



С. В. МЕЙЕН

**ИЗ ИСТОРИИ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ  
ДИНАСТИЙ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1971

*Книга кандидата геолого-минералогических наук С. В. Мейена охватывает широкий круг вопросов. В ней рассказывается о палеоботанике и ученых, которые работают в этой области науки; о древнейших наземных растениях и новых методах их исследования; о многолетних дискуссиях и об использовании палеоботанических данных для решения эволюционных проблем и сугубо практических вопросов геологии. Ископаемые растения позволяют судить о климатах геологического прошлого. Палеоботанические аргументы играют немалую роль в давнем споре о движении материков. История растительного мира, длившаяся сотни миллионов лет и богатая разнообразными событиями, не менее поучительна, чем история мира животных.*

*Книга написана живо и увлекательно. Она доступна широкому кругу читателей, интересующихся далеким прошлым нашей планеты, и небесполезна ученым смежных отраслей науки.*

Ответственный редактор  
доктор геолого-минералогических наук  
Е. Д. ЗАКЛИНСКАЯ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Есть важные и очень интересные отрасли науки, о которых мало известно широкой публике. Именно так получилось с палеоботаникой. Время от времени появляются популярные книги и статьи, посвященные вымершим животным, а вот ископаемым растениям не повезло. Книги, в которых рассказывается, что такое палеоботаника, кто такие палеоботаники, над чем и зачем они трудятся, можно пересчитать по пальцам. Между тем история растительного мира не менее поучительна, чем история мира животных. Палеоботаника располагает сейчас огромным запасом сведений, имеющих большое значение для решения и общебиологических проблем, и сугубо практических вопросов геологии. Без деятельного участия палеоботаников не обошлось, например, освоение всех каменноугольных бассейнов. Но изучение ископаемых растений не только важно, но и очень интересно, даже увлекательно. Мне кажется, что читатели книги С. В. Мейена убедятся во всем этом сами после прочтения первых же глав.

Несколько слов об авторе. С. В. Мейен — молодой, но уже достаточно известный советский палеоботаник, сотрудник Геологического института АН СССР. В течение ряда лет он изучает палеозойские растения нашей страны. Он хорошо знает труды своих коллег как советских, так и зарубежных. Через руки С. В. Мейена прошли коллекции, собранные во многих местах нашей страны, он участвовал и в зарубежных поездках. Мне хотелось бы подчеркнуть его умение видеть за отпечатками живое растение.

Написанная на высоком научном уровне и в то же время вполне популярно, книга С. В. Мейена, несомненно, будет интересна и полезна всем, кто интересуется далеким прошлым нашей планеты. Но дело не только в этом. Нередко можно слышать мнение, что в наш век — век атомной физики, космических полетов и молекулярной биологии — палеонтология (и уж тем более палеоботаника) все больше

и больше становится уделом каких-то чудаков и все дальше и дальше уходит (а может быть — и просто отстаёт) от «настоящей» науки, полной движения научной мысли, горения и схваток блестящих гипотез и идей. Книга С. В. Мейена — яркий ответ на это глубоко ошибочное мнение.

Книга охватывает широкий круг вопросов. Она рассказывает о древнейших растениях и современных тонких методах их изучения. И это вовсе не популярное переложение учебника палеоботаники. В книге С. В. Мейена показано не только, что мы знаем о растительном мире прошлого, но и как были добыты факты, как родились важные обобщения. Читатель станет как бы свидетелем многолетних дискуссий, в которых палеоботанические данные играли важную роль. Автор не побоялся затронуть и самые общие теоретические проблемы, высказав по ним много оригинальных мыслей.

Несомненно, что книгу С. В. Мейена с интересом и пользой прочтут не только палеонтологи, палеоботаники и вообще геологи, но и самый широкий круг читателей — от физиков до лириков.

*Академик В. В. Меннер*

*«Мне представляются как бы не совсем реальные существа на не совсем реальном пейзаже. В романтической дымке встают передо мной эти необычные и вместе с тем влекущие к себе образы».*

**В. А. БАТАГИН**

(советский скульптор, художник-анималист)

## ОТ АВТОРА

Предлагая вниманию читателя свою книгу о палеоботанике (и немного о палеоботаниках), я чувствую некоторое беспокойство. Удастся ли мне показать, что стоит посвятить жизнь содержимому камней, найденных в угольном пласте? Поверит ли читатель, что для увлеченного своим делом палеоботаника увидеть разницу между двумя отпечатками иногда не менее интересно, чем исследователю дельфинов послушать их разговор?

С точки зрения многих палеоботаника занимается в общем-то мелочами. Часто в отпечатках листьев на камне видят больше декоративную сторону, и изучение жилочек и клеточек кажется сродни филателии: интересно, не вредно, но в целом что-то незначительное, без чего вполне можно обойтись. Мало кто знает, а кто знал, часто забывает, что без палеоботаники не было бы Рура и Кузбасса, хороших геологических карт огромных территорий, не было бы научного понимания многих основных закономерностей эволюции всего живого.

Цель настоящей книги — доказать это, а также то, что палеоботаника — важный и незаменимый камень в здании науки. Ведь не случайно же такой ученый как академик В. Л. Комаров, будучи президентом Академии наук СССР, нашел время, чтобы написать книжку «Происхождение растений», его предшественник на высоком посту академик А. П. Карпинский занимался ископаемыми водорослями, а президентом знаменитого английского Линнеевского общества был избран Т. М. Гаррис, всю жизнь занимающийся только ископаемыми растениями.

На кого же рассчитана эта книга? Разумеется, на лиц любознательных и внимательных, ибо другие не покупают

научно-популярной литературы. Но автор имел в виду не только «широкого читателя». Хотелось, чтобы книгу прочитали геологи, которые часто сталкиваются с ископаемыми растениями и их исследователями, но не всегда хорошо представляют смысл и назначение тех и других. Книга может быть полезна также тем ботаникам, которые не достаточно представляют себе ценность материалов, имеющихся в распоряжении палеоботаников. Я должен сразу предупредить, что все главы от девятой и далее не рассчитаны на слишком широкий круг читателей, а обращены именно к геологам и ботаникам.

Надо сделать и несколько оговорок. Палеоботаника — не та наука, в честь которой дают названия векам. «Века палеоботаники» не было и не будет. Это не помешало палеоботаникам накопить огромное количество фактов и разделиться на узких специалистов (только на остатках мхов из пермских отложений одного лишь Кузбасса можно сделать отличную докторскую диссертацию). Ясно, что рассказать обо всем невозможно. Систематическое изложение даже основных событий, произошедших в растительном мире за сотни миллионов лет, грозит сделать популярную книгу скучным переложением курса палеоботаники. Поэтому в ущерб полноте пришлось отобрать лишь наиболее интересные и доступные для популярного рассказа темы. Но и после такого строгого отбора многие интересные наблюдения и обобщения остались за рамками книги. Почти не освещенными оказались последние события в истории зеленого царства, мало говорится о растениях мезозойской эры. Отчасти это связано с тем, что мне не пришлось лично заниматься растительным миром этих времен.

