тело. И это отнюдь не предел «ювелирной» работы. В египетских саркофагах была обнаружена пелена значительно тоньше этой ткани. Для ее производства выращивался особый сорт льна, который не сохранился до наших дней.

В настоящее время для получения длинного волокна используется лен-долгунец. Он отличается от своих собратьев совершенно прямым стеблем, который ветвится лишь в своей верхней части. Для получения особо длинного и тонкого волокна лен высевают густо. Такой посев препятствует ветвлению стеблей растения. В отличие от льна-долгунца лен-кудряш ветвится низко, почти у самой земли. Среднее положение между ними занимает лен-межеумка. Он ветвится в верхней половине главного стебля.

Льняные ткани имеют целый ряд преимуществ по сравнению не только с синтетическими, но даже хлопчатобумажными тканями.

Прежде всего следует отметить необычайную прочность льняного волокна, которая с увеличением влажности возрастает. Не удивительно, что лен издавна использовался для изготовления рыболовных снастей, канатов и парусов.

Льняные ткани гигроскопичны и воздухопроницаемы. Если льняную ткань увлажнить, ее воздухопроницаемость уменьшится всего на 25—30 процентов, тогда как хлопчатобумажной ткани — на 40—47 процентов, а синтетической еще более. В связи с этим одежда из льняных тканей очень удобна для работы в условиях высокой температуры и повышенной влажности воздуха. Даже при очень сильной жаре она создает ощущение прохлады. Причина — в ее большой теплопроводности, которая на 20 процентов превосходит теплопроводность хлопчатобумажных тканей. Не удивительно, что в льняной одежде человек меньше потеет.

Степень полимеризации целлюлозы льна в 2,5—3,0 раза больше по сравнению с таковой для целлюлозы хлопка, в связи с чем льняное волокно лучше противостоит внешним воздействиям: высокой температуре, интенсивной световой радиации. По этой причине льняные ткани широ-

ко используются для изготовления пожарных рукавов, спецодежды сварщиков и пожарных. Льняное постельное белье можно безбоязненно кипятить и гладить самым горячим утюгом, что позволяет резко сократить количество всегда имеющихся на нем микроорганизмов.

Как уже отмечалось, льняное волокно по сравнению с хлопковым содержит меньше целлюлозы, но в нем больше дополнительных веществ неуглеводной природы, в частности полимерного вещества — лигнина. Благодаря лигнину льняное волокно успешно противостоит гниению. Это достоинство льняных полотен давно уже оценили художники. Льняные живописные холсты сохранили до наших дней талантливые творения старых мастеров. Древние египтяне прекрасно знали о повышенной гнилостойкости льняных тканей и широко использовали их при бальзамировании трупов.

Благодаря наличию лигнина льняное полотно обладает бактерицидными свойствами, поэтому под льняными повязками раны быстрее заживают.

Льноводство не потеряло своего значения и в период увлечения синтетическими материалами. В настоящее же время одежды из льняных тканей начинают активно входить в моду. Об этом свидетельствует повышенный спрос на них во многих странах. Покупатели стремятся приобрести не только одежду, но и обувь, сумки, другие товары массового потребления, изготовленные из льна.

Конопля (*Cannabis sativa*) была введена в культуру за тысячу лет до н. э. в Центральной Азии. Её выращивали народы Китая, Монголии, Индии. Геродот писал об этом растении: «В Скифии произрастает конопля, похожая на лен, только толще и выше его... Фракияне готовят себе из нее платье, до такой степени похожее на льняное, что человек недостаточно опытный не может узнать, сделано ли платье из конопли или изо льна; кто никогда не видел конопляной материи, тот примет такое платье за льняное».

От народов Азии искусство возделывания конопли перешло к славянам, а затем к народам Западной Европы.

Волокно конопли, извлекаемое из стеблей растения, достигающих четырехметровой высоты, грубое, но очень прочное, очень устойчивое против гниения. По этой причине его широко использовали раньше для изготовления канатов, веревок и парусов. Археологические находки и литературные памятники рассказывают об употреблении

конопли русскими людьми еще в VIII—IX веках. Наряду со льном конопля в больших количествах выращивалась в России, что способствовало развитию выделки из нее текстильных изделий, имевших широкий спрос в стране. Волокно из конопли — пенька — было важнейшей статьей русского экспорта за границу. Развитию коноплеводства в России во многом способствовала деятельность Петра I, много внимания уделявшего строительству морского флота, для которого необходимо было большое количество не только парусов, но и канатов. Благодаря стараниям Петра I разведение конопли распространилось по всей России. Рост площадей, занятых этой культурой, продолжался и позднее, достигнув максимума в 20-х годах XIX века (около миллиона гектаров).

В настоящее время конопля возделывается как прядильная культура в СССР, Италии, ГДР и ФРГ. Площадь посевов этого растения во всем мире составляет свыше 430 тысяч гектаров. Значительная ее часть приходится на нашу страну (160 тысяч гектаров). Конопля культивируется в Центрально-Черноземном районе, на Украине, в Белоруссии, на Северном Кавказе, Урале и в Западной Сибири.

Джут дает одно из самых дешевых волокон. Джут — теплолюбивое растение, его выращивают в странах Южной и Юго-Восточной Азии: в Индии, Пакистане, Таиланде, Вьетнаме, Бирме. Очень прочное волокно джута, называемое калькуттской пенькой, идет на изготовление мешочной тары, которая не пропускает воду. В таких мешках транспортируют соль, сахар и другие гигроскопичные товары. Лучшие сорта джута используются для выделки тканей, из которых шьют «вечную» спецодежду и изготавливают основу ковров. Кроме того, из джута делают обои, скатерти, салфетки, мебельные чехлы, веревки.

В производстве волокна имеют значение два вида джута: джут белый, или короткоплодный (*Corchorus capsularis*), и тосса-джут, или длинноплодный (*Corchorus olitorius*). В диком состоянии эти два вида неизвестны.

Мировая площадь посевов джута составляет 1686 тысяч гектаров. Главным экспортером этой культуры является Бангладеш, поставляющая на мировой рынок свыше 850 тысяч тонн джутового волокна в год. Главные потребители его — Англия, Бельгия, ФРГ, Франция, США, а также Индия, которая, несмотря на огромные площади, занятые джутом (700 тысяч гектаров), не может



Рис. 8. Волокнистые растения:
1 — хлопчатник, 2 — лен; 3 — конопля;
4 — джут.

удовлетворить своих потребностей в упаковочном материале. В СССР джут длинноплодный возделывается на небольших площадях в Средней Азии при интенсивном поливе (шесть-семь тысяч кубических метров воды на гектар).

Из других волокнистых растений следует отметить рами, волокно которого идет для производства ценных технических и бельевых тканей, агаву сизалевую, называемую в Танзании «шелковой травой», кенаф, абаку, канатник. Много волокнистых растений существует в природе. В основе естественных волокон, как мы уже отмечали, лежит целлюлоза. Ее макромолекулы располагаются параллельно друг другу и образуют за счет непрочных, но многочисленных водородных связей довольно устойчивую структуру — волокно.

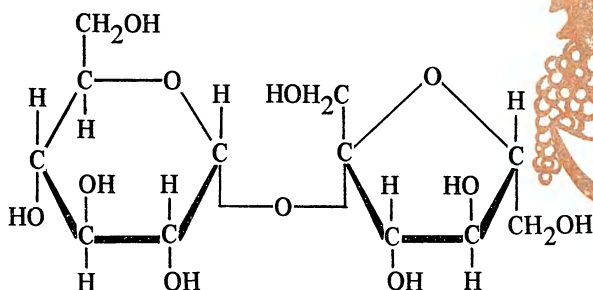
В древесине деревьев содержится около 50 процентов целлюлозы. Нельзя ли ее использовать для выделки волокон? Химики ответили: можно. Нужно лишь выделить целлюлозу древесины в чистом виде. Подсчитано, что из одного кубического метра древесины можно извлечь две сотни килограммов целлюлозы, способной дать около полутора тысяч метров искусственного шелка. Из целлю-

лозы (в зависимости от характера ее обработки) можно получить вискозу, медно-аммиачный и ацетатный шелка.

7. Сахара в составе сложных соединений (гликозидов)

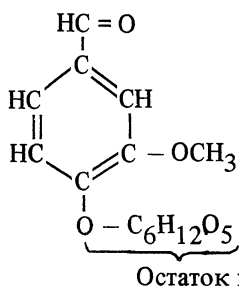
Моносахариды глюкоза и фруктоза соединяются в молекуле сахарозы при помощи так называемой гликозидной связи. Она образуется за счет свободных OH-групп моносахаридов.

Сахароза



Если молекула моносахарида соединяется посредством своего гликозидного гидроксила с молекулой какого-то органического вещества, образуется гликозид. Гликозиды представляют собой соединения различной химической природы, общим признаком которых является то, что они суть производные сахаров. Соединенная с сахаром часть молекулы гликозида носит название «агликон», то есть — «не сахар». В качестве агликонов могут выступать остатки молекул спиртов, фенолов, стероидов, алкалоидов, азотистых оснований. Агликоны разных гликозидов чаще соединяются с моносахарами (глюкозой, галактозой, ксилозой, арабинозой), но могут взаимодействовать с дисахаридами и трисахаридами. Обилие агликонов и сахаров, с которыми они соединяются, является причиной разнообразия гликозидов, которые чрезвычайно широко распространены в растительных организмах. Очень часто гликозиды обладают горьким вкусом или специфическим ароматом. По этой причине некоторые из них играют важную роль в пищевой промышленности.

Кому не знаком характерный запах ванили? Причина его — альдегид ванилиновой кислоты. В плодах ванили он содержится в связанном состоянии (в виде гликозида — глюкованилина), поэтому свежесобранные плоды ванилью не пахнут; аромат возникает в результате их обработки. При этом сушка плодов является наиболее сложной и длительной операцией. Она продолжается около шести месяцев. Сначала плоды сушат на солнце, томят в «парной бане», снова сушат и снова томят. Так повторяют до тех пор, пока они не начнут издавать тот специфический запах, который хорошо знаком любителям кулинарных изделий. При томлении плодов глюкованилин подвергается ферментативному гидролизу с образованием свободного ванилина и глюкозы.



Глюкованилин



Родина ванили (*Vanilla planifolia*) из семейства орхидных — Мексика. Европейцы познакомились с этим растением в 1520 году. Тогда Монтесума угостил испанских завоевателей Б. Диаса и Э. Кортеса чашечкой напитка, называвшегося «чоколатль». Это было какао с добавкой ванили для аромата и вкуса.

Ваниль представляет собой длинную лиану с сочными листьями, прикрепляющуюся к стволам и ветвям крупных деревьев при помощи воздушных придаточных корней, образующихся на той стороне ее стебля, которая направлена к опоре. Цветки ванили, малозаметные, душистые, зеленовато-желтые собраны в кисть (по 15—20 штук). Аромат цветков ничего общего не имеет с ванильным запахом. После отцветания ванили на ней формируются стручкообразные плоды, относящиеся к классу коробочек.



Рис. 9. Ваниль:

1 — цветущая ветка; 2 — плод (коробочка).

В быту же плоды ванили из-за внешнего вида именуют либо бобами, либо стручками. Высокая их стоимость отразилась в народном названии ванили — «золотые бобы». Длина плодов — 10—20 сантиметров. Они содержат мелкие семена.

Испанские конкистадоры наблюдали, как индейцы собирали в лесу эти плоды и доставляли во дворец Монте-сумы. Потребителями ванили были в основном царственные особы. Дело в том, что ваниль была довольно редким диким растением, дававшим скудные урожаи.

Ботаническое описание ванили появилось в начале XVII века. В XVIII столетии ее завезли в Англию, а также в Париж и Антверпен. Из холодной Европы путь ванили лежал далее в жаркие стра-

ны. В 1822 году ее доставили на острова Индийского океана, а позже, в 1860 году, ваниль завезли на Мадагаскар. Здесь во влажном и теплом климате она обрела вторую родину; ныне под плантациями ванили на острове занято около 30 тысяч гектаров, на которых работает почти 260 тысяч крестьян. Мадагаскар дает 70 процентов мирового сбора ванили.

Ваниль — трудоемкая культура. Для тонких и длинных стеблей ее необходимы прочные опоры. Обычно с этой целью на плантациях высаживаются древовидные папоротники, китайские розаны, а иногда — кофейные деревья. Опыление цветков производится искусственным путем, вручную. Каждое растение дает несколько фунтов зеленых плодов, которые и используются для получения ванилина. Следует отметить, что аромат натуральной ванили обладает более богатым букетом и более стоек, чем запах синтетического ванилина, ведь плоды содержат ряд других ароматических веществ (анисовый спирт и альдегид,

коричные эфиры). В настоящее время ваниль используется преимущественно для ароматизации шоколада, конфет, печенья, мороженого, кремов и многих других продуктов. В медицине ее употребляют для придания приятного запаха лекарствам. Синтетический ванилин широко используется в мыловаренной и кондитерской промышленности — тоже в качестве ароматизатора; его получают при окислении лигнина древесины нитробензолом в щелочной среде.

А теперь познакомимся с гликозидами горчицы. Различные виды горчицы очень часто употребляются в качестве приправы. Раньше других с этой целью стали использовать горчицу черную. В Древней Греции и Риме это растение служило распространенной приправой к различным блюдам.

Горчица сарептская (*Brassica juncea*) встречается в Средней Азии (Киргизская ССР) и в Закавказье в одичалом состоянии. Культивируется она на обширной территории преимущественно к югу от Нечерноземной полосы, особенно в Поволжье, Центрально-Черноземной зоне, в Западной Сибири, на Украине, Северном Кавказе и в Киргизии.

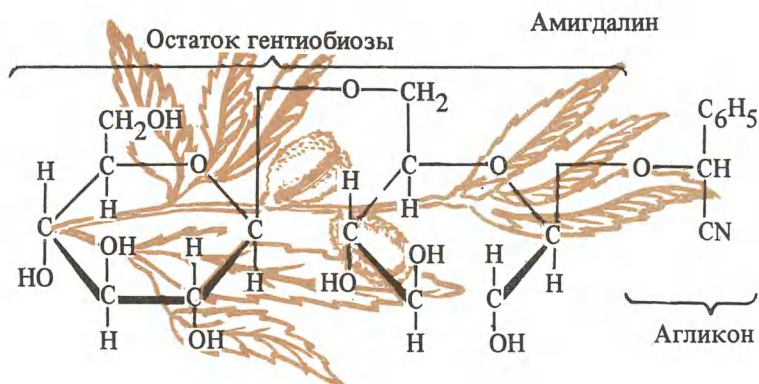
В семенах горчицы содержится 23—47 процентов жирного масла, которое используется в пищевой, текстильной и мыловаренной промышленности. Из семян масло удаляют, как правило, путем холодного прессования. При этом в него не попадают горчичное эфирное масло и гликозид синигрин, имеющий острый запах, который нежелателен при изготовлении некоторых пищевых продуктов. Обезжиренные семена перемалывают в муку, которая и служит сырьем для получения столовой горчицы. Вот тут-то присутствие синигрина играет ведущую роль. Он определяет вкусовые особенности горчицы черной и сарептской.

В семенах горчицы белой — культуры, также возделываемой в нашей стране, содержится гликозид sinalьбин. Синигрин и sinalьбин содержат серу (через нее осуществляется присоединение молекулы глюкозы). Под действием фермента тиоглюкозидазы, содержащегося в хрене и семенах горчицы, синигрин расщепляется. При этом образуется горчичное эфирное масло, придающее горчице и хрену специфический жгучий вкус. Особенно эффективно действие фермента при увлажнении растительной массы теплой (не выше 50°C) водой.

Миндаль обыкновенный (*Amygdalus communis*) представляет собой листопадное дерево или кустарник высотой от четырех до десяти метров. В садах Южной Европы при хорошей погоде он начинает цвести еще в январе, а в феврале и марте, задолго до появления своих листьев, уже сплошь покрыт белоснежными или нежно-розовыми крупными цветками.

По вкусу ядер различают сладкий и горький миндаль. Плоды сладкого миндаля содержат 40—60 процентов невысыхающего жирного масла и 20—30 процентов белка. Их едят свежими, поджаренными, подсолёнными, а также используют в кондитерском и хлебопекарном производствах (для изготовления тортов, пирожных, марципанов, шоколада).

Следует сказать и о семенах горького миндаля. Они очень ядовиты из-за наличия в них синильной кислоты. Употреблять семена в пищу нельзя. Синильная кислота находится в семенах миндаля в связанном состоянии, в виде гликозида — амигдалина, в котором присутствует дисахарид гентиобиоза.



При кислотном гидролизе амигдалина, помимо молекул синильной кислоты и бензальдегида, образуются две молекулы глюкозы, на которые распадается дисахарид гентиобиоза. В растении реакция гидролиза амигдалина осуществляется ферментом β -глюкозидазой. Амигдалин определяет специфический вкус и аромат горького миндаля, а также абрикосовых, сливовых и персиковых косточек.

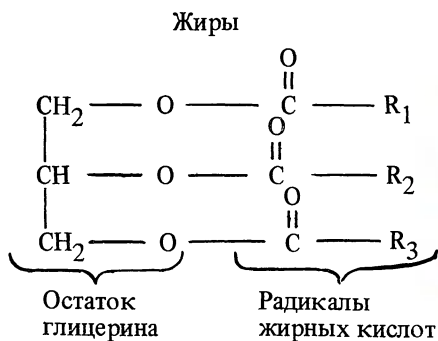


ЖИРЫ И ИМ ПОДОБНЫЕ

Жиры и жироподобные вещества в настоящее время называются липидами. Термин «липиды» используется для обозначения разнородной группы веществ, которые обнаруживают гидрофобные (водоотталкивающие) свойства. Эти вещества растворимы в органических растворителях (эфире, бензине, бензоле, хлороформе), но не в воде. В состав указанной группы входят жиры, воска, фосфатиды и некоторые другие соединения.

По химической природе жиры представляют собой смесь сложных эфиров трехатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. Эти эфиры называются еще глицеридами. Наиболее часто в состав жиров входят пальмитиновая, стеариновая, арахидовая, бегеновая, лауриновая, олеиновая, линолевая, линоленовая кислоты. Одни из них являются насыщенными, то есть не содержат двойных связей (пальмитиновая, стеариновая, арахидовая, бегеновая кислоты), тогда как другие относятся к числу ненасыщенных (олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты). В щелочных условиях глицериды легко гидролизуются на составные части: глицерин и свободные жирные кислоты.

Воска сходны с жирами в том отношении, что в них также присутствуют жирные кислоты, но эти кислоты связаны здесь не с глицерином, а с высокомолекулярными спиртами (цетиловым, гексакозанолом, октакозанолом, триакозанолом).



Фосфатиды, как и жиры, являются глицеридами, то есть сложными эфирами глицерина и жирных кислот, но в отличие от истинных жиров их молекулы содержат фосфорную кислоту, которая соединена с азотистым основанием. Из азотистых оснований, входящих в состав фосфатидов, в растениях очень часто встречается холин. Фосфатиды, особенно содержащие холин, широко используются в пищевой промышленности для изготовления шоколада, маргарина, а также в качестве веществ, предохраняющих жиры от окисления и прогоркания.

Липиды играют важную роль в жизнедеятельности организмов. Являясь составной частью мембран клеток, они регулируют их проницаемость. Кроме того, липиды имеют большое значение в обеспечении клеток энергией. Дело в том, что при окислении жиров на единицу веса выделяется приблизительно в два раза больше энергии, чем при окислении углеводов. Неудивительно, что семена, нуждающиеся для своего прорастания в большом количестве энергии, обычно содержат значительное количество жиров.

Следует указать и на защитную функцию некоторых липидов. Они повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды, а также — к вредителям и болезням. Так, например, толстый восковой налет на листьях является серьезным препятствием для некоторых вредных насекомых и возбудителей болезней.