Самая главная оговорка — терминология. Книга снабжена словарем для справок, но это вряд ли решило проблему целиком. В палеоботанике, как и во всех «описательных» науках, огромное количество своих терминов, которым нет житейских эквивалентов и без которых порой невозможно вести рассказ. В самом деле, попробуйте описать устройство и историю автомобиля, не используя слов «кузов», «цилиндр», «коробка передач» и т. д. Ботанические термины такой же степени сложности и распространённости сразу отпугивают читателя. В жизни не каждый день слышишь о «спорангиях», «трахеидах» и «кутикуле». Конечно, можно было каждый раз вместо слова «кутикула» писать «пленка из высокополимерного органического сое-

динения, которая покрывает сверху органы и т. д.», но выигрывает ли от этого популярность и занимательность? Терминология была подвергнута в книге обстоятельной чистке, но всему есть разумные пределы. То же касается и латинских названий самих растений.

Наконец, я должен обратиться к специалистам по современным и ископаемым растениям. Они могут найти изъяны в изложении. Хорошо помня упреки, высказанные педантичными археологами Кераму за некоторые неточности в его книге «Боги, гробницы, ученые», я хочу сказать коллегам по науке, что сознательно шел на некоторые упрощения. Но я никогда не пользовался тем, чтобы из намеренно упрощенных соотношений сделать противоречащие науке выводы.

В книге было совершенно невозможно указать все источники, которыми я пользовался. Однако не могу не назвать тех лиц, кто непосредственно способствовал написанию этой книги и, прочитав рукопись, поделился своими критическими замечаниями сразу, не дожидаясь, пока она выйдет в свет. Это мои коллеги и старшие товарищи — И. Н. Крылов, А. А. Лазаренко, А. П. Расницын, А. А. Любичев, Б. М. Келлер, И. А. Добрускина, Н. И. Котовщикова, журналист А. А. Гангнус и моя жена М. А. Мейен. Я искренне благодарен академику В. В. Меннеру, который прочитал книгу и сопроводил ее предисловием, и Е. Д. Заклинской, взявшей на себя труд ответственного редактора. Много замечаний сделала Т. А. Якубовская, знакомившаяся с книгой по просьбе издательства.

## ПЕРВЫЕ ПОСЕЛЕНЦЫ

*«... Произведения природы и искусства нельзя изучать, когда они готовы; их нужно уловить в их возникновении, чтобы сколько-нибудь понять их».*

И. Г Е Т Е

С тех пор как в палеоботанику начали проникать идеи эволюции, наиболее ранние страницы истории растительного мира не оставляют исследователей в покое. Та особенность человеческого мышления, которую называют «стихийной диалектикой», заставляла палеоботаников все пристальнее присматриваться к самым древним «документам», чтобы понять, с чего же все началось. Но древнейшие остатки растений, при всей их научной ценности, до сих пор остаются наиболее загадочными. О них уже много известно, но главный вопрос остается без ответа. Даже примерно нельзя сказать, как и какие растения впервые вышли на сушу, были ли у растительного царства свой Адам и Ева или у него было много основных корней. От вопроса «почему?» сейчас лучше вовсе отказаться. Отвечая на него, мы пока не можем вырваться за пределы логически возможных, но не наблюдавшихся вариантов.

С изучением первых поселенцев суши палеоботаники не спешили. Неказистые на вид обрывки долго не будили воображение, которому без тонкой техники исследования и разгуляться было негде. Чаще случалось так: найдут отпечаток, опишут его под новым латинским названием и снова возвращаются к привычным коллекциям. Эта история знакома археологам. Сколько потребовалось лет, чтобы останкам доисторических людей стали уделять столь же большое внимание, что и памятникам древнего Рима!

Перелом в отношении к первым наземным растениям наступил лишь в начале 20-х годов XX века. Все решил случай. В местечке Райни в Шотландии геолог Макки обнаружил в каменном заборе кусок породы с остатками растений удивительной сохранности. Геологу, хорошо знавшему, какие породы встречаются в районе Райни,

довольно быстро удалось найти место, откуда был родом этот камень. Была собрана большая коллекция, которая попала в руки двух видных английских палеоботаников Р. Кидстона и В. Лэнга. В течение пяти лет (1917—1921 гг.) выходили в свет описания найденных в Райни растений, и о них теперь знает каждый палеоботаник. С этих растений начинаются учебники, справочники и популярные книжки.

Мы тоже не упустим случая рассказать о них, но не из поддержания традиции, а по той простой причине, что шотландские находки до сих пор остаются самыми показательными и безукоризненно изученными.

### Окаменевшее болото в Райни

В первой половине девонского периода (почти 400 млн. лет назад), когда в Приуралье закладывались вместилища для нефтяных полей Второго Баку, в Райни было небольшое болото с многочисленными, но однообразными растениями (рис. 1). Кидстон и Лэнг насчитали здесь три рода (не считая одной водоросли). Два из них, риния (рис. 2) и горнеофитон, имели невысокие, не больше метра, голые стебли с ползучим корневищем, на концах стеблей — мешочки с микроскопическими спорами (спорангии), которые высеивались и давали начало новому поколению голых стеблей. Третий род (астероксилон) имел стебли с мелкими шиловидными листочками. Внутреннее строение всех этих растений оказалось столь же простым, что и внешний вид.

Кидстон и Лэнг своих подопечных поместили в новую группу, которую назвали «псилофиты» — по названию рода *Psilophyton* (по-гречески «псинос» — голый, «фитон» — растение), он тоже вошел в эту группу. Псилофитон был найден в девонских породах Северной Америки и описан Доусоном еще в 1859 г., но только через 60 лет вспомнили об этой, почти не замеченной в свое время находке.

Публикация шотландских материалов стала для палеоботаников и для всех, кто интересуется историей растений, настоящей сенсацией. Казалось, что спала завеса с одной из главных загадок. В теоретических работах замелькали генеалогические деревья растительного царства, в корнях которых неизбежно стояли псилофитон и трио из Райни. Увлечение было столь значительным, что как-то усколь-



Рис. 1. Европейский ландшафт в раннедевонскую эпоху  
(из Ф. Стокманса)

зал от внимания возраст шотландских находок. Ведь они не самые древние. В более ранних отложениях тоже встречаются растения, причем значительно более сложно устроенные («продвинутые»). Все же скептические настроения, сопровождающие каждую сенсацию, постепенно всплыли на поверхность. В 1954 г. бельгийка Сюзанна Леклерк, авторитетный специалист по древнейшим растениям, выступила со статьей, весьма симптоматично озаглавленной: «Являются ли псилофиты исходной или конечной точкой?». На первый взгляд нелепый вопрос. О какой конечной точке может идти речь, когда перед нами примитивные древние стебли с не менее примитивным внутренним строением? Продолжая аналогию с археологией доисторических времен, вопрос Леклерк можно представить примерно так: «Были ли древние каменные неотесанные рубила и молотки начальной или конечной точкой в развитии человеческих инструментов?».

Однако эта аналогия уже неправомерна. Скепсис во взглядах Леклерк и ее единомышленников не был случайным, хотя в первое время его приняли всерьез немногие.

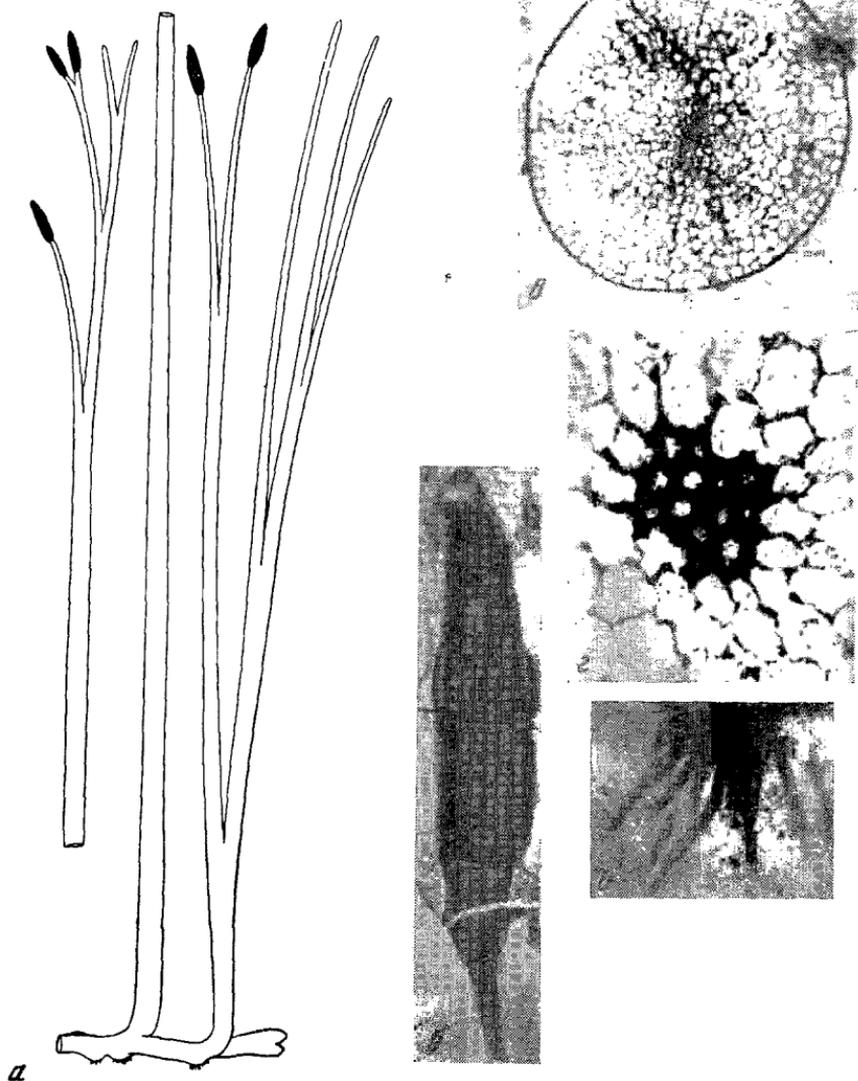


Рис. 2. Риния из девонских отложений Шотландии:

- а — реконструкция внешнего облика, на концах веточек сидят спорангии;  
 б — разрез спорангия, заполненного спорами; в, г — поперечный разрез  
 стебля; д — придатки, выполнявшие роль корней

## Почему сомневалась Сюзанна Леклерк?

Среди палеоботаников (как, может быть, и вообще естествоиспытателей), оставивших существенный след в своей науке, встречаются две разновидности. Одни изучили за свою жизнь множество коллекций из разных уголков земного шара, оставили массу трудов, справочников, учебников, организовывали конгрессы, возглавляли школы. Какими бы растениями ни занимался палеоботаник, мимо работ таких предшественников он не пройдет, настолько широка была сфера их влияния. Вторая разновидность палеоботаников — это те, которые в течение всей жизни работали над сравнительно узкой темой и нарисовали картину с исчерпывающей детальностью. Они не всегда широко известны, но именно они заложили фундамент палеоботаники.

Сюзанна Леклерк относится ко второму типу исследователей. Некоторое время она изучала анатомическое строение растений каменноугольного периода в угольных почках (о них мы будем говорить в особой главе), а затем переключилась на девонские растения Бельгии, которыми и занимается уже добрых три десятка лет. Статьи и монографии Леклерк — незаменимое пособие для всех специалистов по древнейшим растениям. Самые важные открытия она сделала без особо сложной техники. Главными инструментами в ее руках были крепкая стальная игла и маленький молоток.

Остатки ископаемых растений — не всегда плоский, выгравированный на породе рисунок из жилок. Иногда ветка со спорангиями и мелкими сучками постепенно затягивалась илом и сохранила свой первоначальный объем. На сколе породы виден срез в одной плоскости, а что делается внутри образца — неизвестно. Вооружившись иглой, фотокамерой и поистине женским терпением, С. Леклерк миллиметр за миллиметром вскрывала породу, высматривала, куда идет ответвление сучка или сложно ветвящаяся ножка спорангия. Все стадии своих микро-раскопок она тщательно зарисовывала и фотографировала. Постепенно выявлялась объемная модель растения во всех деталях (рис. 3 и 4). Хотя Леклерк изучала ровесников шотландских растений и даже их предшественников, то и дело перед ней вставали значительно более развитые, далеко не примитивные формы. Ею и другими палео-

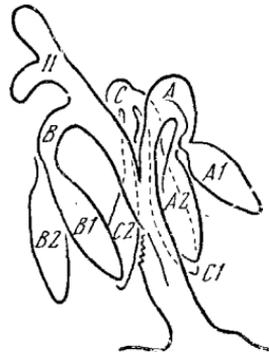
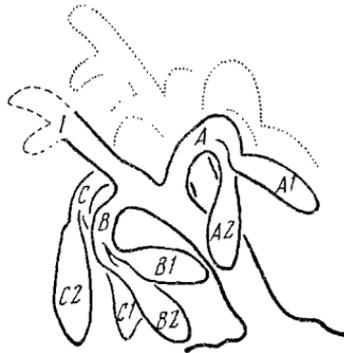
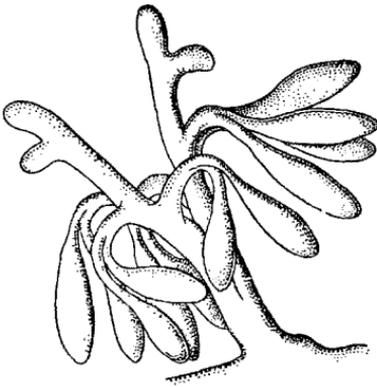