1. Источники получения растительных масел

Из-за высокого содержания жиров семена и плоды многих растений широко используются для получения

ценных веществ, называемых маслами. Растительные масла являются важнейшим источником пищевого жира, особенно в странах со слабо развитым животноводством. Кроме того, они используются для получения мыла, свечей, твердых пленок, предохраняющих металлы от коррозии, масляных красок для живописи, масла для смазки трущихся металлических поверхностей. Многие масличные растения специально культивируются для получения масла (подсолнечник, лен-кудряш, маслина, клещевина). Другие растения дают масла как побочный продукт. Таковы некоторые волокнистые (лен-долгунец, конопля, хлопчатник, кенаф), плодовые (абрикос, миндаль), орехоплодные (грецкий орех, лещина), зерновые (кукуруза), зернобобовые (соя, арахис) и целый ряд других растений. Первоначально человек употреблял в пищу те растения, которые содержали много масла, например, ядра орехов. С развитием земледелия такие растения стали постепенно вводиться в культуру. Затем человек научился отжимать растительное масло и стал использовать его в пищевых и технических целях.

В отличие от животных жиров, которые при нормальной температуре представляют собой твердую массу, растительные масла имеют обычно жидкую консистенцию. Исключением являются масло кокосовых орехов, температура плавления которого равняется 20—28°C, и масло бобов какао, имеющего температуру плавления 30—34°C. Это связано с тем, что в состав масла бобов какао входит большое количество пальмитиновой (35 процентов) и стеариновой (40 процентов) кислот, которые характерны для животных жиров.

Современная технология позволяет в случае необходимости легко превращать жидкие масла в твердые — путем гидрогенизации (в результате пропускания газобразного водорода через нагретый жир). Так получается маргарин.

Кокосовое масло извлекают из высушенных ядер орехов **кокосовой пальмы** (*Cocos nucifera*), которые называются копррой. С гектара посадок кокосовой пальмы получают около тонны копры. Филиппины, Шри-Ланка, Индонезия, Малайзия и другие страны производят и экспортируют огромное количество копры — около трех миллионов тонн. В ней содержится 60—65 процентов одного из самых ценных растительных масел. Оно находит применение при производстве маргарина и высших сортов

мыла, а также в кулинарии. Отходы производства кокосового масла дают моторное топливо, которое по техническим характеристикам близко к дизельному.

Масличная пальма (*Elaeis guineensis*) поистине является кормилицей населения тропической Африки.

В мякоти околоплодника этого растения содержится от 22 до 70 процентов масла, отличающегося — из-за высокого содержания в нем каротиноидов — оранжево-желтой окраской. Оно используется для смазки металлических деталей, в производстве мыла и свечей.

Внутри околоплодника масличной пальмы находится косточка, ядро которой также богато маслом. Это масло более высокого качества, чем масло из мякоти, в нем преобладает пальмитиновая кислота. Оно употребляется в пищу непосредственно или в виде маргарина.

Масличная пальма начинает плодоносить в возрасте четырех-десяти лет — в зависимости от климата и почвы. При машинной переработке из 100 тонн пальмовых орехов получают до 30 тонн масла, а при ручной выделке — 10—12 тонн. Масличная пальма является «рекордсменом» среди растений по выходу масла на единицу площади посадок.

Одним из главнейших масличных растений в нашей стране является **подсолнечник**, он дает около 90 процентов растительных жиров, используемые в пищевой промышленности и для технических нужд. В Советском Союзе посевы подсолнечника занимают около пяти миллионов гектаров.

Впервые описавший это растение голландский ботаник М. Лобель в 1576 году назвал его «цветком солнца». Под этим названием подсолнечник прибыл в XVI веке в Европу из Мексики и стал украшать сады и палисадники. Карл Линней, автор бинарной номенклатуры растений, сохранил это название, определив его как *Helianthus annuus*.

В России подсолнечник появился в XVIII веке. По распоряжению Петра I из Голландии были отправлены в нашу страну образцы семян этого растения. Здесь оно нашло свою вторую родину, ученые нашей страны сделали и делают очень многое для улучшения его сортов.

В 1780 году в русской газете «Экономический магазин» были опубликованы две заметки «О масле особого рода» и «О подсолнечнике», автор которых с восхищением писал о подсолнечном масле. Однако массовое разведение под-

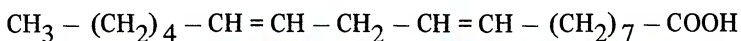
солнечника с целью получения масла началось лишь с середины прошлого столетия благодаря трудам крепостного крестьянина, проживавшего в Алексеевской слободе Бирючинского уезда Воронежской губернии (ныне город Алексеевка Белгородской области), Даниила Семеновича Бокарева. В 1829 году он получил на самодельной маслобойке из семян подсолнечника несколько пудов янтарного, душистого и питательного масла. В 70-х годах XIX века в Алексеевской слободе функционировало около 90 маслобоен. После этого подсолнечник стали выращивать с целью получения масла сначала в Европе, а затем и на его родине — в Америке.

Но не только Д. С. Бокарев прославил подсолнечник. Другой наш соотечественник дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии Василий Степанович Пустовойт вывел такие сорта подсолнечника, семена которых содержат почти в два раза больше масла, чем исходные родительские растения (до 55 процентов).

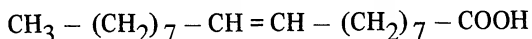
Его ученики, селекционеры Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур имени В. С. Пустовойта, вывели еще несколько новых сортов подсолнечника. Один из них называется «Первенец». Он дает масло весьма высокого качества, сходного со знаменитым оливковым.

Как мы уже отмечали, масла представляют собой глицериды жирных кислот. В подсолнечном масле присутствуют глицериды четырех кислот: стеариновой, пальмитиновой, линолевой и олеиновой. В масле обычных сортов преобладает глицерид линолевой кислоты (около 60 процентов), тогда как количество глицерида олеиновой кислоты значительно меньше (около 25 процентов).

Линолевая кислота



Олеиновая кислота



Линолевая кислота из-за наличия в ее молекуле двух двойных связей относится к числу ненасыщенных кислот, она обладает повышенной способностью к окислению. По этой причине подсолнечное масло довольно быстро прогоркает. В отличие от подсолнечного оливковое масло (называвшееся раньше прованским) содержит преимущественно глицерид олеиновой кислоты (77—80 процентов). Олеиновая кислота, как и линолевая, относится к ненасыщенным кислотам, однако в ее молекуле лишь одна двойная связь, поэтому первая кислота окисляется в десять раз медленнее, чем вторая. Вот почему селекционеры и занялись выведением таких сортов подсолнечника, в которых преобладал бы глицерид олеиновой кислоты. Сделать это удалось с помощью особых химических веществ, вызывающих у растений наследственные изменения, так называемых мутагенов. В результате обработки семян подсолнечника мутагеном диметилсульфатом были получены растения, в масле которых содержалось около 50 процентов глицерида олеиновой кислоты. Эти растения и дали начало сорту «Первенец», в масле которого присутствует 70—75 процентов глицерида олеиновой кислоты.

Подсолнечное масло идет в пищу, используется в производстве маргарина, лаков, мыла, лекарственных препаратов, олифы, рыбных и овощных консервов. Благодаря успехам, достигнутым советскими селекционерами в выведении новых сортов подсолнечника, площади, занятые этой культурой, на земном шаре постоянно растут. За последние 20 лет они увеличились на одну треть.

И тем не менее подсолнечное масло не является в этом смысле «чемпионом». Наибольшее количество растительного масла производится из соевых бобов. В 1985 году соевого масла было получено около 13,42 миллиона тонн, тогда как подсолнечного приблизительно 6,14 миллиона тонн. В связи с энергетическим кризисом и огромными масштабами производства соевого масла сделана попытка использования его в качестве топлива для автомобилей. В газетах сообщалось, что в городе Сан-Пауло (Бразилия) состоялся автопробег на дистанцию 120 километров четырех 13-тонных грузовиков, заправленных соевым маслом.

Важное значение имеет арахисовое масло, добываемое из семян арахиса (*Arachis hypogaea*). В них содержится 44—60 процентов масла. Из одной тонны очищенных семян арахиса получают от 226 до 317 килограммов масла,

используемого в пищу, в консервном и кондитерском деле. Низшие сорта арахисового масла идут на мыловарение.

Наиболее высококачественное масло, ценимое за вкус и тонкий аромат, — оливковое. Оно добывается из сочной мякоти плодов маслины (*Olea europaea*) под небольшим давлением. Мякоть плодов маслины содержит 20—40 процентов масла. Оно, прозрачное, золотисто-желтого цвета, богатое витаминами, легко усваивается организмом, при хранении не теряет своих вкусовых качеств в течение двух-трех лет.

Оставшаяся после отжима масса прессуется в нагретом состоянии. В результате этого получается так называемое деревянное масло, которое используется в мыловарении.

В средиземноморских странах оливковое масло издавна имело огромное значение в жизни людей. Оно использовалось в медицинских и косметических целях, для освещения и питания. В Древней Греции спортсмены перед началом состязаний обязательно натирались оливковым маслом.

Семь миллионов гектаров занимают на земном шаре насаждения маслины в настоящее время. Каждый год они дают около миллиона тонн масла. В нашей стране небольшие промышленные посадки маслины имеются в южной части Крыма, в Закавказье (в Западной Грузии и Азербайджане) и очень немного — в Туркмении. Отечественные ученые вывели немало сортов этого растения: Никитская-1, Никитская-2, Крымская-172, Отур, Наджетская, Революция 25, Азербайджан-Зейтуни, Баки-Зейтуни.

В Индии важное место в производстве растительного масла принадлежит кунжуту (*Sesamum indicum*). Здесь выращивают его с глубокой древности. Масло этого растения по вкусовым качествам считается одним из самых лучших. Оно используется для производства маргарина, а также для консервирования сардин и в кондитерском деле. Отсутствие запаха у кунжутowego масла позволяет употреблять его для извлечения ценных эфирных масел методом энфлеража. Суть этого метода заключается в следующем. Лепестки или листья эфирномасличных растений смешиваются с животным или растительным жиром. Смесь оставляют стоять на некоторое время — для перехода в жир душистых веществ, а затем их извлекают из жира спиртом. Растворившиеся вместе с ароматическими веществами второстепенные продукты



Рис. 10. Масличные растения:

1 — кокосовая пальма; 2 — масличная пальма; 3 — подсолнечник;
4 — арахис; 5 — маслина; 6 — кунжут; 7 — клеверина.

отделяют путем вымораживания. Высшие сорта кунжутowego масла заменяют оливковое. Сорта более низкого качества используются в мыловарении и производстве халвы. При сжигании кунжутowego масла возникает обильная копоть, поэтому его используют для производства туши.

В Россию кунжут был завезен в конце XVIII века. В Средней Азии он возделывался очень давно. В настоящее время в Средней Азии, Азербайджане и Краснодарском крае выращиваются сорта кунжута отечественной селекции: Ташкентский 122, Серахский 470, Кубанец 55.

Много масличных растений выращивается человеком. Среди них следует отметить облепиху (*Hipporhamnoides*). Обычно у растений масло содержится в семенах. У облепихи же, как и у маслины, оно присутствует не только в семенах, но и в мякоти плодов. Еще в глубокой древности жители Тибета использовали масло облепихи как целебное средство. Исследования ученых подтвердили наличие лекарственных свойств у облепихового масла, оно с успехом используется ныне для лечения некоторых болезней. Особенно богаты лечебным маслом плоды облепихи сорта «Дар Катуни».

Плоды китайского тунга (тунг Форда — *Aleurites fordii*) диаметром до шести-семи сантиметров содержат семена, из которых добывается масло, являющееся ценным сырьем для лакокрасочной промышленности. Тунговое масло быстро высыхает, образуя твердую пленку, похожую на эмаль. Лаки, эмали и краски, приготовленные на тунговом масле, очень прочны. Они водонепроницаемы, отличаются стойкостью по отношению к щелочам и кислотам, надежно предохраняют подводные части кораблей не только от ржавчины, но и от обрастания моллюсками. Тунговое масло используется в электротехнической промышленности, а также для изготовления клеенок, линолеумов, водонепроницаемых тканей. Следует заметить, что масло этого растения обладает неприятным запахом и очень ядовито. При попадании его на кожу возникают ожоги.

В конце прошлого века ботаник А. Н. Краснов привез из Японии саженцы тунга сердцевидного (*Aleurites cordata*) и посадил в поселке Чакве, расположенном недалеко от Батуми. Растения прижились и дали начало первой плантации тунга в России. В настоящее время на Черноморском побережье Кавказа культивируются оба вида: тунг Форда и тунг сердцевидный.

Многие растительные масла находят применение в медицине. Одно из них — касторовое. Это масло получают из семян клещевины (*Ricinus communis*); масла в них содержится около 40—57 процентов. Касторовое масло представляет собой прозрачную вязкую жидкость со слабым запахом, неприятную на вкус. Оно используется в медицине для заживления ран (в составе известной мази Вишневского), в качестве слабительного.

Потребности в касторовом масле резко возросли после 1945 года, когда были сделаны существенные открытия в области химии полимерных материалов и искусственных волокон. Оно стало использоваться для изготовления синтетических волокнистых материалов, пластических масс, искусственной кожи.

Ценным качеством касторового масла является его невысыхаемость. Благодаря этому оно является идеальным смазочным материалом, особенно для двигателей с большим числом оборотов.

Все это обеспечило в XX веке интенсивный рост площадей, занятых под посевами клещевины. В настоящее время клещевина является культурой мирового значения. Она возделывается в Бразилии, Индии, Таиланде, Эфиопии и во многих других странах.

Введение этого растения в культуру произошло, по-видимому, в Африке. Там местное население издавна использовало масло клещевины для натирания тела, освещения, жирования кож. Еще в VII веке до н. э. клещевина выращивалась в Древнем Египте как культурное растение по берегам рек и прудов, в долине Нила. Семена растения найдены в гробницах, относимых к этому периоду. Изображения клещевины украшали стены храмов в Фивах. Касторовое масло использовалось для освещения храмов. И древние египтяне, и древние греки хорошо знали о его лекарственных свойствах. Великий врач древности Гален (131—200 гг. н. э.) назначал его больным.

В Россию клещевина попала из Африки. Сейчас растение выращивается на юге Украины, в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области.

В последние годы в качестве ценной масличной и кормовой культуры рассматривается рапс — однолетнее озимое или яровое растение высотой 50-160 сантиметров из семейства крестоцветных. В его семенах — 43-50 процентов прекрасного, похожего на прованское, пищевого полувысыхающего масла, которое используется для произ-

водства маргарина, а также — в технических целях. В масле содержится значительное количество специфичной для рапса и горчицы эруковой кислоты. Эта кислота необходима химической промышленности для изготовления высококачественного нейлона. Присутствие кислоты в масле рапса считается нежелательным, поэтому селекционеры работают над созданием безэруковых сортов культуры.

В Европе рапс возделывается с XVI, а в России с XIX века. Общая площадь его посевов во всем мире составляет 9,3 миллиона гектаров, из которых 3,4 миллиона гектаров приходится на Индию, 2,5 — на Китай и 1,3 — на Канаду. До недавнего прошлого в нашей стране выращивалось сравнительно мало рапса, причем он культивировался преимущественно как кормовое растение. В настоящее время предусматривается освоение рапса в западных областях Украины, в Белоруссии, в республиках Прибалтики, а также в Центральном и Центрально-Черноземных районах РСФСР, в Поволжье, на Урале, в Сибири и Северном Казахстане.

Больших успехов в возделывании этой кормовой и масличной культуры достигли труженики Ивано-Франковской области. В связи с этим Ивано-Франковская область утверждена в качестве базовой для европейской части страны по селекции, семеноводству и технологии выращивания рапса.

Внимание уделяется не только рапсу, но и многим другим масличным культурам. Партия и правительство разработали систему мероприятий, осуществление которых позволит увеличить к концу двенадцатой пятилетки производство растительного масла до 3,7—4,0 миллиона тонн в год.

2. Восконосные растения

Воска — жироподобные вещества, твердые при обычной температуре. В настоящее время они находят применение в металлургической, авиационной, кожевенной, бумажной и многих других отраслях промышленности. Обычно используется пчелиный воск, однако и растения могут служить поставщиками этого важного продукта.

В состав восков растений входят как обычные жирные кислоты, которые мы уже упоминали (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая), так и жирные кислоты, специфичные для восков (карнаубовая, церотиновая, монтановая и

другие). Молекулярная масса специфичных кислот значительно больше молекулярной массы обычных жирных кислот.

Жирные кислоты в восках взаимодействуют не с глицерином, как в жирах, а с высокомолекулярными спиртами — например, цетиловым спиртом $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_2\text{OH}$. Кроме того, в состав восков входят углеводороды парафинового ряда.

У некоторых растений, например у капусты, восковой налет состоит, главным образом, из парафинового углеводорода нонакозана $\text{C}_{29}\text{H}_{60}$ и его производного — нонакозанона.

Воска у многих растений покрывают поверхность листьев, стеблей, плодов, предохраняя растение от чрезмерной потери воды, от излишнего смачивания влагой во время дождя, препятствуя вымыванию из растения ценных веществ, а также воздействию на него патогенных микроорганизмов.

Особенно много воска имеется на поверхности произрастающей в Бразилии копернии восконосной (*Copernicia prunifera*), называемой иначе восконосной пальмой, карнаубой. Ее веерообразные листья расположены по спирали вокруг ствола. Они-то, покрытые воском с обеих сторон, и служат источником его получения. Воск карнаубы имеет желтоватую или зеленоватую окраску, очень твердый и ломкий, его температура плавления — $83\text{—}90^\circ\text{C}$. Он используется для изготовления свечей, политур, мастики для вождения, при выделке кож, в производстве копировальной бумаги. В состав карнаубского воска входит около 80 процентов эфиров мирицилового и церилового спиртов, связанных ненасыщенными кислотами — карнаубовой и церотиновой. Этот воск плохо растворяется в органических растворителях даже при нагревании.

Пальмы из рода цероксилон (*Ceroxylon*) называют еще восковыми пальмами (от греческого слова «*keros*» — «воск»). Воск находится у них на стволах — в виде корки толщиной до полусантиметра. Его добывают обыкновенным соскабливанием. Одно дерево может дать до 12 килограммов воска. По внешнему виду он напоминает карнаубский и состоит в основном из сложных эфиров пальмитиновой кислоты и церилового и мирицилового спиртов. Цероксилон киндьоский (*Ceroxylon quindiuense*) является национальной эмблемой Колумбии. Эта самая высокая пальма в мире растет в ущелье Киндьо (западнее Боготы) на

высоте 3000 метров над уровнем моря. Множество пальм этого вида вырублено с целью получения воска.

В Центральной Америке встречается растение лангсдорфия подземная, открытое ботаником К.-Ф.-Ф. Марциусом в начале XIX века и названное в честь русского генерального консула в Бразилии Г. И. Лангсдорфа. Это растение встречается на высоте двух-трех тысяч метров над уровнем моря. Разветвленные стебли лангсдорфии содержат в себе большое количество восковидного вещества — баланофорина, благодаря чему в сухом виде обладают способностью гореть, как факелы. Жители Колумбии собирали их и использовали в праздники для иллюминации. Из лангсдорфии готовят и настоящие свечи.

У некоторых растений мощный восковой налет покрывает плоды. Так, например, у произрастающей в Центральной и Северной Америке мирики восконосной (*Myrica cerifera*) слой воска настолько впечатляющ, что этот кустарник, или небольшое дерево, названо восковником (восковницей). Воск мирики, по химическому составу близкий к маслам, еще в доисторические времена использовался индейцами для освещения жилищ. Из него и сейчас делают свечи, поэтому неудивительно, что англичане называли мирику восконосную «свечной ягодой». Кроме того, воск мирики употребляется для изготовления мыла, мазей, полировочных паст, лекарственных средств.

Мирика восконосная относится к семейству мириковых. В этом семействе немало растений, накапливающих большое количество воска. Так, например, мирика красная (*Myrica rubra*) дает плоды, снабженные толстым восковым налетом, под которым скрывается очень вкусная мякоть. Это растение широко разводят в Японии, Китае, в странах Юго-Восточной Азии. В нашей стране предпринята попытка культивирования его на Кавказе (в Сухуми).