Рис. 3. Такими фотографиями и рисунками С. Леклерк иллюстрировала свои микрораскопки спорангиев прапапоротника (из статьи С. Леклерк и Г. Эндрыуса)

ботаниками были изучены девонские растения из разных мест. Некоторые растения изображены на рис. 3 и 4. Стебли прихотливо ветвятся, спорангии собраны в аккуратные колоски, внутреннюю часть ствола заполняют сложные ткани. Иногда все эти более сложные растения зачисляются палеоботаниками в псилофиты, но это делается скорее из уважения к их возрасту, чем на основе ботанических аргументов. Складывалась весьма своеобразная ситуация. Самые древние растения по своей сложности превосходили шотландские или, в лучшем случае, стояли на одном с ними уровне.

### Какими же были первые поселенцы?

Осторожные исследователи, не склонные быстро отказываться от сложившихся взглядов, смотрят теперь на растения из Райни как на выжившие в течение долгого времени прототипы. Они, дескать, нашли себе подходящее убежище, в котором и спрятались от конкурентов, лучше приспособленных в других местах. Соответственно псилофиты по-прежнему представляются неизбежной стадией, которую растения так или иначе должны были пройти, переселяясь на сушу.

Этой точки зрения придерживаются сейчас многие палеоботаники, может быть даже большинство. Они считают, что растения типа ринии (но не обязательно сама риния из Райни) — исходная точка в развитии всех наземных растений. В ходе эволюции побеги все сильнее ветвились, постепенно выделялся главный ствол, который приобретал более сложную и иную, чем у боковых ветвей, внутреннюю структуру. Боковые ответвления уплощались, срастались и превращались в листья. В различных направлениях перемещались и спорангии. Так мы приходим ко все более сложным потомкам, заселившим теперь континенты. А болото в Райни просто оказалось заповедником для прародителей. Домом для престарелых.

Сторонники другой точки зрения (к ним принадлежит и Леклерк) приводят в пример одно весьма примечательное тропическое растение псилот (*Psilotum*, рис. 5). Это лиана с тонкими ветвящимися побегами, маленькими листочками, внутренняя структура ее немногим сложнее, чем у ринии, но одна деталь нарушает гармонию простоты. Спорангии псилота собраны по трое, срослись стенками и

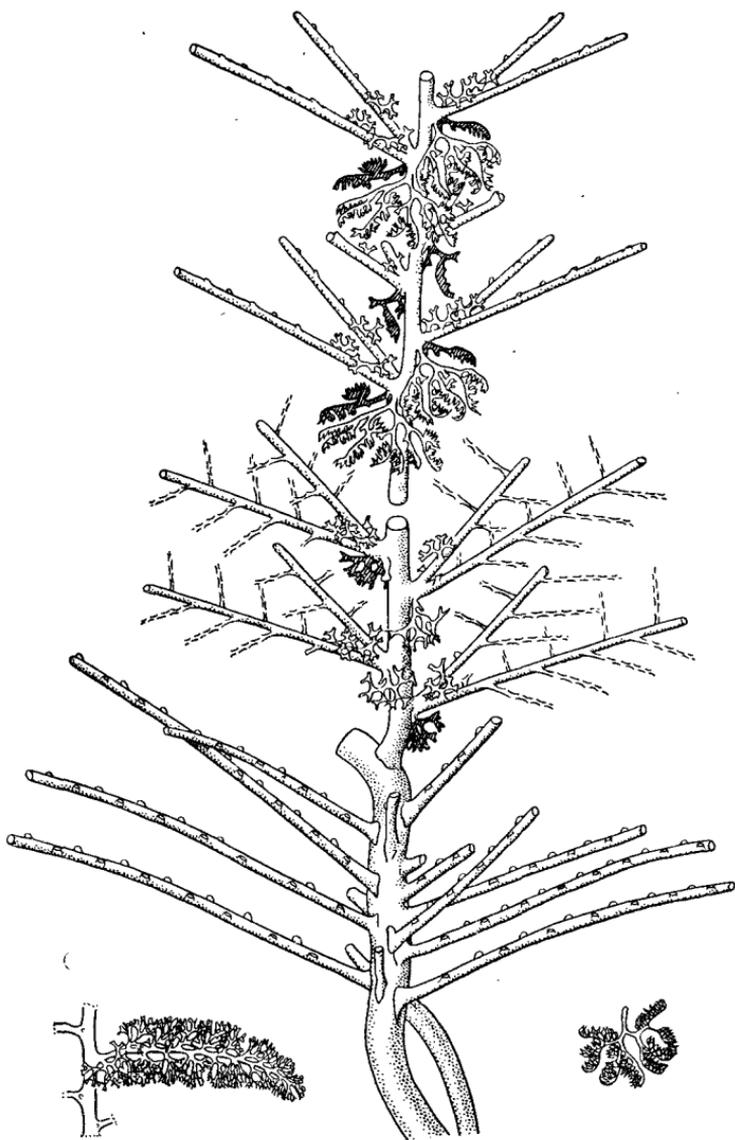


Рис. 4. Девонский прапапоротник (*Rhasorphyton*) с очень сложным ветвлением стеблей (по реконструкции С. Леклерк)

разместились в пазухе двурогого отростка. Сросшиеся спорангии, да еще сидящие в пазухе, — это уже слишком много и сложно для растения, которое выдает себя за родственника псилофитов. По мнению многих ботаников, предки псилоды были значительно более сложными, но прошли длинный путь упрощения.

С такими любителями сбросить знаки отличия и нарядиться во что-нибудь попроще биологу приходится сталкиваться очень часто. Иногда внешняя простота строения — это более высокий уровень организации, за строгими лаконичными формами может скрываться мощный и совершенный механизм. Но иногда нехитрые условия жизни делают ненужными прежние усовершенствования, и организм быстро теряет их. Вот этот второй случай некоторые палеоботаники и видят в ринии — так же, как и в псилоде. Впрочем, такие скептики появились уже давно. Вскоре после выхода в свет последней части труда Кидстона и Лэнга один из самых вдумчивых палеоботаников англичанин Д. Г. Скотт в 1924 г. писал, что простота риний едва ли первична, так как среди водорослей (а наземные растения могли взять начало только от них) есть формы с уже хорошо дифференцированными «листьями». Это тоже серьезный аргумент против ринии как исходной точки. И, наконец, еще одна, пожалуй, наиболее серьезный довод.

Ботаники уже давно подметили три большие, почти не смешивающиеся группы наземных растений, более сложно организованных, чем грибы, лишайники и мхи. В самом первом приближении эти три группы можно определить так: плауновидные, различные хвощи (и их родственники) и все остальные. У плауновидных листочки обычно мелкие (исключения редки), сидят спирально, в стволах мало древесины. У хвощей с родственниками листья также мелкие, но сидят мутовками; древесины в стволах обычно тоже немного, но здесь и сам ствол, и ветки состоят из отдельных члеников, отсюда и название группы «членистостебельные». В третью группу попадают папоротники и все семенные растения. Часто их называют мегафилльными, т. е. крупнолистными, но совершенно условно, так как их листья могут быть и очень мелкими. Не прибегая к современной ботанической терминологии, трудно показать отличия трех названных групп, и поэтому они покажутся непосвященному читателю немного искусственными.

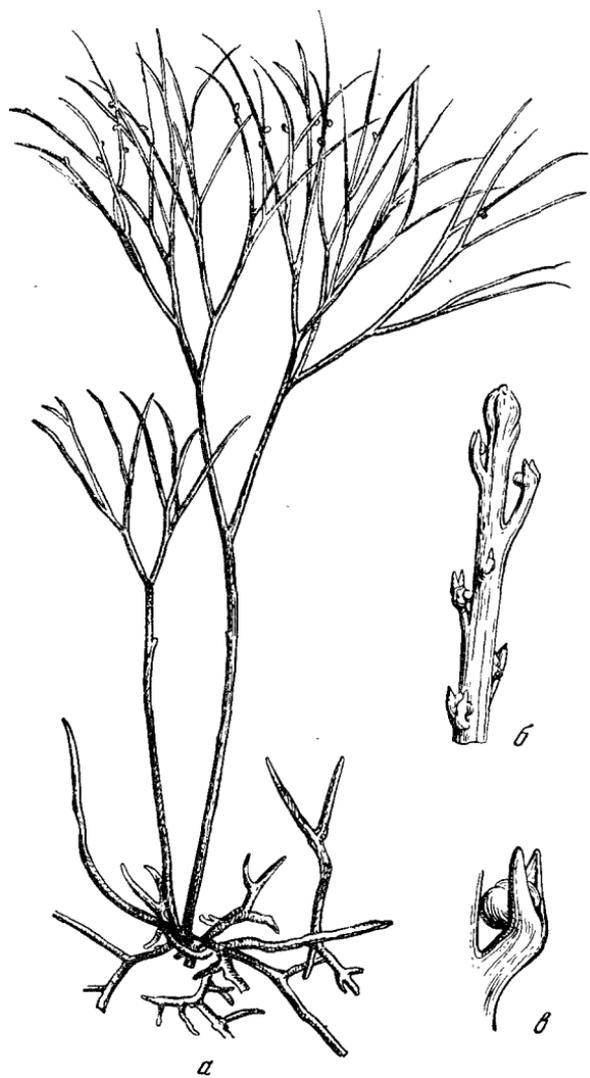


Рис. 5. Современный псилот, внешне очень сходный с псилофитами:  
а — общий вид; б, в — часть побега со спорагиями

Так вот, некоторые палеоботаники склоняются к мысли, что от риниоподобных предков произошла только третья группа растений, а первые две (плауновидные и членистостебельные) появились независимо. На стороне такой точки зрения сейчас собирается все больше и больше фактов. В древности первой группы давно никто не сомневается, она встречается с самых низов девона. Это наверняка. А может быть, она существовала даже в начале палеозоя. Но вот с происхождением членистостебельных пока слишком много неясного. Считали, что их родоначальниками были псилофиты и даже находили два промежуточных рода. Последним придавали большое значение, о них обязательно рассказывали студентам. В последнее время все та же Леклерк вместе с немецким палеоботаником И. Швайцером развенчала один род. Он оказался папоротником. Потом американцы Р. Бонамо и Х. Бэнкс поставили под сомнение и второй род. Связь членистостебельных с псилофитами висит на волоске, а точка зрения на самостоятельность всех трех групп пропорционально укрепляется.

Каков же итог? Предковое положение шотландских растений под сомнением. Всплыли какие-то независимые группы, три «Ивана, не помнящие родства». Сложилось положение, очень характерное для современной палеоботаники, а может быть — и для других областей естествознания. О нем хорошо сказал американец Г. Эндрьюс: «Возможно, наибольший вклад, который сделала палеоботаника, это не заполнение пробелов в наших познаниях об эволюции растительного царства, а показ нам того, как много пробелов существует».

### Еще одна великая загадка природы

Итак, мы не знаем, как произошли наземные растения, не знаем их предков, но, может быть, можно хотя бы предположить, когда растения вышли на сушу? К сожалению, и этот вопрос пока остается без ответа. В породах наземного или прибрежно-морского происхождения остатки растений — не редкость. Спускаясь от самых молодых пород «вниз по разрезу» (так обычно говорят геологи), мы находим целые «кладбища» листьев, семян и стеблей. Если нет таких заметных сразу остатков, то это еще ничего

не значит: сплошь и рядом в породе сохраняется масса микроскопических оболочек ископаемых спор и пыльцы. Их извлекают специальными методами (об этом можно прочесть в популярной брошюре С. А. Сафаровой «С микроскопом в глубь тысячелетий», 1964, издательство «Наука»). Так продолжается до девонских отложений. Известные нам девонские растения обильны и разнообразны. То, что они непонятны, — другой вопрос. Но вот мы вступаем в отложения самого начала девона — и сразу начинается мертвое царство. Здесь и в лежащих ниже силурийских толщах остатки растений редки, невзрачны и большей частью непривычны даже для знатоков девона. Споры еще встречаются, а потом и они исчезают. В ордовикских и более древних осадках, обработанных кислотами и щелочами, удастся найти какие-то микроскопические оболочки, но о них пока больше дискуссий, чем достоверных данных, которые можно как-то истолковать. Сначала их приняли за своеобразные споры наземных растений, и воображение начало рисовать зеленую сушу чуть ли не в докембрийские времена. На изображениях этих оболочек показывали и характерную трехлучевую щель, через которую споры прорастают. Потом возникли сомнения в правильности изображений, трехлучевые щели стали с них исчезать. Сейчас большинство палеоботаников считает, что все эти наиболее древние оболочки (может быть, за редким исключением) принадлежат водорослям. Такие невразумительные «документы», пока не поддающиеся детальному изучению, мы встречаем в ордовикских, кембрийских и более древних отложениях. Ситуация складывается совершенно непонятная. Откуда же берется все разнообразие девонской флоры? Добро бы только разнообразие! Девонские растения имеют уже сложную внутреннюю структуру, которая за всю последующую историю растительного мира менялась лишь по линии второстепенных реорганизаций. В последевонское время больше всего менялся общий облик растений и органы их размножения. Но и здесь девонские растения достигли уже очень многого.