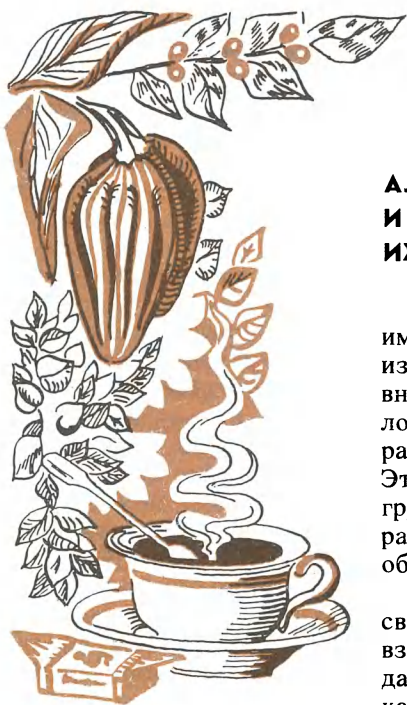
В северо-западной Мексике и на юго-востоке США произрастает кустарник высотой один-два метра (иногда до трех метров): симмондсия китайская (*Simmondsia chinensis*), местное название ее — хохоба. Видовое название хохобе дано немецким ботаником Иоганном Линком ошибочно: растение в Китае вовсе не встречается. Оно является чрезвычайно засухоустойчивым и может произрастать в местностях, где в год выпадает лишь 70-80 миллиметров осадков, при дневной температуре +45° С. В связи с этим хохоба может с успехом культивироваться в пустынях.

Интенсивность роста растения довольно значительна: в

год оно вырастает на 30 сантиметров. На третьем году жизни симмондсия приступает к плодоношению. Но полную силу растение набирает через девять-десять лет после посадки. Исключительная засухоустойчивость хохобы объясняется наличием у нее сильно развитой корневой системы, достигающей тридцатиметровой длины. Растение требует некоторого количества влаги только в течение зимы и весны, когда цветет и плодоносит.

Семена симмондсии индейцы с давних пор использовали в пищу и в качестве корма для домашних животных. В толстых и мясистых семядолях хохобы содержится жидкий воск, используемый в медицинских целях. Кроме того, он применяется в качестве смазочного материала для различных машин и механизмов, а также для производства пластиков. По своим свойствам и химическому составу воск хохобы имеет много общего со спермацетом, добываемым из жидкого животного воска, источником получения которого служат головы кашалотов.

Ценность хохобы настолько велика, что Организация Объединенных Наций выделила средства на проведение экспериментов по выращиванию этого растения в некоторых странах Африканского континента. В 1982 году в Судане состоялся международный семинар, в котором участвовало 27 африканских и арабских стран. На нем обсуждались результаты экспериментов по выращиванию симмондсии и перспективы ее использования. Одно из главных достоинств хохобы — способность расти там, где вообще ничего не растет. Это прекрасное средство закрепления почв и борьбы с наступлением пустыни.



АЛКАЛОИДЫ И ОБРАЗУЮЩИЕ ИХ РАСТЕНИЯ

Алкалоиды благодаря своим удивительным свойствам издавна привлекли к себе внимание химиков, токсикологов, фармацевтов, врачей различных специальностей. Это чрезвычайно разнородная группа веществ, которые характеризуются следующими общими признаками.

Во-первых, они обладают свойствами оснований и при взаимодействии с кислотами дают соли. В растениях алкалоиды присутствуют, как

правило, в форме солей яблочной, винной, лимонной и других кислот.

Во-вторых, эти вещества содержат азот, который входит в состав циклических структур.

Наконец, следует подчеркнуть, что алкалоиды — это вещества растительного происхождения.

Изучение химии алкалоидов началось в 1806 году, когда аптекарь Фридрих Вильгельм Сертюрнер, изучая опий мака, выделил из него действующее начало — в виде белого кристаллического порошка. Это был алкалоид морфин.

Совсем недавно полагали, что алкалоиды, как и целый ряд других веществ, например смолы, каучук, являются отбросами растительных организмов и не играют какой-либо определенной роли в жизнедеятельности растений. В настоящее время эта точка зрения считается ошибочной. Исследования ученых показывают, что алкалоиды являются участниками обмена веществ в растениях: их содержание в растительных тканях испытывает закономерные колебания по мере роста и развития растительного организма.

В 1974 году было зарегистрировано более пяти тысяч алкалоидов и примерно столько же алкалоидоносных растений. Преобладающее количество алкалоидоносов приходится на цветковые растения, из которых двудольные более богаты алкалоидами, чем однодольные.

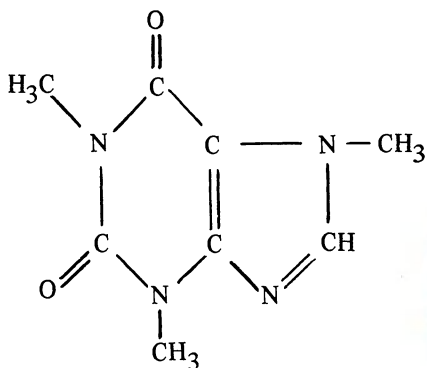
Алкалоиды оказывают исключительно мощное воздействие на организмы человека и животных. Одни из них являются сильнодействующими ядами (например, атропин), другие стимулируют центральную нервную систему (кофеин, теобромин). Многие алкалоиды используют в качестве лекарственных средств.

Чрезвычайно важное значение, которое имеют алкалоиды в жизни человека, побуждает нас более детально остановиться на описании растений, синтезирующих эти вещества.

1. Синтезирующие кофеин

Одним из наиболее важных для человека алкалоидов является кофеин. Он был открыт в 1819 году. Попадая в организм человека, кофеин оказывает стимулирующее влияние на центральную нервную систему. По этой причине он используется как лечебное средство при отравлении наркотическими веществами, при головных болях и в некоторых других случаях.

В сухих листьях чайного растения содержится 1,5—3,5 процента кофеина. Чай — главный поставщик этого алкалоида, поскольку очень немногие растения вырабатывают его. Лишь южноамериканское растение гуарана может сравниться с чаем по содержанию кофеина: в семенах ее бывает до пяти процентов этого алкалоида.



Кофеин



Благодаря присутствию кофеина чай благоприятно действует на нервную систему, устраняет вялость, чувство апатии, разбитости, улучшает деятельность органов чувств. Кроме кофеина, в чае имеются дубильные вещества — танины (около 12 процентов), эфирные масла, витамины С, Р, РР, углеводы и другие соединения, придающие напитку, приготовленному из чая, приятный вкус и своеобразный аромат. Чем больше танинов в чае, тем выше качество напитка.

Чай очищает организм от избытка солей, укрепляет стенки кровеносных сосудов, повышает их эластичность, оказывает регулирующее влияние на щитовидную железу. В настоящее время установлено, что чай полезен для зубов. Причина этого заключается в том, что он содержит соединения фтора; фтор — очень эффективное средство лечения кариеса — одного из самых распространенных заболеваний зубов.

Родиной чая — вечнозеленого кустарника, или дерева высотой до десяти метров, — является Китай. Отсюда латинское название его: *Thea sinensis*, то есть — чай китайский. В Китае еще 4500 лет назад выращивали чайное дерево для приготовления напитка.

То, что родиной чая является Китай, подтверждается распространением в этой стране большого количества легенд о чайном дереве.

С тех пор, как буддисты признали чай священным и целебным, он получил в Китае особенно широкое распространение. В VI веке здесь возник настоящий культ чая — теизм. Он связан с поклонением «божественному» напитку.

В Европе с чаем познакомились сравнительно недавно, в 1517 году, когда он был доставлен португальцами из восточно-азиатских колоний. В настоящее время, по оценке экспертов Европейского Экономического Сообщества, каждый житель Западной Европы выпивает за год 200 литров чая.

В Россию чай попал из Монголии в начале XVII века.

Во второй половине XVII века чай привозили из Китая через Сибирь в бумажных пакетах по фунту в каждом. Его можно было купить в Москве и других городах. Вскоре Россия стала ввозить огромное количество чая. Так, например, в 1824 году его было завезено на сумму 22 миллиона 538 тысяч 165 рублей.

Для производства товарного продукта годен не всякий чайный лист. Сборщики обычно срывают три самых верхних

на побеге листочка вместе с почкой. Здесь уместно отметить, что слово «чай» по-китайски означает «молодой листочек». Молодые, только что распутившиеся листочки покрыты серебристым пушком («бай хао»). Отсюда и название соответствующего сорта чая — «байховый чай».

В настоящее время для сбора чайных листьев созданы чаеуборочные машины. Сконструировать их было непросто. Дело в том, что такие машины должны «отличать» среди множества побегов лишь те, которые пригодны для производства чая. Принцип действия первой в мире чаеуборочной машины «Сакартвело» был основан на том, что два ее мощных вентилятора прогоняли сквозь куст по направлению снизу вверх сильную струю воздуха, которая приподнимала нежные побеги. Режущее устройство (подобное машинке для стрижки волос) захватывало их и отделяло от куста. Срезанные побеги засасывались струей воздуха в бункер.

Сбор чайного листа ведут с мая по октябрь. Собранные листья доставляют на чайную фабрику, где их провяливают при помощи горячего воздуха. При этом из сырья испаряется до 35 процентов влаги. Затем особые машины, называемые роллерами, раздавливают листья и скручивают их в трубочки. Скрученные роллерами чайные листья помещают в особые ящики (слоем в пять сантиметров) и выдерживают при определенной температуре в течение шести часов. В результате этого чайные листья становятся темно-красными и благодаря протеканию в них сложных биохимических процессов приобретают специфический аромат. Процесс созревания чая носит название ферментации. Главным «действующим лицом» среди ферментов здесь является полифенолоксидаза, которая окисляет вещества фенольной природы (катехины) до темноокрашенных продуктов. После ферментации чай сушат в печах, он становится черным. Высушенные листья мелко режут. Затем определяется сортность чая, после чего его расфасовывают в пачки.

Освоены некоторые другие виды расфасовки. Например, выпускается чай в пакетиках для разовой заварки, в форме сиропа и даже... в виде таблеток. Одной такой таблетки весом в три грамма достаточно, чтобы приготовить стакан ароматного напитка. Растворимый чай представляет собой сухой экстракт чайного листа. Экстракт целиком растворяется в горячей воде и является источником кофеина и других полезных для человека веществ. Растворимый чай изготов-

ляется из несортового листа и побегов, которые удаляются при подрезке чайного куста.

Помимо черного чая, существует еще зеленый чай. Для получения зеленого чая используются те же самые растения, что и для производства черного чая. Разница заключается в способе приготовления. В этом случае чайный лист сначала обдается горячим паром (температура 170—180°C). При такой температуре деятельность ферментов прекращается, катехины не превращаются в темноокрашенные продукты, чай не чернеет. В Узбекистане, Таджикистане, Туркмении и на юге Казахстана зеленый чай широко распространен. Он отлично утоляет жажду в знойный день, придает человеку бодрость.

Употребление чая начинается с его заварки. Существует много способов заварки чая. Все они преследуют цель как можно полнее извлечь растворимые и ароматические вещества, содержащиеся в сухом материале. Заварка чая не должна быть длительной, поскольку при контакте чая с горячей водой вместе с паром улетучиваются эфирные масла. Вот почему чай не засыпают непосредственно в самовар, а используют для его заварки особые фарфоровые чайники, в которых раствор уже не кипятят. После длительного кипячения чая специфический аромат его улетучивается, а продукт приобретает запах пропаренных листьев («веником пахнет»).

Общее производство чая в мире составляет колоссальную величину. Наибольшее количество его производится в Индии, Шри-Ланка и Китае. Индийские специалисты считают, что к 2000 году в их стране будет вырабатываться около миллиона тонн чая. Для этого предполагается расширить площадь чайных плантаций и повысить урожайность растений.

В нашей стране чайные растения появились в первой половине прошлого века. В 1838 году в Никитском ботаническом саду были проведены первые опыты по выращиванию чая в условиях Крыма. Однако эти опыты не дали практических результатов. В конце XIX века плантации чая были заложены в поселке Чакве под Батуми. В их закладке активное участие принимал ботаник А. Н. Краснов. Но лишь при советской власти культура чая получила у нас широкое развитие. В настоящее время Советский Союз занимает по производству чая четвертое место в мире. Собранный чайный лист перерабатывается на 93 чайных фабриках, оборудованных современной техникой.

Главный производитель чая в СССР — Грузия. Наиболее северными посадками этой культуры считаются плантации, находящиеся в Краснодарском крае. Однако в последние годы в Закарпатье, расположенном еще севернее, удалось вырастить более двадцати наиболее морозостойких сортов грузинского чая. На их основе создан новый сорт чая Закарпатский 1. В нашей стране традиционно производится еще азербайджанский чай.

Кофеин присутствует не только в чае, но и в семенах кофе (*Coffea arabica*): от 0,7 до 2 процентов — значительно меньше, чем в листьях чайного растения. Для приготовления чашки кофейного напитка обычно берут кофе больше, чем чая для приготовления чайного напитка того же объема. Поэтому в чашке кофе содержится примерно столько же кофеина, сколько и в стакане чая.

Родиной кофейного дерева является Африка, в диком состоянии оно произрастает в горах Эфиопии. Именно Эфиопия и Йемен считаются местом происхождения культуры кофе, а южноэфиопская провинция Каффа, где и поныне сохранились вечнозеленые заросли кофе аравийского, дала название изготавливаемому из этого растения продукту.

Первоначально кофе получил распространение в мусульманских странах, в частности в Турции, где открылись специальные кофейни, являющиеся местом общения людей. В Государственном музее изобразительных искусств имени А. С. Пушкина хранится акварель известного русского художника Г. Г. Гагарина, написанная в 1835 году: «Кофейный дом в Смирне»; она дает представление о восточных кофейнях.

В Европу кофе проник в начале XVII века. В середине этого столетия первая кофейня была открыта в Лондоне. Появился кофе и в России. Известно, что в 1665 году русскому царю Алексею Михайловичу лекарь прописал кофе «против насморка и главоболений».

Кофе — теплолюбивое растение, поэтому в Европе его можно выращивать лишь в оранжерейных условиях.

Еще в XVIII веке кофейное дерево попало в Бразилию, где первоначально культивировалось в северном штате Пара, а затем получило повсеместное распространение. В настоящее время Бразилия является крупнейшим поставщиком кофе на мировой рынок. Она обеспечивает 50 процентов общего производства этого продукта. Под культурой кофе там занята шестая часть всех пахотных земель.

Второе место по производству кофе после Бразилии занимает Колумбия. На ее долю приходится 16 процентов мирового урожая этой культуры.

Наиболее эффективным источником кофеина является растение гуарана (*Paulinia cupana*), произрастающее в Южной Америке. Это вечнозеленый кустарник с ароматными цветками и тройчатыми листьями. Южноамериканские народы употребляют эти листья вместо чая. В красной коробочке растения скрыты семена, содержащие пять процентов кофеина. Их также используют для приготовления тонизирующего напитка. Он снимает усталость, устраняет сонливость, причем даже значительно быстрее, чем это делает кофе. Предварительно очищенные от оболочек семена слегка поджаривают, растирают в порошок и, добавив воды, замешивают в густую массу, из которой делают короткие цилиндрические палочки. После высушивания эти палочки становятся твердыми. На вкус они горькие и вяжущие, имеют бурую окраску. В таком виде гуарана поступает в аптеки Европы. В препарате содержится крахмал, смолы, кофеин и другие вещества.

В диком состоянии гуарана распространена в Бразилии (в тропических лесах по реке Амазонке и ее притокам) и Венесуэле. В Бразилии ее также специально возделывают с целью получения кофеина. С одного гектара собирают около 50—60 килограммов семян. Эти семена Бразилия экспортирует в другие страны. Гуарана используется для лечения невралгии, мигрени, сердечных и прочих болезней, а также — как источник желтой краски, добываемой из оболочек плодов этого растения.

В Южной Америке задолго до прибытия туда европейцев вместо китайского чая употребляли парагвайский чай. Его получали из листьев падуба парагвайского, или парагвайского чайного дерева (*Plex paraguariensis*), представляющего собой небольшое вечнозеленое древовидное растение высотой 6—14 метров. Ствол его покрыт гладкой беловатой корой. Крона образована глянцевитыми, очередно расположенными на побегах листьями. Длина их семь—десять сантиметров, а ширина в два раза меньше. Каждый лист сохраняется на дереве до трех лет. Бледно-зеленые цветки растения собраны в зонтиковидные соцветия. После отцветания растение формирует плоды — ярко-красные ягоды. Диаметр их около семи миллиметров. Внутри плода находится около пяти семян, созревающих в декабре — марте.



Рис. 11. Растения, содержащие кофеин:

1 — чай; 2 — кофе; 3 — гуарана; 4 — падуб парагвайский.

В естественном состоянии растение произрастает в горах на юге Бразилии, в Парагвае и Аргентине. В настоящее время оно культивируется во всех этих странах. Мировое производство парагвайского чая составляет 170 тысяч тонн в год. Размножают растение свежесобранными семенами, которые для более энергичного прорастания обрабатывают десятипроцентным раствором соляной кислоты, одно-двухпроцентным раствором гидроксида калия или просто теплой водой. Сбор листьев начинают тогда, когда деревья достигают четырехлетнего возраста.

Падуб парагвайский занимает четвертое место среди кофеиноносных растений мира (после чая, кофе и какао). В его листьях содержится от 1 до 1,8 процента кофеина. Для производства парагвайского чая собирают молодые облиственные побеги падуба парагвайского, а чтобы растение не пострадало от прекращения фотосинтеза, часть листьев (около 20—30 процентов) оставляют на растении. Сбор побегов осуществляют раз в один-три года в зависимости от скорости возобновления растением своей листвы.

Обработка листьев падуба парагвайского имеет специфические особенности. Их сушат на медленном огне и опаливают (подвергают «сапекированию»). При этом кожа листьев начинает лопаться, и они приобретают своеобразный запах и вкус. Высушенные листья размалывают в порошок, называемый йерба. Этот порошок насыпается в особые сосуды, сделанные из толстостенных тыкв и красиво разрисованные национальным орнаментом,



или в глиняные горшочки (калабецы). Затем туда наливают крутой кипяток и вставляют серебряную трубочку (бомбижу, бомбилью), на конце которой имеется сетка, задерживающая «чаинки». Через эту трубочку полученный настой пьют, подобно коктейлю. Иногда в него добавляют небольшое количество рома или лимонного сока. Во время ритуальных обрядов и церемоний южноамериканские индейцы пьют парагвайский чай, называемый еще матэ, из общего калабца, передавая сосуд друг другу.

Впечатления от парагвайского чая хорошо переданы А. С. Иониным в книге «По Южной Америке»: «Не знаю, как сказать, вкусно матэ или нет? Оно похоже вкусом на крепкий чай без сахара, но немножко более горько, терпко, вяжуще, немного отзывается также запахом пареных листьев; но, путешествуя по степи, я скоро не только к нему привык, но даже пристрастился. Усталый после долгой езды на неудобных лавках дребезжащего дилижанса, после бессонной холодной ночи, я в первый раз с наслаждением потянул из трубочки эту горячую жидкость и с нетерпением ждал, когда трубочка подойдет ко мне в другой раз. Я сразу почувствовал себя бодрее, и этого было довольно».

2. Родственный кофеину алкалоид теобромин

Родиной какао, или шоколадного дерева (*Theobroma cacao*), являются тропические леса Амазонки. Что собой представляет это растение? Оно имеет нежные овальные

листочки и беловато-розовые, очень мелкие, но ароматные цветки. После отцветания дерево формирует крупные ребристые плоды, достигающие в длину 30 сантиметров. Внутри плода находится 25—60 беловатых, терпковато-горьковатого вкуса семян, лишенных запаха. Они-то и используются для приготовления какао и шоколада. Собранные плоды складывают в кучу — для размягчения их оболочек. Затем плоды вскрывают, извлекают из них семена, которые помещают для ферментации в банки. В ходе ферментации содержимое семян становится фиолетово-коричневым, приобретает нежный сладковато-маслянистый вкус и тонкий аромат. По завершении ферментационных процессов семена медленно высушивают, поджаривают и размалывают в порошок.