В последние годы палеоботаники упорно ищут новые «документы» додевонской истории растений, но успехи пока ничтожны. В то же время в девоне обнаруживаются все более и более высокоорганизованные группы. Так к загадке: «От кого произошли первые наземные растения?» добавляется новая, не менее сложная загадка, в пол-

ной мере выявившаяся лишь недавно: «Почему растения появляются в девонских отложениях внезапно и сразу высоко развитыми?».

Сенсационными могут быть неожиданные ответы на тайны природы. Но вновь возникающий вопрос порой бывает еще более сенсационным, по крайней мере для специалиста. Палеоботаника столкнулась, таким образом, с проблемой, которая стоит других великих загадок природы. Будет ли дан ответ на нее? Едва ли это случится скоро. Приходится уповать или на неожиданные находки, или на длительный анализ всех обстоятельств того непонятного пока переломного момента. Все придется учитывать тому, кто возьмется за решение этого вопроса: и особенности накопления осадков того времени, и сообщения специалистов по ископаемым спорам, и многое-многое другое.

## КОНСЕРВАМ 300 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ

«Глядя на мир, нельзя не удивляться».

КОЗЬМА ПРУТКОВ

Эту главу хотелось бы начать так: «Зайдем в обычную палеоботаническую лабораторию. Сразу и не скажешь, что здесь изучают ископаемые растения. Химические столы, микроскопы, непонятные приборы, белые халаты сотрудников. . .» К сожалению, обстановка в палеоботанических лабораториях несколько более прозаическая. Комната заставлена шкафами с коллекциями и книгами, на столах — лотки и коробки с камнями, вороха фотографий и бумаг, по углам — посылочные ящики с образцами, присланными геологами из самых разных мест, — из угла тянет неприятным запахом (там осваивается какой-то новый метод обработки отпечатков растений). Наука об ископаемых растениях всегда была бедной родственницей, живущей в неуютном углу. Но всегда находились энтузиасты, благодаря которым мы уже знаем о растительном мире прошлого очень много.

Отпечатки растений, попадающие на страницы научных и популярных изданий, — это немногие счастливицы из сотен тысяч своих собратьев. Большая часть материала, проходящего через руки палеоботаника, — куда более невзрачные остатки. Про археологию иногда говорят, что она изучает, главным образом, мусорные кучи прошлых цивилизаций, что это — «наука о битых горшках». Палеоботанику тоже редко достаются «золотые браслеты и жемчужные ожерелья». Не простое дело — увидеть дерево за обрывками листьев и кусками стволов. Здесь мало терпения и ботанических знаний (без них, разумеется, лучше не приниматься за работу). Нужны еще и современные технические методы. О последних и пойдет речь в этой главе. Не надо думать, что все методы, о которых будет рассказано, — непрменный спутник любого исследования. Как следователь не обязательно пользуется всем арсеналом криминалистики, так и палеоботанику не всегда нужно применять в повседневной практике все достижения своей науки.

## Когда шахтер ругается, а палеоботаник радуется

Угольный пласт иногда устраивает горнякам сюрпризы. В самой толще угля откуда ни возьмишь тяжелые черные булыжники простого с виду камня (рис. 6). Жечь их нельзя, пользы никакой, а мороки много. Иногда они встречаются в таком количестве, что для самого угля почти не остается места. Размер булыжников от совсем мелких до очень крупных. Известны случаи, когда на несколько метров угольный пласт целиком замещается одним крупным стяжением крепкого камня весом в несколько сот тонн. Шахтеры ругаются, но для палеоботаников такие камни — сущий клад. Англичане называют их «угольные шары», немцы — «торф-доломиты», в русской литературе больше прижилось название «угольные почки». Шахтеры Кузбасса называют их «колчеганами». Форма угольных почек самая разнообразная. Это могут быть и аккуратные шары, и плоские лепешки с выростами в разные стороны. Собирая коллекцию угольных почек, палеоботаник не знает, что ему досталось. Все режут первые распилы. Камень может оказаться пустым, но чаще открывается удивительное зрелище.

Угольные почки — уникальные кладбища растений, настоящий «окаменелый винегрет» (рис. 7). Еще до того, как скопища растительных остатков превратились в угольный пласт, растворы солей законсервировали стебли, листья, шишки и семена растений со всей их клеточной структурой. А затем время для них как будто остановилось.

Первые палеоботаники, взявшиеся за изучение угольных почек, готовили из них прозрачные срезы — шлифы. Так поступают петрографы, когда хотят изучить строение и минеральный состав породы. Камень раскалывают или распиливают. Получившуюся плоскость выравнивают на шлифовальном круге и наклеивают специальной смолой на стекло. Потом камень шлифуют с обратной стороны до тех пор, пока от него на стекле не останется лишь тонкий прозрачный слой. Толщина шлифа — несколько сотых миллиметра. Из угольных почек палеоботаники сначала вырезали серии параллельных пластинок, и из каждой делали шлиф. Так можно было проследить строение захороненного ствола, листа или шишки в нескольких местах.

Рис. 6. Внешний вид небольшой угольной почки



Рис. 7. «Окаменелый виноград» внутри угольной почки. Фотография со среза



Угольные почки открыли палеоботаникам целый мир, совершенно новый для них. Вместо отпечатков и стиснутых давлением горных пород почерневших «мумий» — тщательно приготовленные «консервы». Ископаемые растения угольных почек выглядят в срезах почти как живые. Не надо объяснять, как ухватились за такую возможность палеоботаники. Некоторые посвятили изучению угольных почек всю жизнь.

### А можно ли без шлифов?

Преимущества угольных почек перед другими кладбищами ископаемых растений очевидны. Но есть в них и свои недостатки. В почке, если ее расколоть, сначала ничего не видно. Матовая темно-бурая, почти черная, землистая масса, лишь кое-где намечаются слабые контуры. Надо делать шлиф. Но хорошо шлифовать небольшой кусок размером с пятак или спичечную коробку. А попробуйте сделать шлиф из увесистого камня величиной с голову! Надо вышпилить тонкую пластинку, сделать ее идеально ровной, чтобы она равномерно прилегала к стеклу. Еще труднее шлифовать большую наклеенную на стекло пластинку до равномерного прозрачного слоя. Специалистов-шлифовальщиков, которым под силу такая ювелирная работа, считанные единицы. Чтобы разобраться в строении растения, одного среза недостаточно, нужна серия последовательных сечений в разных направлениях. Но и это не все. Мало изучить растение, надо изучить биологический вид, а значит — нужно искать и резать несколько экземпляров. А уж как обидно тратить уйму времени на один образец, имея несколько ящиков камней, каждый из которых — кот в мешке и может быть скрывает нечто, гораздо более интересное. Надо было найти какой-то способ обойтись без сложных и дорогих шлифов.

Такой способ изобрел шотландец Джон Уолтон. Мысль его работала примерно в таком направлении. Растения в угольной почке пропитаны и скреплены известковым цементом, который легко растворяется кислотой. Если пришлифованную поверхность полить соляной кислотой, составленные органикой стенки клеток проступят наружу. Их кислота не повредит. Теперь высунувшиеся из породы контуры надо, не нарушив, срезать. Никаким ножом это сделать нельзя. Клетки тканей хоть и хорошо сохранились,

но без поддержки скреплявшего их цемента при первом прикосновении рассыпаются в труху (ведь им почти 300 млн. лет). Уолтон попробовал заливать протравленную поверхность специальным раствором, сходным с лаком для ногтей. После его высыхания на шлифовке остается тонкая и прозрачная пленка, в которую впаяны все вылезшие при травлении стенки клеток. Пленка эластична, прочна, прозрачна и легко снимается с породы.

Потом догадались делать еще проще: протравленную поверхность заливали растворителем и, не давая ему высохнуть, накатывали сверху тонкий лист пленки. Ее нижний слой сразу растворялся и схватывал стенки клеток. Такие пленки получались очень ровными, и делать их ничего не стоит. Новый метод изучения угольных почек (он применим и для других типов пород с минерализованными остатками) дал поразительный эффект. Одновременно ставятся на обработку несколько образцов. Одни травятся, другие сохнут после травления, третьи уже накрыты пленками. С таких конвейеров стали сходить тысячи оттисков. Если раньше палеоботаник не мог сделать несколько срезов на расстоянии, скажем миллиметра друг от друга, то теперь появилась возможность делать срезы с любым интервалом. Из миллиметра угольной почки можно приготовить десятки оттисков. Так иногда и делают. Попробуйте иначе изучить в деталях строение кучки спорангиев, каждый из которых размером 1—2 мм, ножки еще тоньше, да к тому же затейливо ветвятся.

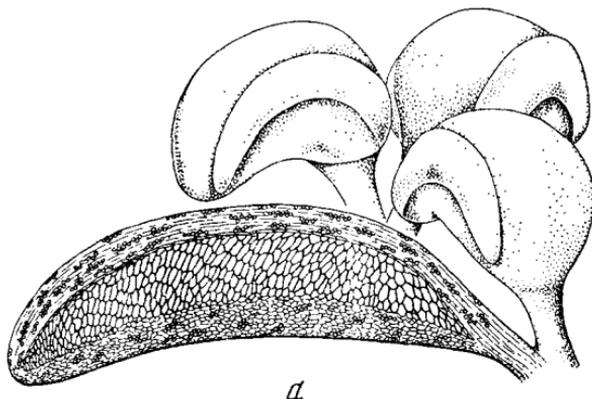
### Палеоботаник-конструктор

В одном из номеров чешского журнала «Фотография» была помещена фотозагадка. На ней изображен увеличенный срез кочана капусты. Получилось не сразу понятное чередование белых и темных полосок. Загадку, наверное, быстрее всего отгадали домашние хозяйки, которым вид кочана в разрезе не в диковинку. Не трудно узнать в разрезе арбуз или яблоко. Но когда перед глазами срез неизвестного растения, понять сразу, что к чему, не просто. Инженер или грамотный рабочий может легко нарисовать по трем сечениям детали ее общий вид. А попробуйте разобраться в сложной машине неизвестной конструкции, если вам предложат несколько сотен срезов. Сделать это,

конечно, можно, но сколько трудов надо положить, чтобы проследить от одного среза к другому, что с чем соединяется, и какова форма и структура каждой детали. Именно такова работа палеоботаников, изучающих содержимое угольных почек (рис. 8).

Для реконструкции по срезам сложно ветвящихся стеблей иногда применяется интересный метод. Увеличенные контуры последовательных срезов наносятся на листы прозрачного пластика или воска, которые затем накладываются друг на друга и склеиваются. В прозрачной стопке хорошо видны проходящие внутри контуры, можно вырезать увеличенную модель растения. Примерно таким способом удалось разобраться в строении древнего папоротника ставроптерис из нижнекаменноугольных отложений Шотландии. Остатки ставроптериса были, правда, найдены не в угольных почках, а в известковистом песчанике.

В угольных почках палеоботаники надеялись найти ответы на многие вопросы. Действительно, им удалось получить огромную информацию о растениях каменно-



угольных лесов. Но часто случалось так, что получаемые ответы напоминали новые, еще более сложные вопросы. Вот характерный пример.

Разрезая угольные почки, найденные в одном из месторождений штата Иллинойс, американец Серджиус Мэмэй обнаружил большое, величиной с папиросную коробку, скопление спорангиев древнего папоротника. Отдельный спорангий имеет миллиметр в диаметре, четыре миллиметра в длину и выглядит, как крохотный банан (рис. 8, а). Стенка спорангия состоит из нескольких слоев клеток, что

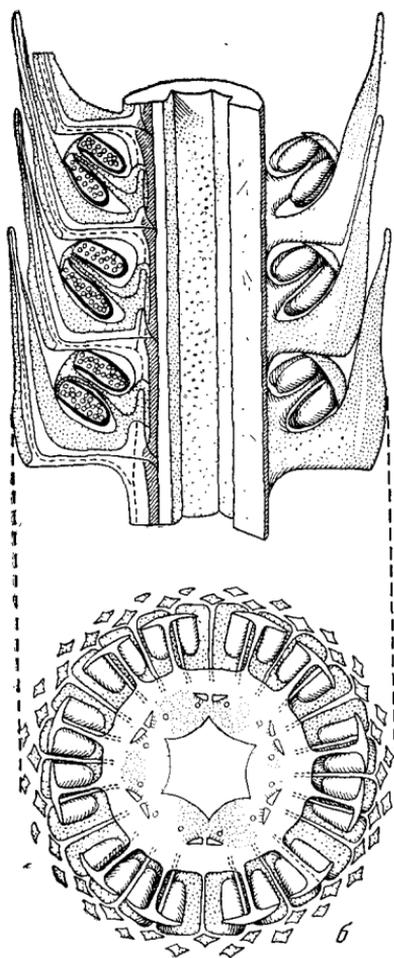


Рис. 8 Реконструкции растений из угольных почек, выполненные по многочисленным срезам:

а — спорангии прапапоротника бискалитека (реконструкция С. Мэмэя); б — часть шишки каламита (реконструкция Р. Экстера)

редко встречается у современных папоротников, а в каменноугольное время не было в диковинку. Но у иллинойского папоротника (он получил название бискалитека) интересно было другое. Обычно спорангии имеют стенку, состоящую из одинаковых клеток. Лишь небольшая группа клеток утолщена. Это приспособление для вскрытия созревшего спорангия. У бискалитеки утолщенные клетки расположены двумя широкими полосами, а в остальной части стенки тонкие клетки перемежаются с группами мелких утолщенных клеток. Словом, очень сложная структура. Пожалуй, во всем растительном царстве нет спорангиев с такой хитроумной стенкой. Но даже и не это самое удивительное.