Первыми семена какао стали употреблять в пищу индейцы. Они называли их «какауатл», что, по-видимому, и породило слово «какао». О высокой ценности семян какао говорит следующий факт, описанный в книге чешского археолога Милослава Стингла «Тайны индейских пирамид». Оказалось, что платежным средством в майяскольтекских городах служили семена какао, привозимые из далекого Никарагуа; раб, например, продавался пожизненно за сотню семян. На индейских рынках процветала подделка «денег». Местные «фальшивомонетчики» извлекали семя из скорлупки и заменяли его глиняным шариком. Такие фальшивые деньги археологи неоднократно находили при раскопках индейских поселений.

Завоеватели государства ацтеков Эрнан Кортес и Берналь Диас были, по всей вероятности, первыми европейцами, отведавшими напиток, содержащий какао. В 1520 году Монтесума угощал кастильца Б. Диаса напитком под названием «чоколатл» (от слов: «чоко» — пенистый, «атл» — вода). Для императора напиток из семян какао готовился по особому рецепту. Наряду с порошком какао брали уваренный сладкий сок агавы, ваниль, нежные зерна кукурузы в стадии молочной спелости. Все это взбалтывалось до образования пены и охлаждалось. Такой продукт несколько напоминал современный напиток какао. У простых индейцев в состав «чоколатла», помимо какао, входил лишь перец.

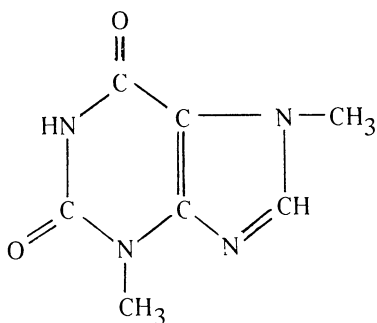
Наблюдательные испанцы обратили внимание на то, что этот напиток ценился Монтесумой значительно выше, чем золото: после того, как император выпивал «чоколатл», золотая чаша, в которой он подавался, выбрасывалась

в водоем, расположенный перед дворцом. Следующая порция напитка подавалась в новой чашке. Ежедневно, по подсчетам Диаса, предводитель ацтеков выпивал полсотни чашек шоколада. Испанцы предположили, что у ацтеков имеются несметные запасы золота и учинили грабеж их столицы. Среди сокровищ Монтесумы были найдены огромные запасы семян какао — около 600 тонн! Они хранились в плотно закрывавшихся деревянных сосудах.

В 1528 году Э. Кортес триумфально прибыл в Испанию и не преминул широко разрекламировать новый напиток, сырье для изготовления которого он привез в достаточном количестве. Это поистине было богатство, в свое время не оцененное Христофором Колумбом. Правда, широким массам европейцев рецепт приготовления напитка не был известен, поэтому «пенистая вода» сравнительно долго не получала всеобщего признания. И только во второй половине XVI века в Испании стали изготавливать шоколад с ванилью. Несмотря на строжайшую монополию, вкусный напиток проник и в другие страны. Так, в 1657 году его уже употребляли в Англии.

Почему же употребление какао так высоко ценилось индейцами и получило затем повсеместное распространение? Дело в том, что в семенах шоколадного дерева так же, как в семенах кофе и листьях чая, имеется кофеин. Однако здесь его немного (до 0,7 процента). Главным активным началом в семенах шоколадного дерева является алкалоид теобромин, количество которого составляет один-два процента. Этот алкалоид был выделен спустя 23 года после открытия кофеина.

Теобромин



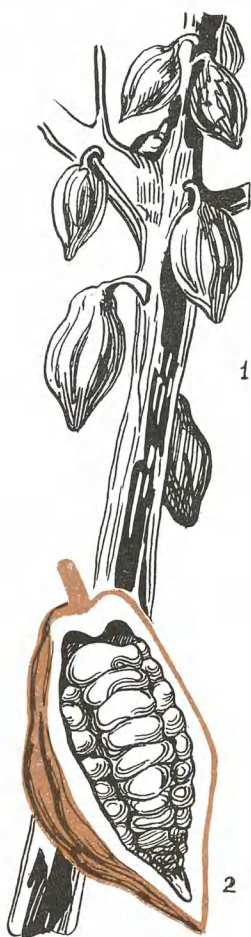


Рис. 12. Какао:

1 — плоды на стволе; 2 — плод в разрезе.

Обладая сходством в строении молекул, эти два алкалоида имеют также некоторые общие свойства в отношении действия на человеческий организм. Оба они оказывают стимулирующее влияние на центральную нервную систему, органы кровообращения и водный обмен. Препараты, содержащие теобромин, применяются как мочегонное и сосудорасширяющее средство.

Для получения теобромина используют оболочку семени шоколадного дерева, которая отделяется от семян после их поджаривания. Эта оболочка называется какаовелла. На долю оболочек приходится 10—15 процентов массы семян. В какаовелле содержится от половины до одного процента теобромина.

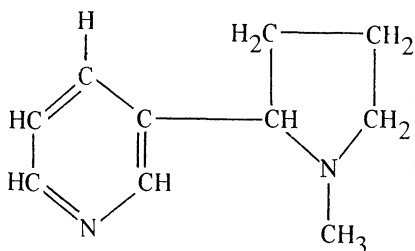
Шоколадное дерево можно разводить, к сожалению, лишь в тропиках. Нежное растение погибает не только от заморозков, но даже от температур порядка $+10—+12^{\circ}\text{C}$. В связи с большим спросом на какао в настоящее время его возделывают в Южной Америке, Африке и Азии, где под этим растением заняты огромные площади — около миллиона гектаров. Главным районом возделывания какао стала Африка.

3. Осторожно: никотин!

В табаке содержится ряд алкалоидов, среди которых главным является никотин.

Этот алкалоид оказывает действие на центральную и периферическую нервную систему. Впервые в чистом виде он был выделен в 1828 году. В 1893 году установлена формула никотина, а позднее осуществлен его синтез.

В чистом виде никотин представляет собой бесцветную маслянистую жидкость жгучего вкуса, хорошо раство-



Никотин



риму в воде. Это очень ядовитое вещество. По токсичности оно превосходит даже такие вещества, как атропин, кониин. В случае отравления никотином смерть наступает от паралича дыхания. Банальным стал пример, иллюстрирующий ядовитость никотина: одна капля этого вещества убивает лошадь. А как действует алкалоид на людей?

Некогда два венских врача решили испытать на себе действие никотина. Сначала врачи приняли всего около двух миллиграммов этого вещества, а во второй раз — четыре с половиной миллиграмма. Уже небольшая доза никотина вызвала резкое раздражение и жжение языка, при глотании исследователи ощущали пощипывание в горле, а затем сильную боль. Введение двойной дозы никотина сопровождалось ощущением, будто в пищеводе и желудке скребут щеткой. Резко усилилось слюноотделение. Наблюдались частичная потеря сознания и слуха, головокружение, сонливость, затруднение дыхания, чувство подавленности и скованности. Через десять минут после приема алкалоида наступила сильная слабость и вялость. Исследователи не могли держать прямо голову, черты их лица исказились, руки и ноги стали холодными, как лед. Озноб начался с пальцев рук и ног и распространился затем равномерно по всему телу. Неприятные ощущения в желудке перешли в рвоту. В начале второго часа опыта во всем теле возникли судороги, которые имели место в течение часа. Поражение дыхательных мышц привело к затруднению дыхания: каждый выдох состоял из ряда коротких судорожных движений. Так же тяжело осуществлялся и вдох. Ночь врачи провели почти без сна и весь следующий день чувствовали себя плохо. Они не

могли ни на чем сосредоточить свое внимание, жаловались на сильную головную боль. Неприятные ощущения наблюдались и на третий день. Напомним, что все эти эффекты возникли в результате введения в организм всего лишь четырех с половиной миллиграммов никотина. Более высокие дозы этого вещества вызывают паралич нервной системы. Смертельная для человека доза никотина составляет всего 0,01—0,08 грамма.

Никотин используют для борьбы с насекомыми, вредящими сельскому хозяйству. Для этой цели его получают их отходов табачной промышленности.

Образование никотина осуществляется главным образом

в корнях табака, откуда он перемещается в листья. В листьях его содержится от одного до четырех процентов.

Родина табака — Америка. Когда Колумб в 1492 году высадился на побережье Кубы, к нему вышли индейцы, курившие табачные листья, свернутые в виде грубой сигары, один конец которой был подожжен, а другой вставлен в рот. Так употребляли табак аборигены Центральной и Южной Америки. На острове Таити сигары назывались «табакос». Отсюда, очевидно, и произошло название растения. Индейцы объяснили европейцам, что табак является самым ценным даром «великого духа». Он помогает бороться с москитами и другими насекомыми, которые не переносят табачного дыма.

Табак играл видную роль в жизни индейцев. Ни одна религиозная церемония, ни одно торжественное событие не обходились без курения табака. Табак, по представ-



Рис. 13. Табак.

лениям индейцев, — лучшая жертва духам и богам.

Культура табака была широко распространена по всей Америке задолго до открытия ее испанцами: от современной Канады до Патагонии, исключая Аргентину, Уругвай и Парагвай. Табак употреблялся не только цивилизованными народами — ацтеками, майя, чибча и инка, но и всеми малокультурными племенами Америки и Антильских островов.

Из Америки табак распространился по всем континентам. В Испанию его доставили участники экспедиции Колумба. В 1560 году французский посланник при португальском дворе Жан Нико заполучил семена табака и отправил их во Францию. Фамилия этого посланника и стала основой родового латинского названия табака — Nicotiana. Во Франции королева Екатерина Медичи приказала всюду разводить это «драгоценное целебное растение».

В 1553 году «зелие табачище» прибыло в русский порт Архангельск. Иван Грозный, поощрявший торговлю с заграницей, не возбранял ввоз этого товара. Русские люди имели возможность покупать его. Однако при царе Михаиле Федоровиче церковь потребовала сурового наказания курильщиков. Табак был объявлен «богомерзкой, бесовой травой». За курение его били кнутами, ссылали в Сибирь. Тем не менее в 1691 году Петр I издал указ, разрешающий выращивание и употребление табака.

Культурный табак занимает в мире громадные посевные площади — 4,1 миллиона гектаров, ежегодный сбор листьев составляет 4,8 миллиона тонн.

Между тем польза от курения табака — особой, очень широко распространенной формы наркомании — полностью отсутствует. Что же касается вреда, то он очевиден. Эксперты Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) в специальном докладе о вреде табака отметили, что уровень смертности среди курильщиков на 70 процентов выше, чем среди некурящих. Наиболее опасными веществами, которые содержатся в табачном дыме, являются оксид углерода, смолы, никотин. Их вдыхание снижает способность крови к насыщению кислородом, что особенно опасно для лиц, которые предрасположены к инфаркту, а также для беременных женщин.

Табак, отмечается в докладе экспертов ВОЗ, содействует развитию желудочных и кишечных заболеваний, в том числе язвенных. При сравнении с некурящими среди

курильщиков вдвое больше страдающих язвой двенадцатиперстной кишки.

Стремясь защитить население от опасных последствий курения, власти ряда стран мира принимают меры, направленные на ограничение пропаганды табачных изделий; в 29 странах на сигаретных пачках печатаются предупреждения о вреде табака. В Финляндии принят закон, запрещающий курение во всех общественных местах. Однако опыт истории показывает, что один лишь запрет, какими бы жестокими мерами он ни утверждался, малоэффективен. Антиникотиновые мероприятия станут успешными лишь тогда, когда каждый человек будет четко представлять экономический и социальный вред, наносимый курением.

4. Причина жгучести перца

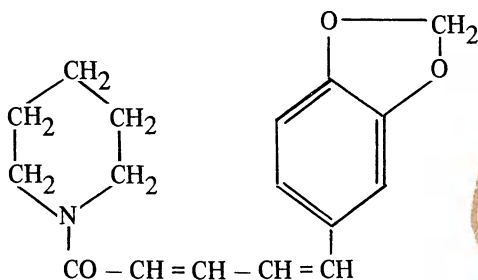
В литературе нередко можно встретить указания на то, что в годы средневековья перец стоил очень дорого. Причин тому несколько. Одна из них связана с трудностями транспортировки пряностей из стран Востока. Стефан Цвейг прекрасно описал это в книге «Подвиг Магеллана»: «Наглядное представление о бешено вздутых ценах на пряности лучше всего можно получить, вспомнив, что в начале второго тысячелетия нашей эры тот самый перец, что теперь стоит на столиках любого ресторана, перец, который сыплют небрежно, как песок, сосчитывался по зернышкам и расценивался почти что на вес серебра. Ценность его была так стабильна, что многие города и государства расплачивались им, как благородным металлом; на перец можно было приобретать земельные участки, перцем выплачивать приданое, покупать права гражданства. Многие государи и города исчисляли взимаемые ими пошлины на вес перца, а если в средние века хотели сказать, что кто-то неимоверно богат, его в насмешку звали «мешком перца»... Как ни абсурдна, на наш современный взгляд, подобная расценка пряностей, она становится понятной, если вспомнить о трудностях их доставки и сопряженном с нею риске. Бесконечно велико было в то время расстояние между Востоком и Западом, и какие только опасности и препятствия ни приходилось преодолевать кораблям, караванам и обозам, какая «Одиссея» выпадала на долю каждого зернышку, каждому лепестку, прежде чем они с зеленого куста Малайского архипелага

попадали на свой последний причал — прилавок европейского торговца!»

Перец оказал большую услугу науке. Голландский торговец сукнами Антуан Левенгук, увлекавшийся шлифовкой линз и конструированием микроскопов, решил с помощью изготовленного им оптического прибора выяснить, почему настой перца обжигает язык. Может быть, в нем есть крошечные крючочки, царапающие орган вкуса человека? Рассматривая настой перца под микроскопом, А. Левенгук обнаружил не крючочки, а целый мир мельчайших организмов.

Причина же жгучести перца, как выяснилось впоследствии, определяется присутствием в нем алкалоида пиперина.

Пиперин



Содержание пиперина в семенах черного перца достигает пяти-девяти процентов. Общей токсичностью он не обладает, а вызывает лишь ощущение местного жжения.

Небольшие горошины, употребляемые в пищу, представляют собой незрелые высушенные плоды лазящей вечнозеленой лианы *Piper nigrum*. В диком состоянии растение встречается на юге Индии и в Малайзии. В настоящее время оно культивируется по всей тропической Азии, в Африке и Австралии.

К уборке перца приступают тогда, когда нижние плоды растения в соплодиях-сережках начинают краснеть. Их высушивают на солнце. При этом они чернеют, сочная мякоть у них сморщивается. Затем горошины перца освобождают из соплодий — путем их перетирания и просеивания.



Рис. 14. Перец черный:
1 — цветущая ветка; 2 — плоды.

вания получения массы. Помимо алкалоида пиперина, в горошинах содержится эфирное масло (0,9—2,5 процента), придающее черному перцу характерный запах, а также — камедь, жирное масло, крахмал.

Перец используется не только как пряность. В медицине он изредка прописывается как средство, возбуждающее аппетит и способствующее пищеварению.

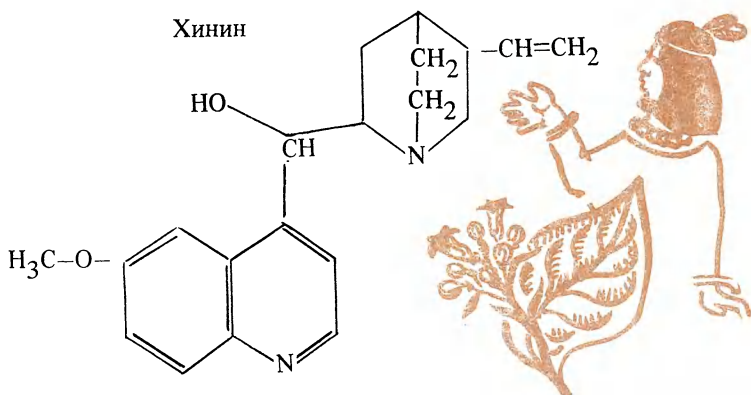
5. Алкалоид, спасающий от малярии

Одним из важнейших представителей группы алкалоидов является хинин. Он содержится в коре около 40 видов древесных растений и применяется в медицине в качестве весьма эффективного средства против малярии. Наибольшее значение из этих деревьев имеет цинхона Леджера (*Cinchona ledgeriana*). В 1865 году голландцы купили у английского купца Чарльза Леджера большую партию

семян разных видов хинного дерева. При ботаническом изучении этих семян был обнаружен весьма целебный вид растения, названный в честь обладателя семян.

Впервые хинин был выделен из коры хинного дерева в 1820 году, а в 1944 году осуществлен его синтез. Этот алкалоид относится к числу очень надежных противомалерийных средств.

Многие европейцы, посещавшие тропические страны, заражались малярией и погибали. Индейцы, владевшие секретом хинного дерева, никоим образом не хотели сообщать кому бы то ни было ни о самом растении, ни о том, как можно употреблять его для лечения людей. Они очень



скоро убедились в том, что пришельцы несут их народу страдания и бедствия, унижение и смерть. Утаивая секреты этого лечебного средства, индейцы надеялись, что «желтая смерть» — малярия — поможет им освободиться от непрошенных гостей.

И все же европейцам удалось узнать способ использования коры удивительного дерева. Существует много легенд о том, как они добились этого, но чаще всего рассказывают о некой юной перуанке, которая горячо любила испанского солдата. Когда тот заболел малярией, она стала лечить своего возлюбленного целебной корой. Так испанский солдат проведал о тайнах индейцев. Он решил выгодно продать свои познания миссионерам-иезуитам. Те обещали ему щедрое вознаграждение, а когда узнали интересовавшую их тайну, поспешили избавиться от него, чтобы он не мог продать ее кому-либо еще раз. С тех пор монахи-иезуиты провозгласили порошок из коры хинного дерева священным и стали наживать на его распространении баснословные прибыли.

Правительство Перу под страхом смертной казни запретило вывозить из страны семена, черенки и саженцы этого растения. Между тем в ряде тропических регионов малярия продолжала свирепствовать и уносить тысячи жизней. Особенно страдали от нее голландцы, захватившие Яву. Их попытки развести хинное дерево, вывести его из Перу длительное время терпели неудачи. Лишь в 1853 году немецкий ботаник К. Хасскарл по заданию голландцев, преодолев массу опасных для жизни препятст-

Рис. 15. Цветущая ветка хинного дерева Леджера.



вий, собрал семена и сеянцы хинного дерева и переправил их на специально снаряженный военный крейсер. Корабль доставил материал на остров Яву. Подобную операцию сумели осуществить и англичане, вывезшие хинное дерево в Индию.

После установления лечебных свойств хинного дерева и разведения его на плантациях европейцы, отправлявшиеся в тропические страны, обязательно захватывали с собой хину. Так, в багаже русского путешественника Н. Н. Миклухо-Маклая, доставленном на Новую Гвинею, был солидный запас этого лекарственного средства.

Хинное дерево отличается небольшими размерами. Его высота 6—12 метров. В диком состоянии растение и

поныне встречается в горах Южного Перу, Боливии и Южного Эквадора, образуя цинхоновые леса. После того как хинин стали получать синтетическим путем, цены на естественное сырье упали, в связи с чем многие плантации хинного дерева были заброшены.

6. Атропин: смертельный яд и ценное лекарство

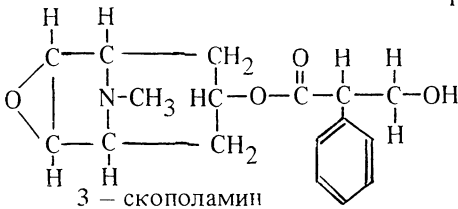
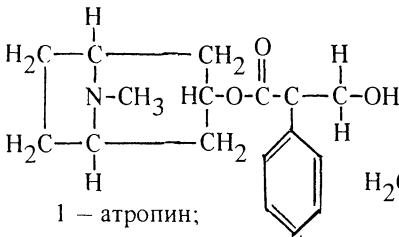
В латинском названии красавки белладонны (*Atropa belladonna*) удивительным образом соединились два противоположных смысла. Согласно древнегреческим мифам, Атропа — это одна из мойр, богинь человеческой судьбы, которая в определенный момент перерезает нить жизни человека. Слово «белладонна» переводится как «прекрасная дама». Почему же столь противоречиво латинское

название этого растения? Причина тому — присутствие в красавке белладонне алкалоида атропина. Это вещество было выделено из белладонны в 1833 году. Оказалось, всего сотня миллиграммов атропина, то есть десятая часть грамма, может вызвать смерть человека. При отравлении ягодами белладонны возникает сухость во рту, учащается пульс, расширяются зрачки, лицо краснеет. У отравившегося появляется ощущение бодрости и возбуждения. Он беспрерывно смеется, танцует, кривляется. Затем появляются звуковые и цветовые галлюцинации. Черная окраска может восприниматься больным как яркая, ослепляющая. Смерть наступает в результате остановки дыхания.

О ядовитости белладонны говорит тот факт, что в 1813 году во время стоянки наполеоновских войск в Германии около города Пирне значительная часть французов отравилась плодами белладонны, причем многие из солдат скончались. В Шотландии существует предание, согласно которому вторгшиеся в эту страну датчане были отравлены путем подмешивания к пиву и вину ягод белладонны. Шотландцы позволили датчанам легко захватить отравленные напитки, а когда воины впали в состояние тяжелого оцепенения, легко их перебили.

Обычно белладонной отравляются дети, которых прельщают ее ягоды, похожие на вишни. Не случайно плоды белладонны называют в народе «бешеной вишней». Ядовитость растения способствовала распространению различных поверий, связанных с ним; она нашла отражение в латинском названии «атропа». «Прекрасной дамой» растение названо по той причине, что оно широко использовалось древнеримскими модницами. Дело в том, что содержащийся в белладонне атропин вызывает расширение зрачков. Сок этого растения и употреблялся когда-то для придания особой красоты глазам. Кроме того, ягоды «прекрасной дамы» применялись для натираания щек. Под влиянием атропина происходило расширение кровеносных сосудов, и щеки становились ярко-красными из-за прилива крови.

Атропин вызывает расслабление мышц бронхов, пищевода, желудка, кишечника, мочевого пузыря. Поэтому препараты, содержащие атропин, стали широко применять в медицине. Во время проведения операции глаза хирургу необходимо, чтобы зрачок был открыт как можно шире. Это помогает сделать атропин. Иногда в организме человека наступает спазм некоторых мышц, сопровождающийся



возникновением острых болей. И здесь полезным оказывается атропин, он расслабляет мышцы.

Помимо атропина, белладонна содержит и другие алкалоиды: гиосциамин и скополамин. Больше всего их в корнях и листьях растения (1,3 процента). Количество алкалоидов достигает максимальной величины в период цветения красавки белладонны.

Гиосциамин — изомер атропина. Его молекула имеет тот же самый элементарный состав $\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{O}_3\text{N}$, но расположение атомов в ней несколько иное. На центральную нервную систему гиосциамин действует с такой же силой, как и атропин. Скополамин по структуре молекулы также близок к атропину.

Белладонна давно уже широко используется для лекарственных целей. Это привело к тому, что количество растений в природе сильно уменьшилось. Кроме



Рис. 16. Белладонна.

того происходит хозяйственное освоение земель, где произрастает красавка белладонна. Неудивительно, что белладонна занесена в «Красную книгу СССР». Ученые рекомендуют создать в Карпатах заказник с целью сохранения этого вида в природной обстановке, установить контроль за численностью растений.

Ну, а где же взять растения, необходимые для изготовления ценных лекарственных препаратов? Ученые ввели белладонну в культуру. Она выращивается в нашей стране в совхозах, специализирующихся на культивировании лекарственных растений. Такие хозяйства есть на Украине и в Прибалтике.

Семена красавки белладонны высевают весной рядками, расстояние между которыми составляет 60 см. Листья собирают в течение вегетации несколько раз, начиная с первого года жизни растения. С одного гектара обычно получают в год около восьми-десяти центнеров сухих листьев. Когда на третьем — пятом году жизни плантации белладонны стареют, их перепахивают и выбирают из почвы богатые атропином корни.

В Красной книге СССР наряду с красавкой белладонной фигурирует родственное ей растение — красавка Комарова (*Atropa komarovii*). Это эндемичный, очень редкий вид, находящийся под угрозой исчезновения. Растение встречается в Туркмении в районе Западного Копетдага, где произрастает по днищам ущелий, в тени деревьев на увлажненной почве единично или небольшими группами. Растение образует много семян, но тем не менее возобновляется слабо. Причина этого в том, что всходы гибнут из-за ливней, пересыхания горных родников, вытаптывания животными, вырубки кустарников, защищающих всходы от неблагоприятных условий. За последние 30 лет запасы красавки Комарова сильно сократились еще и потому, что местные жители собирают растения для лекарственных целей, осваивают территории для хозяйственных целей. Сейчас лишь в труднодоступных местах можно встретить это растение.

Красавка Комарова выращивается на Каракалинской зональной опытной станции Всесоюзного института растениеводства. Дело в том, что этот вид превосходит все другие виды красавок по содержанию алкалоидов. По этой причине он является очень перспективным лекарственным растением.



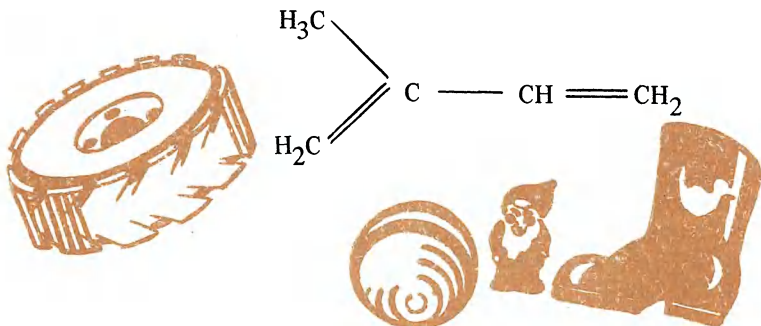
ПЕСТРЫЙ МИР ПРОИЗВОДНЫХ ИЗОПРЕНА

Изопреноиды представляют собой чрезвычайно разнообразную группу веществ растительного происхождения, которая включает в себя эфирные масла, смолы, стероиды, каучук... Общим для всех этих веществ является то, что они рассматриваются как производные пятиуглеродного соединения — изопрена.

Сам по себе изопрен в растениях не встречается. В перечисленных выше веществах остатки его молекул

соединяются друг с другом по принципу «голова к хвосту», причем возникают либо незамкнутые цепочки, либо циклические молекулы, состоящие из одного или нескольких колец.

Изопрен



1. Химическая природа запахов растений

Эфирные масла растений по химической природе отличаются от жирных масел, о которых мы говорили выше. Они характеризуются сильным запахом и высокой летучестью. Эфирные масла содержатся в цветках, листьях, плодах, корнях и стеблях растений. В эфирных маслах растительного происхождения обнаружено свыше 500 различных химических соединений. Неудивительно, что эти соединения сами по себе, а также их комбинации определяют великое разнообразие ароматов, которые служат своеобразными «визитными карточками» для насекомых. Некоторые запахи свойственны не одному, а нескольким растениям из разных семейств. Так, например, запахом гвоздики обладают отдельные виды заразих, орхидей. Запах фиалок ощущается у левкоев и сорняка — порезника. Аромат гиацинта свойствен многим смолевкам. Очень распространен запах ванили (гелиотроп, некоторые виды ясенника, полевой выюнок). Вместе с тем бывает и так, что родственные растения имеют совершенно разные запахи.

Душистые вещества растений издавна стали употребляться человеком. Особой популярностью они пользовались на Востоке. Читатели, возможно, помнят описание покупки благовоний в сборнике сказок «Тысяча и одна ночь»: «И она остановилась около торговца благовониями и взяла у него десять разных вод: розовую воду, смешанную с мускусом, апельсиновую воду, воду из белых кувшинок, из цветков вербы и фиалок и еще пять других».

В Древнем Египте ароматические вещества растений широко применялись для эстетических и гигиенических целей. Душистые бальзамы и смолы, обладавшие антибактериальными свойствами, употреблялись для бальзамирования трупов. В Риме в воду для умывания клали вербену, чтобы придать коже нежность и особый аромат. Необыкновенно высоко почитался римлянами запах роз.

В Древней Руси также пользовались ароматическими веществами растений, в частности употребляли мятную настойку («холодец»). Из Царьграда (Константинополя) привозили пользовавшуюся спросом «гулявную», то есть розовую воду (от слова «гуль» — «роза»).

В связи с растущими потребностями во всевозможных благовониях возник новый вид промышленности — парфюмерная.

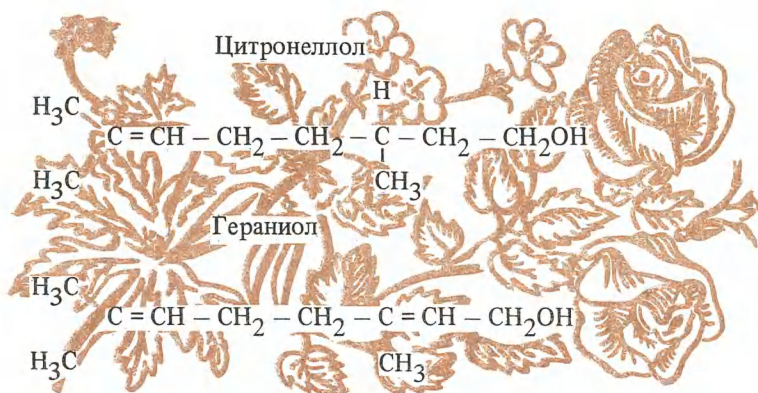
У большинства растений ароматические вещества находятся в лепестках цветков. Из лепестков роз получают одно из самых дорогих душистых масел — розовое. Содержание его в лепестках редко превышает 0,15 процента, а заводской выход составляет всего 0,06—0,1 процента. Для получения одного грамма масла в переработку идет около полутора тысяч цветков. Огромные плантации роз в Африке, Иране, Болгарии и в нашей стране возделываются для получения розового масла, стоимость которого очень велика. Не случайно существует поговорка: «Дорого, как розовое масло». Для Болгарии роза является национальной гордостью, важной статьей экономики. Там, в Казанлыкской долине, под розу отведено около десяти тысяч гектаров. Пора цветения этого ценного эфирномасличного растения продолжается всего две-три недели. Сбор лепестков розы ведут в утренние часы, когда цветки только-только распустились и эфирные масла не успели из них улетучиться. Неудивительно, что люди торопятся убрать душистый урожай. В Болгарии выведены новые сорта роз, обладающие повышенным содержанием масла, дающие значительно больше ароматных лепестков.

В парфюмерии розовое масло используется как компонент высокосортных духов, одеколонов, мыла, «розовой воды». Употребляется оно также для ароматизации пищевых продуктов. Следует упомянуть и о медицинском его назначении.

Еще в глубокой древности лепестки роз использовались для лечения различных заболеваний. В болгарской народной медицине с помощью розы лечили некоторые заболевания кожи, глаз. Изучение розового масла медиками показало, что оно обладает наркотическим действием. Чтобы успокоить зубную боль, достаточно одной его капли. Отвар из листьев и цветков масляной розы применяется для лечения желудочных заболеваний. Кроме того, розовое масло под названием розонала успешно действует при лечении бронхиальной астмы, аллергии, сердечно-сосудистых заболеваний.

В нашей стране площадь, занимаемая посадками эфирномасличной розы, составляет около пяти тысяч гектаров. Из лепестков, получаемых с такой «плантации», добывают до семи тонн розового масла. В основном эфирномасличную розу выращивают в Крыму и Краснодарском крае. Есть ее посадки также в Молдавии, Грузии и Армении. Урожай цветков сильно колеблется. В среднем

он составляет 17,7 центнера с гектара, а в лучших хозяйствах — более 40 центнеров.



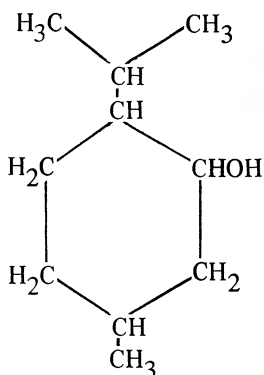
Розовое масло обязано своим запахом цитронеллолу и гераниолу, которые содержатся также в некоторых других маслах — например, в гераниевом.

Душистые вещества присутствуют не только в лепестках, но и в других частях многих растений. У мяты, ясенника, душистой герани они находятся в листьях. Ароматические вещества вырабатываются в особых железистых клетках, расположенных в виде пузырьков на поверхности листовых пластинок.

Гераниевое масло в парфюмерии нередко используется вместо дорогостоящего розового. Для его получения герань стали возделывать в начале XIX века в Алжире, а затем в Испании и в Южной Франции. В СССР первые плантации герани появились в Западной Грузии в 1926 году. В настоящее время она выращивается не только на Кавказе, но и в Таджикской ССР. С одного гектара получают 12—20 килограммов эфирного масла, которое содержит гераниол, цитронеллол, линалоол и ментол.

Ментол — главная составная часть эфирного масла мяты перечной, важного лекарственного растения. Он присутствует в листьях (до трех процентов) и в соцветиях (до шести процентов). Ментол обладает обезболивающим действием. Мятное эфирное масло идет также на ароматизацию парфюмерных изделий и пищевых продуктов.

В нашей стране мята перечная культивируется с конца XIX столетия. Сеют мяту преимущественно на Украине, в Краснодарском крае. И в меньших количествах — в



Ментол

Молдавии, Белоруссии, Киргизии, в Воронежской области и Приморском крае.

У лимона и апельсина сильным запахом обладают не только листья, но и оболочки плодов. Апельсиновое масло используется для производства зубной пасты, напитков, кондитерских изделий.

В близком родстве с апельсиновыми растениями состоит бергамотовое дерево (*Citrus bergamia*). Это небольшое, высотой три-пять метров вечнозеленое растение с овально-продолговатыми листьями, сверху темно-зелеными, а снизу — светло-зелеными. Плоды его не очень крупные, покрытые золотисто-желтой кожурой. Но в отличие от апельсина они малосъедобны, мякоть их кислая, с горьковатой. Выращивают плоды не ради мякоти, а для получения кожуры, из которой производят ценное бергамотовое масло с очень приятным характерным запахом. Бергамот был завезен в Европу в XVII веке из Индии. Сейчас бергамотовое дерево культивируют в средиземноморских странах (главным образом в Италии, а также во Франции и Турции). В СССР бергамот выращивают на Черноморском побережье Грузии.

У тмина, кориандра и укропа эфирные масла концентрируются преимущественно в семенах. Из семян кориандра (*Coriandrum sativum*) добывают два вида масла: эфирное и жирное. Из тонны семян получают не более 12 килограммов эфирного масла. Оно часто употребляется вместо лавандового и бергамотового. На основе кориандрового масла созданы десятки самых разнообразных духов, одеколонов, пудр.

Растение введено в культуру в Средиземноморье.

Более трех тысяч лет назад оно уже выращивалось в Египте и Греции. В нашей стране кориандр занимает площадь около 200 тысяч гектаров, с которой получают почти 90 процентов мировой продукции кориандрового масла. Основными территориями возделывания этой культуры в СССР являются Центрально-Черноземные области, Поволжье, Северный Кавказ, Украина.

У валерианы, ириса и аира эфирные масла локализованы в корневищах. Корневища ириса флорентийского и ириса германского медленно высушивают, в результате чего они приобретают запах фиалки. По этой причине ирис называют еще «фиалковым корнем». В нем содержится 0,1—0,2 процента эфирного масла. Благодаря приятному аромату «фиалковый корень» нашел широкое применение в парфюмерии.

Летучие масла имеют для растений важное значение. Их запах, разносимый ветром, привлекает насекомых, принимающих участие в опылении цветов. Некоторые растения выделяют неприятный для травоядных животных запах, отпугивают их и предохраняют тем самым себя от уничтожения.

Запахи растений сообщают животным и человеку определенную информацию. В настоящее время вещества, запахи которых несут информацию, объединили под общим названием феромонов. Они выполняют роль химических сигнализаторов в живой природе.

Кроме этого, эфирные масла растительных организмов играют и другую роль. У степных растений эфирное масло, выделяемое в большом количестве, окутывает их плотным облаком, благодаря чему ограничивается испарение воды с поверхности листьев. У растений северных широт пары эфирных масел препятствуют охлаждению цветков, подобно тому, как дым костра предохраняет цветущие плодовые растения от вредного действия весенних заморозков.

Эфирные масла растений являются одним из важнейших компонентов фитонцидного комплекса. Фитонциды — это вещества высших растений, губительно влияющие на микроорганизмы, в том числе и на те, которые вызывают различные заболевания у человека, животных и у самих растений. Так, например, летучие выделения пихты содержат большое количество борнилацетата, подавляющего жизнедеятельность стафилококковых бактерий. Эфирные масла помогают растениям противостоять возбудителям многих опасных заболеваний.

Эфирное масло некоторых растений можно не только ощутить по запаху, но и «увидеть». Это открытие сделала дочь известного шведского ботаника Карла Линнея. В жаркий душный вечер она поднесла горящую свечу к растению настурции. Яркое пламя тотчас же охватило растение, которое, однако, не было повреждено. Это очень быстро сгорели эфирные масла, выделенные настурцией. Особенно успешно удастся наблюдать горение эфирных масел у произрастающего в дубовых лесах ясенца: если поднести к нему спичку, появляется мимолетное пламя. Это вспыхивают эфирные масла, выделяемые расположенными на стебле ясенца красноватыми железками. Горят они доли секунды и поэтому не причиняют вреда растению. Из-за этого в народе ясенец называют «неопалимой купиной». Удивительная способность этого растения вспыхивать при поднесении огня и не сгорать легла в основу поверья: ясенец, будто бы, способен спасать людей от огня. «Огню не верь, от него одна матушка неопалимая купина спасает», — говорили на Руси.

2. Эфирные масла и... грозы

Кто не знает прекрасное стихотворение Ф. И. Тютчева «Весенняя гроза»!

Люблю грозу в начале мая,
Когда весенний, первый гром,
Как бы резвяся и играя,
Грохочет в небе голубом.

Задумывались ли вы, читая эти строки, почему именно в мае гремят первые раскаты грома? Почему грозы очень редко бывают осенью, зимой и ранней весной, когда растения не имеют сочной зеленой листвы?

Достоверно доказано, что грозы возникают преимущественно в местностях с богатой растительностью. Они редки в полярных областях, над пустынями и океанами. Уж не повинны ли в возникновении гроз растения?

Май не случайно называют «весной зеленой». Если в начале этого месяца в средней полосе многие деревья и кустарники едва распускают свои листья, то к концу его они уже имеют вполне сформировавшиеся кроны. Начиная с первой декады мая, когда распускается черемуха, а ивы раскрывают свои сережки, лес наполняется удивительными ароматами.

Запахи майского леса обусловлены эфирными масла-

ми, выделяемыми нежными листочками и цветками растений. Количество эфирных масел, выделяемых всей растительностью земного шара, огромно. По подсчетам известного американского ученого Ф. М. Вента, в течение года растения выделяют в атмосферу 175 миллионов тонн эфирных масел! Они-то, по мнению Вента, и «повинны» в возникновении грозных разрядов.

Дело в том, что пары эфирных масел сообщают атмосфере Земли электрический заряд. Вот и начинается там и тут сверкать молния, рокотать гром.

Интересно отметить, что на побережье Южной Африки растет один из видов энцелофартоса, который местные жители называют «королевой дождей». Существует поверье, будто это растение способно «вызывать» дождь в то время, когда оно больше всего нуждается во влаге. Местные жители тщательно оберегают «королеву дождей» от всяких бед. В этом наивном суеверии, конечно, проглядывает убежденность народа в существование связи между растительностью и грозовой активностью.

Возможно, гипотеза Ф. М. Вента в некоторых деталях не подтвердится. Однако нет сомнения в том, что эфирные масла, выделяемые растениями в очень больших количествах, имеют исключительно важное значение в природе.

3. Смола, скипидар, камфора, канифоль

Если летним днем поранить кору хвойного дерева (пихты, сосны, ели), то на месте поранения покажется золотистая капля смолы. Пройдет некоторое время, и смола застынет в виде беловатой или желтоватой массы. С глубокой древности добывалось на Руси это вещество. Отсюда его вывозили в другие страны. Например, в середине XVI столетия смола экспортировалась в Голландию. В 1716 году в одном из документов сообщалось: «У города Архангельска готовить смолы с довольством, а именно, чтобы было во всякий год по 40 тысяч бочек». В 1723 году через архангельский порт было вывезено за границу 60 тысяч бочек смолы.

Смола образуется в смоляных ходах древесины, она способствует заживлению ран, вызванных у растений животными или человеком. Вот почему смолу называют еще живицей. Благодаря образованию смолы, которая закрывает место повреждения и дезинфицирует его, хвойные

деревья более долговечны по сравнению с лиственными.

Человек издавна научился добывать смолу из хвойных деревьев. Для этого на дереве делали косые надрезы, по которым смола стекала в воронковидную чашечку — приемник. В течение столетий этот процесс не модернизировался. И в настоящее время сбор живицы осуществляется аналогичным способом. Рабочий, делающий насечки на стволах («вздымщик»), обслуживает несколько десятков гектаров. Другие рабочие собирают накопившуюся в емкостях смолу. Поскольку живица выделяется из надреза непродолжительное время, приходится посещать «дойных коров» каждые три дня. Прекращение выделения живицы связано с тем, что смоляные ходы зарастают клетками, которые под влиянием поражения начинают усиленно делиться.

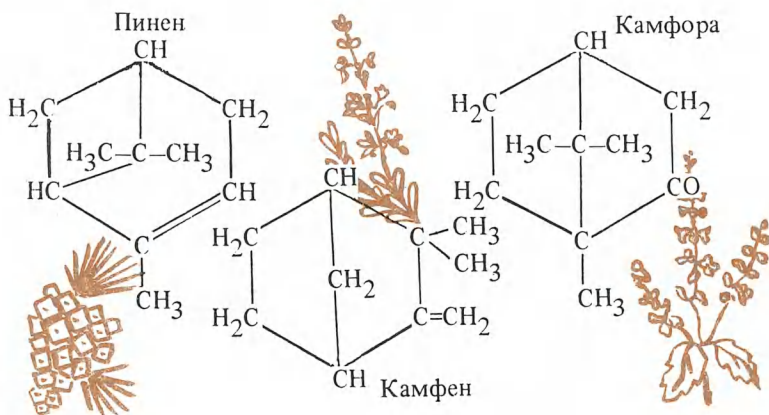
Живица, получаемая из кедровой сосны, — более ценный продукт по сравнению с живицей из сосны обыкновенной. Подсочка кедровой сосны осуществляется в течение 10—20 лет перед рубкой дерева. С одного гектара кедрача ежегодно можно получить 40—80 килограммов живицы. Кедровая живица используется для производства синтетической камфоры, бальзама для оптико-механической промышленности, иммерсионного масла для микроскопии. Раньше для этих целей в нашей стране использовались дорогостоящие импортные продукты.

Пихта также дает ценную смолу, из которой вырабатывают так называемый канадский бальзам, ранее экспортировавшийся из Канады.

Смола — это не индивидуальное химическое вещество, а смесь веществ. Около четырех пятых смолистых выделений приходится на долю циклических кислот, имеющих эмпирическую формулу $C_{19}H_{29}COOH$. Кроме того, в состав растительных смол входят фенолы, дубильные вещества и углеводы.

Еще древние греки, судя по трудам Геродота, умели получать из смолы скипидар и канифоль. Для этого живицу нагревали в котлах, покрытых бараньими шкурами. Скипидар представляет собой эфирное масло, которое широко используется в ряде отраслей химической промышленности: при производстве пластмасс, лаков и красок, а также в парфюмерии. Его применяют для выведения пятен от масляной краски и изготовления крема для обуви. Употребляется скипидар и для различных синтезов — например, для синтеза камфоры.

В настоящее время скипидар получают разными способами: при производстве целлюлозы по сульфатному методу («сульфатный» скипидар), из щепы старых засмолившихся пней («экстракционный» скипидар), при сухой перегонке древесины («сухоперегонный» скипидар), из живицы, добываемой в лесах при подсочке деревьев («живичный» скипидар). Главным компонентом скипидара является пинен. Название этого вещества образовано от латинского наименования сосны — «пинус». Пинен придает скипидару характерный запах. Содержание его в скипидаре — около 70 процентов.



Пинен имеет сходство с предшественником в синтезе камфоры — камфеном. Камфен содержится в пихтовом, лавандовом, кипарисовом и других эфирных маслах. Камфора присутствует в эфирных маслах многих растений и является кислородным производным камфена.

Еще в глубокой древности люди знали это вещество как очень ценное лекарство. Оно помогает от ревматизма и при воспалительных процессах, активизирует дыхание. Камфора оказывает стимулирующее влияние на сердечную деятельность. Первыми ее научились добывать индусы. Из Индии сведения о биологической активности камфоры перешли к арабам, а затем — к европейским народам.

Основным источником получения камфоры раньше служил камфорный лавр (*Cinnamomum camphora*). В диком состоянии он произрастает в Южном Китае и Южной Японии. Там же культивируется с целью получения все той же камфоры. Это вечнозеленое дерево достигает вы-



Рис. 17. Ветвь с плодами камфорного лавра.

соты полусотни метров при диаметре ствола два метра. Крона его красивая, раскидистая.

Малайцы получают камфору из камфорного дерева — дриобаналопса (*Dryobalanops aromatica*). Кристаллы вещества образуются во внутренних трещинах дерева. По этой причине сборщикам камфоры приходится раскалывать дерево на куски, после чего кристаллы тщательно счищают с древесины. Отнюдь не каждое дерево дриобаналопса образует камфору. Поэтому сборщик сначала проверяет ствол, делая глубокий надрез в его коре. Если при этом возникает характерный запах камфоры, значит в дереве она содержится в достаточном количестве.

В СССР камфору получают из полыни астраханской (*Artemisia astrachanica*) и базилика камфорного (*Ocimum basilicum*). На Черноморском побережье Грузии имеются насаждения камфорного лавра.

Техническую камфору производят синтетическим путем. Еще в начале XX столетия русский ученый П. Г. Голубев предложил способ получения камфоры из пихтового масла. Однако этот продукт не был столь активным по сравнению с естественной камфорой при использовании в медицинских целях. Метод получения активной камфоры был разработан в 1932 году группой ленинградских ученых-химиков во главе с академиком В. Е. Тищенко. При этом исходили из сходства камфена с пиненом. Пинен в результате ряда превращений переходит в камфору. В связи с разработкой способа получения активной камфоры

наша страна еще в 1935 году смогла отказаться от ввоза ее из Японии и Китая. Несмотря на успехи химии, добыча естественной камфоры в мире отнюдь не сокращается. Ведь камфора нужна не только для лекарственных целей, но и для изготовления целлулоида, пластмасс, киноплёнки.

Мы уже отмечали, что еще в древности люди умели производить из живицы канифоль. Особенно успешно это делали в Малой Азии, в городе Колофоне, искаженное название которого и послужило основой для слова «канифоль». Главным компонентом канифоли является абиетиновая кислота. В необработанной живице содержание абиетиновой кислоты не велико, однако в процессе выгонки скипидара из смолы попутно образуется значительное количество главного компонента канифоли. Кроме абиетиновой кислоты, в состав канифоли входит пимаровая кислота. В основе структуры этих кислот лежат молекулы изопрена, поэтому канифоль по праву относится к изопреноидам.

Канифоль находит применение при изготовлении лаков, бумаги, сургуча, линолеума, мастик, соединяющих в электрических лампочках стеклянные баллоны с металлическими цоколями, типографских красок. Она является отличным флюсом при пайке и лужении металлов. Следует упомянуть еще об одном свойстве канифоли, которое так описано поэтом К. Ваншенкиным в стихотворении «Сосна»:

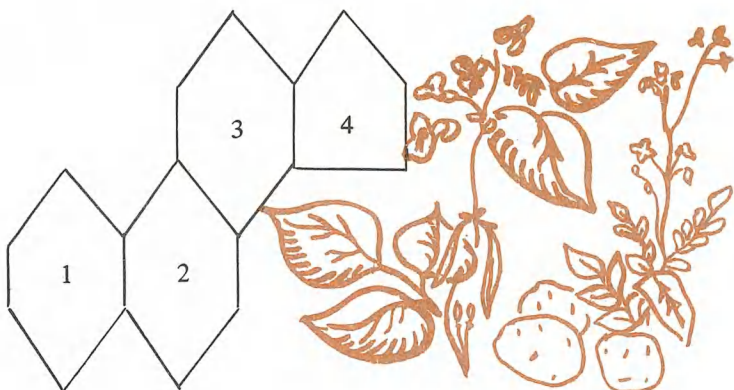
Канифолью натерты в свой срок,
В разных залах, но в целях единых —
И пленительной скрипки смычок,
И подошвы боксерских ботинок.

Почему же именно канифоль употребляется для натирания смычков музыкальных инструментов? Дело в том, что при механическом воздействии на это вещество образуются свободные молекулы абиетиновой кислоты, которые способствуют сцеплению трущихся поверхностей. Временная, мгновенная липкость натертых канифолью подошв не дает ногам боксеров скользить по рингу.

В связи с ростом числа потребителей канифоли ее добыча год от года увеличивается. В настоящее время мировое производство канифоли превышает миллион тонн. Наибольшее количество продукта вырабатывается в США (400 тысяч тонн).

4. Холестерин в ... картофеле

Стероидные соединения в основе своих молекул имеют характерную структуру из четырех колец.



Характерная структура стероидных соединений

К обширной группе стероидов относятся крайне важные физиологически активные вещества. Это мужские и женские половые гормоны (андрогены и эстрогены), гормоны коры надпочечников (кортикостероиды), желчные спирты и кислоты, холестерин. «При чем же здесь растения?» — спросите вы.

Стероиды имеют самое непосредственное отношение к растениям. Дело в том, что в последние годы в растениях обнаружено широкое разнообразие этих соединений. Взять хотя бы холестерин, недобрым словом поминаемый больными атеросклерозом. Это чрезвычайно важное соединение, которое находится в центре превращений стероидных соединений. Длительное время считалось, что холестерин в растениях отсутствует. Однако в 1958 году он был обнаружен в красных водорослях, а затем в грибах, мхах, цветковых растениях (например, в картофеле, диоскореи). Среди цветковых растений холестерин обнаружен у представителей более чем двух десятков семейств. Содержание холестерина в растениях невелико, однако в масле семян и в пыльце цветков может быть довольно много этого важного стероида. В хлоропластах фасоли на его долю приходится 80 процентов всех стероидов.

Синтез холестерина в животных организмах изучен

очень подробно. Оказалось, что в растениях холестерин образуется в результате точно таких же биохимических реакций; все промежуточные продукты синтеза холестерина растениями встречаются и в животных организмах.

А теперь обратимся к так называемым кортикотропным гормонам, синтезируемым обычно надпочечниками. У растений надпочечников нет, однако некоторые грибы способны осуществлять превращение кортикостероидов. Да и высшие растения оказались способными к синтезу сходных веществ. Так, например, в корнях солодки голой (*Glycyrrhiza glabra*) — растения из семейства бобовых — присутствуют глицирризиновая и глицирретовая кислоты, которые сходны по структуре со стероидными гормонами коры надпочечников человека. Исследования ученых показали, что препараты из солодки способствуют сохранению активности гормонов коры надпочечников, стимулируют их синтез в организме. Между тем известно, что эти гормоны повышают устойчивость живого организма к ряду неблагоприятных факторов (ядам, охлаждению, перегреву, перенапряжению, недостатку кислорода). Неудивительно, что солодка стала рассматриваться в качестве общеукрепляющего и тонизирующего средства. Японская фирма «Микофаген и К°» начала использовать это растение для приготовления напитков, употребляемых рабочими, занятыми в химическом производстве (исследования показали, что напитки из солодки способствуют предупреждению отрицательного влияния ядовитых химических веществ, нормализуют минеральный обмен, утоляют жажду). В результате существенно улучшилось самочувствие рабочих, повысилась производительность труда, на 25—30 процентов уменьшилась временная утрата работоспособности. Положительное действие оказывают напитки из солодки на рабочих горячих цехов.

Специфичными для животных организмов считаются половые гормоны стероидной природы — андрогены и эстрогены. Самое удивительное заключается в том, что целый ряд растений обладает способностью к синтезу сходных соединений из холестерина. Благодаря этому некоторые грибы рода аспергилл и пеницилл нашли применение в промышленности для получения андрогенов, которые используются при лечении некоторых гормональных расстройств человека. Андростантриол обнаружен в золотарнике Рэйлесса. Эстрон найден в косточках фиников, в семенах яблонь и груш. В сережках ивы обнаружен

эстриол. Эстрогенной активностью обладает более пятисот видов растений, особенно — в семействах бобовых, лилейных, злаковых.

В растениях обнаружены стерины, отсутствующие в животных организмах, поэтому их называли фитостеринами (растительными стеринами). Наиболее распространенными стеринами высших растений являются ситостерин, стигмастерин и кампестерин. Стигмастерин получают из коры вяза и ясеня, а ситостерин — из коры сосны и древесины можжевельника. Ученые предполагают, что синтез стероидов происходит в мембранах клеток, откуда они мигрируют в другие клеточные структуры. Стерины обнаружены в мембранах митохондрий редиса, фасоли, цветной капусты. В отличие от высших растений у плесневых грибов (а также у дрожжей) в качестве основного стероида выступает эргостерин. Из него при облучении ультрафиолетом образуется витамин Д.

Приведенные примеры показывают, что растения обладают широким набором стероидных соединений. Возникает вопрос: какова физиологическая роль стероидов в растительных организмах?

Стерины входят в состав мембран клеток. Образуя с белками сложные комплексы, они создают структуру цитоплазматических мембран. Но дело не только в этом.

Ученые заметили, что содержание стероидных соединений изменяется в растении при его переходе от активной жизнедеятельности к состоянию покоя, и наоборот. Так, например, при созревании семян (вступлении в состояние покоя) количество стероидных соединений в них падает, тогда как при прорастании — увеличивается. В конце периода хранения клубней картофеля содержание стероидов в них возрастает в пять раз, при этом, чем больше масса ростков, тем богаче они содержанием стероидов. Синтез стерина у табака находится в прямой зависимости от темпов роста этого растения: торможение ростовых процессов с помощью некоторых химических веществ приводит к подавлению синтеза стероидных соединений, которое снимается при стимуляции роста. Наконец, было установлено, что с помощью ситостерина можно усилить рост карликового гороха.

Легко предположить, что либо стероидные соединения непосредственно сами оказывают влияние на темпы роста, либо они действуют на рост через систему растительных гормонов (фитогормонов). В настоящее время известно,

что рост растений регулируется сбалансированной системой фитогормонов и ингибиторов роста. К фитогормонам относятся ауксины, гиббереллины и цитокинины. Эти вещества вырабатываются растительными клетками в сравнительно небольших количествах. Несмотря на это, фитогормоны оказывают сильное воздействие на ростовые процессы. Повышая в растении содержание фитогормонов, стероидные соединения могут стимулировать его рост.

Но стероиды оказывают влияние и на развитие растений. Они действуют на цветение, ускоряя его. Так, например, эстрогеноподобные соединения не обнаруживаются в проростках фасоли, но они появляются к моменту заложения этим растением цветков. Исследователи пришли к выводу, что для цветения растений необходим соответствующий уровень содержания стероидных соединений. Введение в растения веществ, прекращающих синтез стероидных соединений, приводит к подавлению процесса цветения. А вот обработка раствором ситостерина и ланостерина заметно ускоряла цветение хризантем.

Исследования в области стероидов растений могут иметь очень большое значение для сельского хозяйства, прежде всего для растениеводства. По-видимому, с помощью этих соединений можно будет управлять темпами роста и развития растительных организмов. Однако не менее существенной представляется и роль стероидных соединений в животноводстве. В настоящее время совершенно не учитывается тот факт, что разные растения, отличающиеся уровнем содержания фитостероидов, оказывают различное влияние на темпы роста животных.

Между тем было установлено, что у домашних животных, которых кормили определенным видом клевера, нарушались физиологические процессы размножения. Причиной этого, как выяснилось, является содержащийся в клевере кумэстрол, соединение близкое половому гормону животных — эстрогену. Для усиления роста животных применяются искусственные гормональные препараты стероидной природы, которые могут накапливаться в продуктах животноводства (мясе, молоке, масле), поступать вместе с ними в организм человека и оказывать на него неблагоприятное действие. Но ведь можно не давать сельскохозяйственным животным синтетические препараты, а скармливать им растения, богатые собственными естественными стероидами, которые быстрее разрушаются в жи-

вотных организмах, поэтому их попадание в пищу человека менее вероятно.

И еще один очень важный момент. Процесс превращения личинок насекомых во взрослую особь совершается при участии особых гормонов линьки насекомых, названных экдизонами. Оказалось, что в некоторых растениях (подокарпусе, левзее сафлоровидной, серпухе согдийской) присутствуют экдизоны стероидной природы. Они могут быть использованы для борьбы с вредителями полезных растений. Преимущества экдизонов перед обычными ядохимикатами очевидны: они нетоксичны для млекопитающих, кроме того, исключается возможность привыкания насекомых к этим препаратам, ведь если бы насекомое перестало реагировать на экдизоны, его превращение во взрослую, способную к размножению, особь стало бы невозможным.

Как же использовать экдизоны для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур? С помощью этих веществ можно ускорить развитие насекомых-вредителей, с тем чтобы период их размножения совпал с неблагоприятными для этого условиями окружающей среды. В результате произойдет падение численности вредителей в природе.

Все сказанное выше позволяет понять, почему в настоящее время проблема стероидных соединений растений привлекает такое пристальное внимание исследователей.

5. Растения-пенообразователи

При растирании некоторых растений в воде образуется обильная пена. Об этом люди знали еще в древности. Они использовали такие растения для различных целей. Так, например, Лукиан в своем произведении «Александр, или лжепророк», разоблачая проделки шарлатана, сообщил об употреблении им корня растения, называвшегося в Древнем Риме струтием, для появления обильной пены, истекающей из рта. Истекание пены должно было означать: в новоявленного «пророка» вселился бог, чтобы таким образом поведать людям свои «всеблагие откровения».

Группа растений, способных образовывать пену, довольно обширна. Не следует думать, будто они вырабатывают в своих тканях мыло. Мыло — это продукт, получаемый в результате варки сала, растительных масел и соды. В растениях в качестве пенообразователей высту-

пают особые вещества из группы стероидных соединений под названием сапонины.

Сапонины — это аморфные, хорошо растворимые в воде вещества, обладающие способностью давать мыльно-опалесцирующие, сильно пенящиеся растворы. По химической природе они представляют собой гликозиды, о которых мы говорили выше. Это означает, что сапонины состоят из одной или нескольких молекул сахара в соединении с несахаром (агликоном). Агликоном сапонинов являются остатки молекул стероидных соединений, называемых сапогенинами. В сизале найден сапогенин гекогенин. Он используется химиками для производства очень важного гормона кортизона, который широко применяется для лечения целого ряда заболеваний. В молодых растениях содержание сапонины ниже, чем в старых; количество его резко возрастает в период цветения.

В семействе сапиндовых, представители которого произрастают в основном в тропиках, большой интерес с точки зрения содержания сапонинов представляет сапиндус мыльнянка (*Sapindus saponaria*), или мыльное дерево. Карл Линней, давший название этому виду, был осведомлен о том, что индейцы с помощью его плодов отстирывают ткани. При этом ткани не теряют своей окраски и приобретают красивый блеск. Сапонины содержатся не только в плодах, но и в других органах растения, например, в побегах. Они широко используются для приготовления лекарственных средств.

Сапонины часто встречаются у растений, принадлежащих к семействам лилейных и амариллисовых. Есть они и у представителей двудольных растений (норичниковых, пасленовых, гвоздичных). Грыжник, мыльнянка, хлопущики, зорька, кукушкины слезки, колючелистник качимовидный, отдельные виды качима из семейства гвоздичных во всех своих органах содержат сапонины. Особенно много сапонинов в паренхимных клетках подземных органов растений.

Грыжник голый (*Herniaria glabra*) встречается по песчаным местам, сухим полям, лугам, обрывам. При растирании листьев этого растения с водой образуется мыльная пена, в которой можно стирать шерсть и шелк.

Особый интерес представляет растение мыльнянка лекарственная («собачье мыло» — *Saponaria officinalis*). Как латинское (от слова «sapo» — «мыло»), так и русское название этого вида подчеркивает его особенность: при рас-

тирании корневища мыльнянки лекарственной с водой образуется пышная, долго не оседающая пена, раствор становится мыльным на ощупь. Разумеется, в корневище мыльнянки, достигающем длины 35 сантиметров, присутствует не мыло, а сапонины, количество которых составляет иногда 35 процентов сухого вещества растения.

Корни зорьки (*Lychnis chalcedonica*) также содержат сапонины и поэтому с давних времен используются для стирки. Академик П. С. Паллас писал: «Российские крестьяне особливо почитают мыльную травую боярскую спесь (лихнис хальцедониум), которая растет изобильно в провинциях умеренного климата России». Белые цветки этого растения, обладающие приятным запахом, открываются ночью, когда меркнет вечерняя заря, и закрываются с утренней зарей. Вот почему оно называется «зорькой».

Хозяйственно ценным сапониноносом из семейства гвоздичных на территории нашей страны является колючелистник качимовидный (*Acanthophyllum gypsophiloides*). Это растение длительное время экспортировалось за границу. В результате многолетних заготовок естественные запасы его в Южном Казахстане и в республиках Средней Азии сильно сократились. Можно сказать, что растение практически исчезло. В настоящее время предпринимаются усилия по введению колючелистника качимовидного в культуру.

Сапонины имеют важное значение в парфюмерии, а также в текстильной промышленности. Они входят в состав шампуней и жидкостей для ванн (ароматизация и вспенивание воды). На текстильных фабриках сапонины



Рис. 18. Солодка голая.

употребляются для отбеливания и мытья особо нежных шелковых и шерстяных тканей, не выносящих обычного мыла.

В нашей стране широкое применение нашли сапонины из солодки голой (лакрицы). Это растение произрастает в Средней Азии и представляет собой многолетнюю траву с высоким стеблем, на котором располагаются белые, лиловые и желтоватые цветки. Благодаря образованию пены порошок солодкового корня используется в пищевой промышленности (для приготовления шипучих напитков, пива, кваса, для лучшего взбивания яичного белка), в качестве пенообразователя в огнетушителях. Еще в конце прошлого века в Уральске вступил в строй завод по переработке корня солодки. В настоящее время предприятие выпускает 450 тонн лакричного экстракта. Однако потребность в данном продукте очень большая.

Намечается создание крупных плантаций солодки в специализированных совхозах, а в промышленности — разработка механизмов, предназначенных для посадки и уборки урожая данной культуры. Осуществление этих планов потребует больших усилий. Ученые Института ботаники АН Узбекской ССР изучили биологию растения, разработали приемы его возделывания (сроки посева и копki), определили содержание в нем сапонинов. Растение оказалось на редкость капризным. Первая опытная плантация солодки голой поначалу принесла скудный урожай, а его надо было ждать не менее четырех лет. Наилучший урожай солодка дает в горах на высоте 1700 метров. На склонах Гиссарского хребта в Туркмении каждый гектар посадок дал восемь тонн корней. Вес отдельных экземпляров корней культурной солодки в десятки раз оказался большим, чем это характерно для корней из естественных зарослей растения.

6. Карденолиды — лекарство для больного сердца

Среди стероидов, получаемых из растений, имеются вещества, чрезвычайно важные с точки зрения лечения некоторых болезней сердца. Их так и называют — сердечные генины, или карденолиды.

В семенах различных видов строфанта (*Strophanthus kombé*, *S. gratus*) содержится ядовитое вещество строфантин, нарушающее кровообращение. Ядовитость этого вещества очень велика. Он, как и кураре, мгновенно пора-

жаёт даже очень сильных животных. Аборигены Центральной и Западной Африки с незапамятных времен готовили яд из растертых семян строфанта. В образовавшуюся красноватую массу они добавляли клейкий растительный сок, чтобы яд лучше держался на наконечниках стрел.

Английский путешественник Давид Ливингстон первым из европейцев познакомился с вьющимися кустами строфанта. Участники его экспедиции собрали семена этого растения. В дороге один из членов экспедиции, врач Кирк, обнаружил, что его зубная щетка находится вместе с семенами строфанта. Ничтожное количество яда попало на щетку, поэтому, чистя зубы, Кирк заметил, что его сердце забилося сильнее. Это заинтересовало врача, и он подумал о том, что семена строфанта можно использовать в медицинских целях.

В России исследованиями строфанта и строфантина занялся профессор Петербургской медико-хирургической академии Е. В. Пеликан. В результате длительных и кропотливых работ ученый пришел к заключению о возможности и целесообразности использования строфантина для лечения заболеваний сердца.

Дальнейшие исследования показали, что биологическая активность строфантина зависит от вида растения. Поэтому строфантин разных видов строфанта стали обозначать буквами «g» и «k» (первые буквы видовых названий «gratus» и «kombé»).

В настоящее время препараты строфантина применяются чаще всего при острой слабости сердца.

Обратимся теперь к растениям, которые более известны читателям. Латинское название ландыша (*Convallaria majalis*) переводится очень поэтично: «лилия долин, цветущая в мае». Не счесть легенд, созданных об этом изящном и ароматичном растении. У древних германцев ландыш был посвящен богине восходящего солнца и лучезарной зари Остаре. В честь этой богини в период цветения ландышей зажигались костры и устраивались празднества. На Руси очень высоко ценили целебные свойства ландыша. Обычно для лечения людей использовалась настойка цветков. О ней писали травознаи, что она «дороже есть злата драгого и пристойт (то есть — пригодна) ко всем недугам».

Изучением лекарственных свойств ландыша занимались крупные ученые. В научную медицину он введен известным врачом профессором С. П. Боткиным, а также

Н. П. Богоявленским, работавшим под руководством замечательного русского физиолога И. П. Павлова. Исследования этих ученых подтвердили высокие лекарственные достоинства ландыша. Установлено, что настой из его цветков помогает при острой и хронической сердечной недостаточности: усиливает сердечные сокращения, нормализует пульс, уменьшает отеки.

Целебное действие ландыша обусловлено присутствием в нем конваллятоксина, сходного по строению со строфантином. Оба эти вещества относятся к группе стероидных соединений, а отличаются между собой наличием в своих молекулах разных сахаров (у конваллятоксина вместо цимарозы и глюкозы присутствует рамноза).

И еще об одном растении следует упомянуть, говоря о карденолидах, о наперстянке.

Содержащиеся в наперстянке вещества, особенно дигитоксин, являются эффективным средством лечения сердечных заболеваний. Их применяют обычно при сердечной недостаточности и некоторых формах аритмии. Дигитоксин тоже относится к группе стероидных соединений.

Те, кто лечился препаратами из ландыша и наперстянки, знают, что они горьки на вкус.

Карденолиды действуют непосредственно на сердечную мышцу, увеличивая силу ее сокращения и таким образом улучшают работу сердца.

7. Перспективы натурального каучука

Каучук образуется в тканях около двух тысяч растений. Но лишь в нескольких из них содержится в количествах, позволяющих добывать его в промышленных масштабах. Каучук находится в млечном соке растений (латексе), вырабатываемом особыми клетками.

Важнейшим поставщиком натурального каучука является гевея бразильская (*Hevea brasiliensis*) — крупное дерево из семейства молочайных. По сравнению с другими растениями гевея оказалась более перспективным каучуконосом. Во-первых, она очень быстро растет. Во-вторых, количество каучука в ее латексе значительно больше, чем в латексе некоторых других каучуконосов, — 30—40 процентов; для сравнения укажем, что в млечном соке фикуса каучуконосного его содержится лишь 17 процентов. В-третьих, гевея выделяет латекс в течение длительного

времени. За год одно растение гевеи может дать около 30 литров латекса.

Родиной этого растения является прибрежная зона реки Амазонки и ее притоков. В Америке каучук добывали из гевеи задолго до прибытия туда Колумба. Так, например, раскопки, произведенные в Гондурасе, позволили установить, что резиновыми мячами там пользовались еще в XI веке. В Мексике была обнаружена статуэтка, изготовленная между III и X веком н. э., изображающая спортсмена, бросающего мяч. Из каучука делали не только мячи, но и сосуды.

В ночь на 12 октября 1492 года несколько испанских кораблей («Санта-Мария», «Пинта», «Нинья») приблизились к Багамским островам. На рассвете европейцы впервые ступили на землю открытого ими нового континента. Много диковинного повидали они там! На Гаити путешественники наблюдали игру в мяч, который был сделан из эластичной древесной смолы. Этот мяч обладал способностью после удара о землю высоко подниматься в воздух. Один из таких мячей был доставлен испанцами в Европу в числе диковинок Нового Света.

Однако в Европе каучуком длительное время никто не интересовался. Первые достоверные сведения о гевее были сообщены в 1738 году французским ученым Шарлем Кондамином. В течение восьми лет, с 1735 по 1743 год, он по заданию Парижской академии наук находился в Южной Америке, где имел возможность детально ознакомиться с этим растением. Ш. Кондамин, писал: «В провинции Эсмеральда растет дерево, называемое местными жителями «геве» (hevé), которое из надрезов коры выделяет белый млечный сок. Последний постепенно затвердевает и темнеет на воздухе. В провинции Кито его наносят на ткани, и делают их таким образом непромокаемыми. Такое же дерево растет по берегам реки Амазонки, туземцы добывают из него «каучу». Из этого вещества они изготавливают водонепроницаемые, из одного куска сапоги. Они обмазывают глиняные формы в виде бутылок; когда сок затвердеет, форму разбивают и вынимают ее куски через горловину, получая легкие небьющиеся сосуды, удобные для хранения жидкостей».

Хозяйственное использование каучука в Европе началось только в конце XVIII века: им стали стирать написанное. Это свойство каучука было установлено английским химиком Джозефом Пристли в 1770 году. Он назвал

каучук гуммиэластиком. (Напомним, что Пристли были сделаны и куда более значимые открытия). В дальнейшем из каучука стали делать трубки и бинты, применяемые в медицине. Шотландец Ч. Макинтош в 1823 году установил, что пропитанный каучуком кусок ткани становится водонепроницаемым. Одежда из такой ткани (плащи «макинтош») могла служить надежной защитой от дождя. Однако прошло немало времени, прежде, чем открытие Макинтоша получило повсеместное распространение. Дело в том, что ткань, пропитанная каучуком, имела малопривлекательный вид: к ней все прилипало в жаркую погоду, а на холоду она становилась жесткой и ломкой. Лишь после открытия в 1852 году процесса вулканизации каучука, заключающегося в нагревании его вместе с серой, прорезиненные ткани начали широко использовать в хозяйственных целях. В результате вулканизации каучук становится эластичным, хорошо сохраняет свою форму и свойства в относительно широком диапазоне температур. Вулканизированный каучук (резина) нашел широкое применение в электротехнике, авто- и самолетостроении, химии и домашнем хозяйстве.

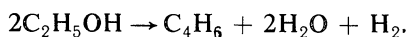
Добывать каучук было очень трудно. Дело в том, что деревья гевеи не образуют сплошного лесного массива, а отстоят друг от друга часто на значительное расстояние. Каждое дерево дает лишь небольшое количество латекса. Между тем компании, производящие каучук, нещадно эксплуатировали сборщиков латекса. Кроме того, тропический лес кишел ядовитыми змеями и насекомыми (переносчиками малярии). Все это приводило к массовой гибели людей. Ради высоких прибылей от добычи каучука правительство Бразилии установило строжайший запрет на вывоз семян и саженцев гевеи в другие страны. Тем не менее во второй половине XIX века английскому ботанику Генри Уикгему удалось раздобыть большую партию семян этого растения и доставить их в Англию. Оттуда семена были направлены на Цейлон, Яву и в другие места, где англичане наладили сбор латекса. В 1923 году 93 процента мирового производства каучука приходилось на азиатские страны.

Гевея представляет собой высокое стройное дерево с гладким стволом. Наряду с каучуком в ее латексе содержатся сахара, смолы, минеральные вещества, фенолы, крахмал, азотсодержащие соединения и другие продукты жизнедеятельности растительного организма.

В нашей стране не произрастают ни гевея, ни фикус каучуконосный, ни кастилья резиновая. Учитывая исключительную важность каучука для развития различных отраслей промышленности, у нас были предприняты усилия, направленные на отыскание каучуконосов. С этой целью были изучены очень многие растения. В начале 30-х годов было установлено, что в млечном соке среднеазиатского одуванчика — кок-сагыза (*Taraxacum Kok-saghyz*), произрастающего в горах Тянь-Шаня, содержится до 20 процентов каучука. Позднее для получения натурального каучука стали использовать тау-сагыз (*Scorzonera tau-saghyz*), в латексе которого присутствует до 40 процентов продукта. Родиной тау-сагыза являются горные районы Средней Азии (Каратау, Гиссарский и Туркестанский хребты).

По химической природе каучук представляет собой высокомолекулярный углеводород, имеющий эмпирическую формулу $(C_5H_8)_n$. Мономером его является изопрен. В молекуле каучука остатки изопрена соединены в длинную цепочку.

В настоящее время вместо натурального каучука широко используется синтетический каучук. Советский ученый С. В. Лебедев разработал метод получения каучука из дивинила C_4H_6 , который имеет структуру, сходную со структурой изопрена. Дивинил получают из этилового спирта путем отнятия воды:



Этот способ производства каучука был положен в основу работы опытного завода, построенного к концу 1930 года в Ленинграде. 15 февраля 1931 года там был получен первый каучуковый блок весом 260 килограммов. В конечном итоге разработка метода получения синтетического каучука позволила ликвидировать зависимость нашей страны от импорта натурального каучука.

Вскоре каучук стали получать и из других компонентов. В 1970 году в мире было произведено уже четыре миллиона тонн синтетического каучука.

Разработка промышленного способа получения синтетического каучука ознаменовала собой начало новой эры в резиновой промышленности. Вместе с тем это не означает, что натуральный каучук сошел со сцены и сведения о нем стали достоянием истории. Вопреки многочисленным прогнозам, производство натурального каучука продолжает

развиваться. Судите сами: в 1963 году мировое производство его составило 2,17 миллиона тонн, в 1973 году — 3,45, а в 1981 году — около 4 миллионов тонн. В последние годы общая площадь насаждений каучуконосов составляет около 6 миллионов гектаров, причем 94 процента ее приходится на страны Юго-Восточной Азии. Среди стран этого региона лидерство по производству натурального каучука занимают Малайзия, Таиланд и Индонезия, на долю которых приходится 80 процентов всей площади насаждений каучуконосов. В столице Малайзии Куала-Лумпуре есть научно-исследовательский институт натурального каучука.

В настоящее время производство натурального каучука вполне рентабельно, себестоимость продукта дает возможность получать прибыли даже при его сравнительно низкой продажной цене. Это тем более удивительно, что натуральный каучук на мировом рынке дешевле синтетического полиизопренового каучука; энергетический кризис и связанный с ним постоянный рост цен на топливо — одна из основных причин высокой стоимости полиизопрена. Безусловно, упрощение технологии производства синтетического каучука приведет в дальнейшем к снижению его себестоимости. Однако и у натурального каучука в этом отношении имеются перспективы. Средняя урожайность плантаций гевеи составляет 596 килограммов каучука на гектар в год. Между тем вполне возможны урожаи свыше трех тонн каучука с гектара посадок каучуконоса, то есть — в пять раз большие. Получение таких урожаев связано с повышением продуктивности растений в результате совершенствования агротехники их выращивания, широкого применения удобрений, гербицидов, фунгицидов и других препаратов, повышающих эффективность труда в сельском хозяйстве. Снижение себестоимости натурального каучука возможно и за счет укрупнения плантаций, что позволит повысить уровень механизации и упростить сбор латекса.

8. Растения и ... жевательная резинка

Уж коли речь зашла о каучуке, то целесообразно рассказать и о жевательной резинке. Жевательная резинка была изготовлена более ста лет назад, в 1869 году, американским изобретателем Томасом Адамсом. В настоящее

время мировое производство этого продукта составляет сотни тысяч тонн.

В Центральной Америке, от Мексики до Венесуэлы и Колумбии, встречается плодовое дерево саподилла (*Achros sapota*), или чикосапота, с длинными блестящими кожистыми листьями. Плоды саподиллы по форме и величине похожи на яблоко. Наиболее крупные из них достигают в диаметре семи—восьми сантиметров. Под нежной кожурой скрывается темно-бурая сочная приторно-сладкая мякоть. Она заключает в себе 5 (редко — 12) гладких, блестящих, черных семян. В живых тканях этого дерева содержится млечный сок, который на 25—30 процентов состоит из каучука. Для получения латекса на коре дерева топором делают насечки. Из насечек вытекает сок, который собирается и используется для изготовления жевательной резинки. На воздухе свежесобранный сок быстро густеет и превращается в желтоватую липкую массу. После кипячения латекс саподиллы твердеет. Для получения жевательной резинки в него добавляются сахара, различные плодовые соки, приправы и масла. В настоящее время саподилла культивируется не только в Центральноамериканских странах, но и в Азии: в Индии, Шри-Ланка, на Филиппинах.

Для изготовления жевательной резинки в Венесуэле используется съедобный сок молочника особенного, о котором мы говорили в разделе «Молоко из растений».

С увеличением спроса на жевательную резинку естественного латекса стало не хватать, поэтому были предприняты усилия, направленные на поиски новых источников сырья. Однако все эти новые виды натурального сырья обладали теми или иными недостатками, поэтому промышленники стали использовать полимерные материалы, в которые добавляют наполнители, пластификаторы, мягчители, сахар, специи.

9. Родственное каучуку вещество — гуттаперча

Гуттаперча — каучукоподобное вещество, которое широко используется для различных технических надобностей. Электроизоляция из нее устойчива к воздействию кислот, не подвергается разрушению в морской воде. Кроме электротехнической промышленности, гуттаперча находит применение в медицине (при протезировании) и при изготовлении игрушек.

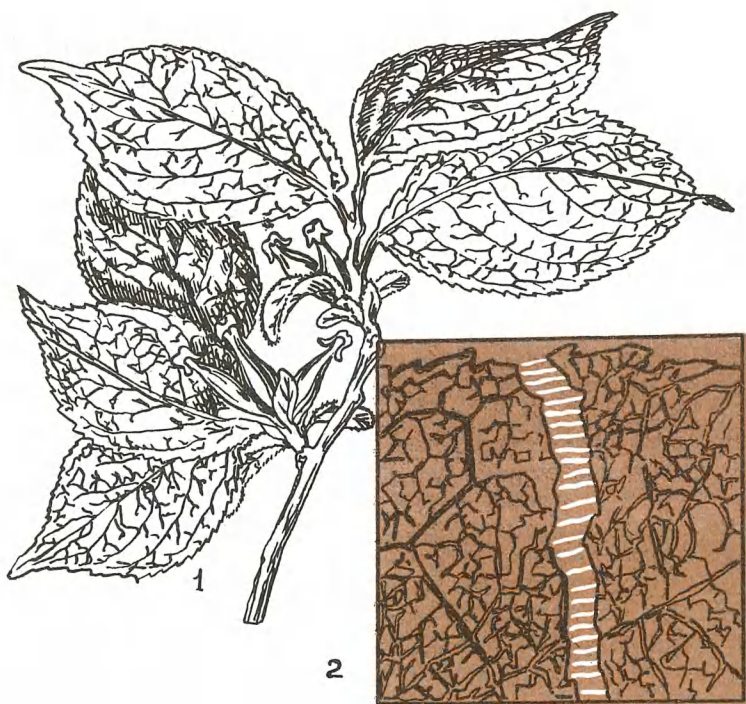


Рис. 19. Эвкоммия вязолистная:
1 — ветвь растения; 2 — надорванный лист.

Как и каучук, гуттаперча представляет собой полимер, состоящий из остатков изопрена; отличия заключаются в том, что в структуре каучука таких остатков содержится от 500 до 5000, а в цепочках гуттаперчи — лишь около 100. Имеются и другие структурные отличия, что, в свою очередь, сказывается на физических свойствах каучука и гуттаперчи: при нормальной температуре каучук представляет собой эластичную массу, а гуттаперча тверда и размягчается лишь при нагревании. О свойствах гуттаперчи дает представление мяч для игры в настольный теннис.

Исходным продуктом для получения гуттаперчи является гутта, добываемая из ряда растений. Раньше ее извлекали из коры и листьев тропического дерева палаквиума гуттоносного (*Palaquium gutta*) из семейства сапотовых. В настоящее время это растение сохранилось лишь в культуре и не имеет промышленного значения. Гутту получают из дру-

гих азиатских тропических видов палаквиума: из мимусопса (*Mimusops*) и, особенно, из произрастающей в Юго-Восточной Азии пайены Леера (*Payena leeryi*), которую культивируют на Яве. Деревья срубают или надрезают и млечный сок, коагулируя на воздухе, превращается в гуттаперчу.

Большие потребности в ценном сырье побудили ученых к поискам гуттоносов, способных произрастать в условиях умеренного климата. Одним из первых среди них привлекло внимание исследователей гуттаперчевое дерево эвкоммии вязолистная (*Eucommia ulmoides*). Родиной этого растения является Китай, где оно уже в древности высоко ценилось как лекарственное средство. Эвкоммия описана в древнейшем китайском травнике «Бень цао», который был составлен, якобы, легендарным китайским императором Шень-нуном еще в конце IV тысячелетия до н. э. Плантации этого растения были заложены в Китае более тысячи лет назад.

Первые два растения эвкоммии появились в России в 1906 году. В 1931 году их насчитывалось 120, а к 1960 году в СССР были заложены уже целые плантации эвкоммии — на Кавказе, Украине, в Молдавии и Средней Азии, в результате чего общее количество растений достигло 4 миллионов.

Гутта содержится в коре стволов, в корнях, листьях, плодах и даже в тычинках цветков этого дерева. Она такая вязкая, что не истекает из древесного ствола. Если лист эвкоммии разорвать на две части, между ними будут заметны тонкие белые нити гуттаперчи. В желтеющих листьях содержится в два раза больше гутты, чем в зеленых. Особенно много ее в корнях, однако корни для получения гутты обычно не используются, потому что в этом случае пришлось бы погубить все дерево.

Отечественным гуттоносом является кустарник бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus*). Гуттаперча, получаемая из него, по своим качествам не уступает заморской. Особенно много гутты в коре бересклета: около 12 (а иногда и более) процентов.

В настоящее время химики создали синтетическую гуттаперчу, которая по своим свойствам мало отличается от природного продукта и в то же время является более дешевой.

* *
*

Велико значение растений в жизни современного человека. Они являются источником получения не только белков,

углеводов, жиров, алкалоидов, изопреноидов, но также витаминов, органических кислот, дубителей, красителей и многих других веществ.

Растительный мир велик и разнообразен. Но это величие и многообразие обманчиво. Будучи «привязанными» корнями к одному какому-то месту, растения в сильной степени зависят от всевозможных изменений в окружающей их среде. Неблагоприятные сдвиги в биосфере могут приводить к массовому отмиранию определенных растений и даже к вымиранию целых видов.

Судьба многих растений в значительной степени зависит от деятельности человека. Сооружение промышленных предприятий, аэродромов, асфальтированных и бетонированных шоссе, загрязнение природной среды ядовитыми для растений веществами, неумеренная «любовь» к растениям, выражающаяся в стремлении притащить из леса букет попышней, поувесистей, ведут к уничтожению растительности, к сокращению численности видов.

Последствия такой деятельности человека опасны прежде всего для него самого.

Во-первых, полное исчезновение некоторых видов — это невозполнимая утрата, связанная с невозможностью использования в будущем ни самих этих растений, ни их генофонда. Не следует думать, что человек достаточно хорошо изучил все виды растений в отношении их химического состава и возможностей хозяйственного использования. Исследования в этой области продолжаются. Выше мы привели немало примеров того, как детальное изучение химического состава растений сопровождается вовлечением их в хозяйственное использование. Вместе с тем очень многие растения, мимо которых мы сейчас проходим без малейшего интереса, в будущем могут оказаться весьма ценными источниками лекарственных препаратов или каких-то других чрезвычайно ценных веществ. Введение растения в культуру — дело обычно непростое и требует времени. Неудивительно, что количество растений, специально разводимых человеком, составляет всего несколько тысяч, тогда как дикорастущих семенных растений на Земле известно около 250 тысяч видов. Многие из дикорастущих растений имеют чрезвычайно полезные гены, которые могут потребоваться селекционерам в весьма недалеком будущем для создания форм культурных растений, обладающих очень ценными в хозяйственном отношении свойствами или повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды.

Примером таких растений являются созданные в Главном ботаническом саду АН СССР гибриды пшеницы с пыреем. Экономический эффект от внедрения нового сорта яровой пшеницы — пшенично-пырейного гибрида Грекум-114 — за 5 лет составил 25 миллионов рублей. Этот сорт выращивается в Алтайском крае, Казахстане и Бурятской АССР. Обладая высокой урожайностью (до 40 центнеров с гектара), он в то же время устойчив против полегания и поражения пыльной головней.

Вот почему исчезновение с лица Земли любого вида растений — поистине невосполнимая утрата.

Во-вторых, уничтожение растительности ведет к резкому снижению способности воздуха, почвы и воды к самоочищению. Рост городов, интенсивные вырубки лесов, наступление пустыни, загрязнение мирового океана нефтью и ядохимикатами, сопровождающееся отмиранием фитопланктона, — все это влечет за собой прогрессирующее накопление в окружающей среде веществ, токсичных для всего живого.

В-третьих, отмирание растительности, безусловно, сказывается и на животном мире, поскольку зеленые растения служат первоосновой существования всего живого. Не случайно за последние годы наблюдается резкое оскудение фауны: гибнут насекомые, не находя нужных им растений, затем отмирают виды (птиц, например), питающиеся этими насекомыми.

Современные люди по праву гордятся своими достижениями в изучении тайн растительного мира. Но возвратимся к разделу «Растения, дающие волокна» и еще раз прочитаем то, что написано о льне. Оказывается, в Древнем Египте выращивали такие сорта льна, о которых современные селекционеры могут только мечтать. Или возьмем достижения древних индейцев в области селекции кукурузы. Инки выращивали такой сорт кукурузы (ныне это музейный сорт Куско), у которого зерна зрелых початков превышали размеры зерен всех ее современных сортов. Нынешние сорта кукурузы уступают древнеиндейским и в устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Так, например, высокогорные формы кукурузы эпохи инков по скороспелости и холодостойкости являются непревзойденными. У древних майя были сорта: «кукуруза-старуха», которая созревала за шесть-семь месяцев, «кукуруза-девочка», поспевавшая за три месяца, и настоящая скороспелка — сорт с поэтическим названием

«песнь петуха» (кукурузу этого сорта убирали через два месяца после появления всходов). Для сравнения отметим, что в настоящее время от появления всходов кукурузы до созревания ее початков обычно проходит более ста дней. Современные селекционеры лишь мечтают о том, чтобы сократить период вегетации кукурузы до 80—85 дней.

Приведенные факты свидетельствуют о том, что в области селекции некоторых сельскохозяйственных культур мы далеки от уровня древних народов.

Особенно широкое поле деятельности лежит перед специалистами в области биохимии растений. Ведь не полностью исследованных представителей растительного мира еще чрезвычайно много. К тому же с каждым годом растет круг веществ, интересующих человека.

Совсем недавно мы восторгались достижениями химии синтезов, синтетическими тканями и пластмассами. В настоящее время оказалось, что синтетические материалы не столь уж привлекательны по сравнению с натуральными. Даже полюбившиеся нам пластмассы сейчас пытаются делать из растительного материала (крахмала), чтобы они могли разлагаться почвенными микроорганизмами и не загрязняли природную среду. Но главное даже не в отдельных отрицательных качествах синтетических материалов. Запасы сырья, используемого для их производства, существенно сократились, в то же время позиции растений как возобновляемых источников получения различных материалов укрепились.

Вот почему наблюдается не сокращение, а увеличение площадей, занятых техническими культурами и, несмотря на успехи химии синтезов, растет производство натурального каучука, гуттаперчи, камфоры и других ценных веществ. По той же самой причине химики-органики все чаще обращают свои взоры к растительному миру Земли, видя в нем неисчерпаемый источник сырья для производства самых различных химических изделий.

Отнюдь не случайно в самые последние годы возникла новая отрасль биологии — биотехнология, заявившая о себе внушительными масштабами производства кормового белка. Фундамент современной биотехнологии заложили достижения в области использования микроорганизмов, в производстве антибиотиков, аминокислот, витаминов, ферментов и ряда других веществ. Бурное развитие биотехнологии стало возможным в результате крупных успехов в ряде областей биологической науки и прежде всего

технической микробиологии, генетики, биохимии и физиологии растений.

Решение стоящих перед биотехнологией задач связано не только с детальным изучением биологических особенностей микробных, растительных и животных клеток, но также с созданием новых, более современных видов оборудования, технологических линий по производству продуктов биологического синтеза, с разработкой технологических режимов, обеспечивающих максимальную реализацию полезных свойств клеток живых организмов, используемых в биотехнологических целях.

Современное растениеводство и биотехнология не только обеспечивают производство самых разнообразных веществ, но и вносят определенный вклад в решение энергетической проблемы. В связи с сокращением запасов горючих ископаемых и ограничением ресурсов ядерного топлива внимание ученых все более привлекают растения как возобновляемый источник получения энергии. Разумеется, речь идет не о том, чтобы в еще больших масштабах вырубать леса и сжигать их в виде дров в печах. Использование растительной биомассы в качестве источника энергии подразумевает ее биотехнологическую переработку в такую форму (газ, жидкость), которая была бы удобна для потребления.

Уже сейчас во многих странах мира работают биогазовые установки, в них с помощью бактерий метанового брожения получают метан, который используется для различных надобностей. Источником органического вещества для биогазовых установок служат навоз или любые растительные остатки (ботва овощей, сорные травы, солома, листья деревьев и кустарников, хвоя, тростник, оболочки семян подсолнечника, стебли кукурузы, костра стеблей льна и конопли, солома), а также отходы пищевой, микробиологической, лесной промышленности. Все эти материалы обладают значительным энергетическим потенциалом.

В настоящее время тысячи крупных биогазовых установок успешно эксплуатируются во Франции, Бельгии, Чехословакии, Италии, Польше, Дании, в странах Северной Африки и в Австралии. Большое внимание уделяется им в США, Японии и в ряде других стран, где энергетическая проблема стоит особенно остро.

Установки метанового брожения очень удобны для энергоснабжения в сельской местности. Там ввиду боль-

шой разбросанности потребителей энергии приходится строить протяженные линии электропередач, газовых трубопроводов. Эксплуатация их превращается в сложное и дорогостоящее предприятие. Между тем газификация селений на базе биотехнологических установок — наиболее экономичное и современное решение проблемы. Затраты на их сооружение окупаются за один год.

В сельской местности биогаз может быть использован для приготовления пищи, обеспечения горячей водой, отопления жилых домов и административных зданий, газификации животноводческих предприятий, бань, прачечных, столовых, клубов, яслей, детских садов, школ, обогрева теплично-парникового хозяйства, сушки зерна и фруктов, подогрева воды в плавательных бассейнах и в водоемах для разведения форели, газоснабжения авто-тракторного парка.

Биогаз сохраняет все преимущества, свойственные природному газу. Он легко транспортируется по газопроводам, сгорает без дыма, копоти и остатка (золы, шлака). Приборы, работающие на газе, просты, безопасны, быстро вводятся в действие, легко регулируются и переводятся в автоматический режим работы.

Другой очень эффективный способ превращения биомассы растений в топливо — спиртовое брожение. Для производства спирта используются дрожжи и некоторые виды бактерий, которые способны превращать сахар в этанол.

Хотя этиловый спирт энергетически менее эффективен, чем бензин (он содержит $\frac{2}{3}$ энергии равного объема бензина), однако представляет собой экологически более чистый вид топлива.

В Бразилии, где энергетическая проблема стоит особенно остро в связи с отсутствием крупных месторождений нефти и газа (страна импортирует около 85 процентов всей потребляемой нефти), была разработана обширная программа, предусматривающая замену в государственных масштабах бензина этиловым спиртом. Для производства необходимого количества этилового спирта там резко расширили площади посадок сахароносных (сахарного тростника) и крахмалоносных (батата, маниока) растений. Если в 1975 году производство этанола в Бразилии составляло всего 700 миллионов литров, то в 1984 году — уже 9 миллиардов литров. Предполагается, что в 2000 году в этой стране 75 процентов потребности в жидком топливе будет покрываться за счет этилового спирта.

Для каких же надобностей используется этиловый спирт? Прежде всего для заправки автомобилей. В Бразилии насчитывается около двенадцати с половиной миллионов машин, из которых почти полтора миллиона заправляют чистым этиловым спиртом, а остальные — смесью бензина (80 процентов) со спиртом (20 процентов). Использование смеси не требует каких-либо конструктивных изменений в двигателях внутреннего сгорания. В 1985 году в Бразилии запущен в промышленное производство самолет, работающий на новом горючем. Этот самолет будет использоваться главным образом для обслуживания сельского хозяйства.

Примеру Бразилии собираются последовать другие развивающиеся страны Африки, Азии и Латинской Америки, испытывающие нехватку нефти.

Таким образом, растения уже сейчас играют определенную роль в решении энергетической проблемы. По мере истощения запасов нефти и газа их значение в энергоснабжении человечества, несомненно, будет расти.

Важно отметить, что существуют и иные возможности использования растений, их органов, клеток и клеточных органоидов (например, хлоропластов) для получения энергии. В настоящее время ученые интенсивно работают в этом направлении. Перспективно, например, получение с помощью растений и микроорганизмов больших количеств водорода. Это идеальный источник экологически чистой энергии: при сжигании водорода образуется только вода.

Другой путь использования растений для целей энергообеспечения связан с непосредственной трансформацией солнечной энергии в электрическую. С этой целью предполагается использовать солнечные батареи, содержащие в качестве преобразователя световой энергии зеленый пигмент хлорофилл или особый окрашенный белок из мембран некоторых бактерий — бактериородопсин. Первые, пока еще очень маломощные установки для преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью хлорофилла и бактериородопсина уже созданы.

Наконец, биохимики решили более пристально присмотреться к некоторым представителям растительного мира. Вспомните, когда остро встала проблема обеспечения промышленности каучуком, ученые нашей страны довольно быстро сумели найти такие каучуконосы, которые могли бы произрастать в умеренных широтах. Раститель-

ный мир, насчитывающий огромное количество видов, хранит еще очень много тайн. Сейчас, когда человечество столкнулось с энергетической проблемой, найден ряд удивительных растений, выделяющих соки, которые похожи по своему составу на нефть или продукты ее переработки. Оказалось, что выращивание некоторых из них на плантациях с целью получения топлива вполне рентабельно.

Интенсивный прирост населения земного шара все острее ставит продовольственную проблему. В связи с этим также представляется необходимым усиление исследований в области изучения тайн растительного мира: Опыт показывает, насколько эффективным может быть вложение средств в развитие науки о растениях.

Обратимся к «зеленой революции». В ходе ее были выведены сорта пшеницы, кукурузы и риса, отвечающие требованиям интенсивного сельскохозяйственного производства, отличающиеся высоким биологическим потенциалом. Растения этих сортов были отзывчивы на определенные дозы удобрений и планомерный полив, имели короткие прочные стебли, выдерживавшие тяжесть массивных колосьев. Благодаря использованию новых сортов различных зерновых культур за сравнительно короткий срок ежегодное производство зерна в мире возросло более чем в два раза. Это и была «зеленая революция».

Разумеется, резкое повышение урожайности культурных растений может быть достигнуто не только селекционными методами, но и путем воздействия на физиологические и биохимические процессы, протекающие в растительных организмах. Так, например, коэффициент полезного действия фотосинтеза в настоящее время довольно низок. Этот показатель необходимо повысить в несколько раз, что, безусловно, благоприятно скажется на урожайности зеленых растений. С помощью физиологически активных веществ можно влиять на биохимические реакции таким образом, чтобы усиливать накопление в растениях необходимых для человека веществ.

Как никогда, нам необходимы сейчас новые Тимирязевы, Вавиловы, Мичурины, Прянишниковы, способные создать выдающиеся сорта культурных растений, поставить на службу человеку протекающие в растительных организмах физиологические и биохимические процессы, разработать принципиально новые высокоэффективные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Для успешного решения этих грандиозных задач нужны люди,

хорошо знающие окружающий их растительный мир. Вот почему необходимо, чтобы уже в школе дети более глубоко изучали тайны растений, а в свободное время могли бы прочитать о них интересные и содержательные книги.

Современная биология открывает перед выпускниками школ поистине неограниченные возможности для приложения их физических и духовных сил, для всестороннего раскрытия дарований. Появившимся в последние годы биотехнологическим производствам требуются работники принципиально новых специальностей. Они должны хорошо знать многие биологические дисциплины, в том числе биохимию и физиологию растений.

Нам, покоряющим энергию атома и космическое пространство, познающим тайны макро- и микромира, необходимо не только глубоко осознать свою кровную зависимость от мира растений, но и стремиться к его более полному освоению, ибо растения — это основа благосостояния человечества.

СОДЕРЖАНИЕ

К читателю	5
Белки растений в жизни человека	11
1. Белки растений в питании людей	13
2. Мясо из сои	15
3. Молоко из растений	16
4. Белок для животных	19
5. Ферменты из растений на службе человека	22
Многоликие углеводы	31
1. Тростниковый, свекловичный и кленовый сахара	35
2. Молочный сахар в ... подберезовиках	40
3. Кладовые крахмала	41
4. Полимеры из фруктозы	51
5. Клетчатка, или целлюлоза	54
6. Растения, дающие волокна	56
7. Сахара в составе сложных соединений (гликозидов)	64
Жиры и им подобные	69
1. Источники получения растительных масел	70
2. Восконосные растения	79
Алкалоиды и образующие их растения	83
1. Синтезирующие кофеин	84
2. Родственный кофеину алкалоид теобромин	91
3. Осторожно: никотин!	94
4. Причина жгучести перца	98
5. Алкалоид, спасающий от малярии	100
6. Атропин: смертельный яд и ценное лекарство	102
Пестрый мир производных изопрена	106
1. Химическая природа запахов растений	107
2. Эфирные масла и ... грозы	112
3. Смола, скипидар, камфора, канифоль	113
4. Холестерин в ... картофеле	118
5. Растения-пенообразователи	122
6. Карденолиды — лекарство для больного сердца	125
7. Перспективы натурального каучука	127
8. Растения и ... жевательная резинка	131
9. Родственное каучуку вещество — гуттаперча	132

Вадим Иванович Артамонов

ЗЕЛЕНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПЛАНЕТЫ

Зав. редакцией *Т. С. Микаэльян*

Редактор *В. А. Поздышев*

Художник *О. Ю. Шигарева*

Художественный редактор *С. В. Соколов*

Технические редакторы *Н. А. Зубкова, Е. В. Соломович*

Корректор *И. А. Копылова*

ИБ № 4034

Сдано в набор 10.04.86. Подписано к печати 04.11.86. Т-19991. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага кн.-журн. Гарнитура «таймс». Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,56. Усл. кр.-отт. 15,54. Уч.-изд. л. 8,01. Изд. № 229. Тираж 50 000 экз. Заказ № 1246. Цена 25 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

Зеленая лаборатория планеты

Уплетаешь лакомый плод — вдруг твой взгляд останавливается на подарившем его недвижимом дереве, и ты спрашиваешь себя, как это получается, что этот ствол производит деликатесы, совершенно отличные по виду и вкусу от тех, что вызревают на соседнем дереве. Щепка апельсинного дерева мало чем отличается от щепки манго или хлебного дерева, и почва та же самая, однако на своем пути от корней к макушке ее отфильтрованные соки превращаются в совершенно различные продукты. Стволы, заурядная древесина, кормили нас не хуже самого искусного шеф-повара... Лучший в мире повар, дай ему любые приправы и специи, не смог бы превратить глину в разнообразные вкусные блюда, какими нас потчевали безмолвные деревья. Такое под силу только волшебнику. В лесу волшебники окружали нас со всех сторон

Тур Хейердал. «Фату-Хива»