Обычно у папоротников споры в спорангиях созревают, высеиваются и, если повезет с хорошей почвой, прорастают. Получаются крошечные растеньица (заростки), на которых развиваются мужские и женские половые органы. Из оплодотворенной яйцеклетки вырастает новый папоротник. У бискалитеки, видимо, все было не так. В окаменевших спорангиях Мэмэй нашел уже проросшие споры, причем в некоторых случаях дело дошло до заростка из

10 клеток. Что было с этими заростками потом, как выростал новый папоротник, мы не знаем. В куске угольной почки застыла лишь одна стадия сложного жизненного цикла, а палеоботаники получили задачу, которая, если разобраться, стоит побольше, чем пресловутая проблема «снежного человека».

### Растения-симулянты

В биологии есть такое понятие — симулирующие формы. Это не первый случай, когда обиходное и научное значения слова не совпадают. «Симулирующий» в биологии не значит «изображающий недуг». Симулирующие формы — просто внешне сходные животные или растения, в действительности не являющиеся родственниками. Для такого сходства введено много других названий: гомоплазия, конвергенция, параллелизм, гомеоморфия, мимикрия и т. д. Но это уже терминологические дебри, в которые лучше пока не забираться.

Наверное, многие начинающие грибники с досадой отшвыривали в сторону валуи, который издали выглядит, как белый гриб. Если такой гриб не попал в кастрюлю, этим исчерпывается конфликт с симулирующей формой. Достаточно заглянуть под шляпку гриба, и симуляция разоблачена. Но палеоботанику не всегда так просто заглянуть под шляпку. Растение почти никогда не попадает ему в руки целиком. Обычно это или только стебли, или только листья, семена, шишки, корни и т. д., а они могут быть очень похожи у самых разных растений (вспомним про крапиву глухую и крапиву жгучую, которые принадлежат разным семействам). Но иногда бывает наоборот: с первого взгляда ни за что не признаешь близких родственников. Житель средней полосы в листе на рис. 9, б не узнает дуба, между тем это — дуб, и в подтверждение рядом изображены его желуди. Для специалиста по современным растениям такие аномалии не проблема. Он видит растение целиком, «с желудями». Палеоботаник, изучающий отпечатки, среди которых могут попасться такие дубы, тоже разглядит подвох, если он знает современные растения. Но, как только он начинает спускаться в глубь геологических эпох, одним знанием современных растений ему не обойтись. Палео-

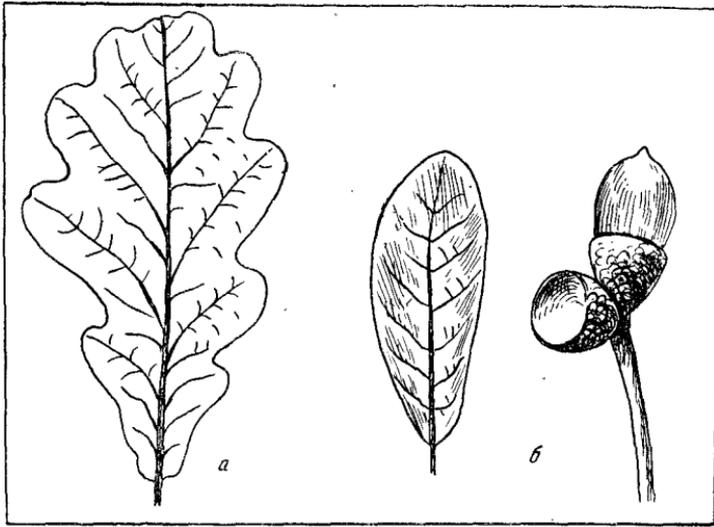


Рис. 9. Пример различной формы листьев, принадлежащих одному роду:

*a* — лист дуба черешчатого; *б* — лист и желуди одного из американских дубов

ботаник должен на самих ископаемых листьях искать какие-то важные метки, отличающие или, наоборот, объединяющие растения в естественные систематические категории.

Здесь не случайно вставлено слово «важные». Сходство и различие — понятия растяжимые. Все листья чем-то сходны, и в то же время нет двух одинаковых. Говоря здесь о различиях листьев, мы имеем в виду принадлежность их к разным систематическим категориям. Два листа одного вида имеют внутривидовые различия, два листа разных видов — видовые различия. Далее идут различия родовые, семейственные (от систематической группы «семейство») и так до типа. Все эти категории — вид, род, семейство и т. д. — устанавливаются в ботанике по растению в целом, учитывается все, но основное внимание — органам размножения. Они меньше всего подвержены случайным изменениям и поэтому надежнее всего для систематики. Вот здесь-то и начинаются главные беды палео-

ботаника, к которому растения приходят в «разобранном виде», с поломанными и вовсе утраченными частями. Как оценить наблюдаемые отличия и сходства, чему отдать предпочтение?

### Химию и микроскоп в помощники

Раз внешность обманчива, раз два сходных листа могут принадлежать разным видам, родам, семействам, порядкам и даже классам; и, наоборот, раз два листа, имеющих мало общего, могут принадлежать одному виду, роду и т. д., значит оставим пока внешность в стороне и заглянем вглубь, в детали, в микроструктуру. Наверное, примерно так рассуждал более ста лет назад немецкий палеоботаник Йоганн Борнеманн, вводя в свою науку новый метод, который позже был назван «эпидермальным», «кутикулярным» или «эпидермально-кутикулярным».

Еще в первой половине прошлого века ботаникам было известно, что поверхностная кожица (обычно ее называют эпидермой) листьев разных растений неодинакова (рис. 10). Волоски, бугорки, форма и размеры клеток, тонкая структура стенок, разделяющих клетки, — вот несколько взятых наудачу признаков, которые отличают эпидерму разных растений. Но главное характерное свойство эпидермы — устьица (рис. 11). За исключением грибов, лишайников, водорослей и мхов устьица есть у всех растений, и разнообразие их неисчерпаемо. Через отверстия устьиц происходит газообмен и испарение лишней воды. Само устьице — не просто дырочка, а миниатюрное реле, чутко отзывающееся на влажность воздуха и содержание воды в теле растения. Стало слишком сухо — все устьица закрыты, лишь дежурные позволяют растению дышать, но вот прошел дождь, и клетки, замыкающие отверстия, расходятся.

У большинства наземных растений эпидерма сверху покрыта тонкой пленкой высокополимерного органического вещества кутина, не дающей газообмену идти, где попало, помимо устьиц. Эта пленка — кутикула — акkuratно повторяет очертания всех клеток эпидермы, волосков, устьиц и еще сама иногда украшена тонким орнаментом или снабжена порами. Конечно, хорошо, когда можно изучить и клетки эпидермы, и кутикулу, но на ископаемых листьях редко удается видеть и то, и другое.

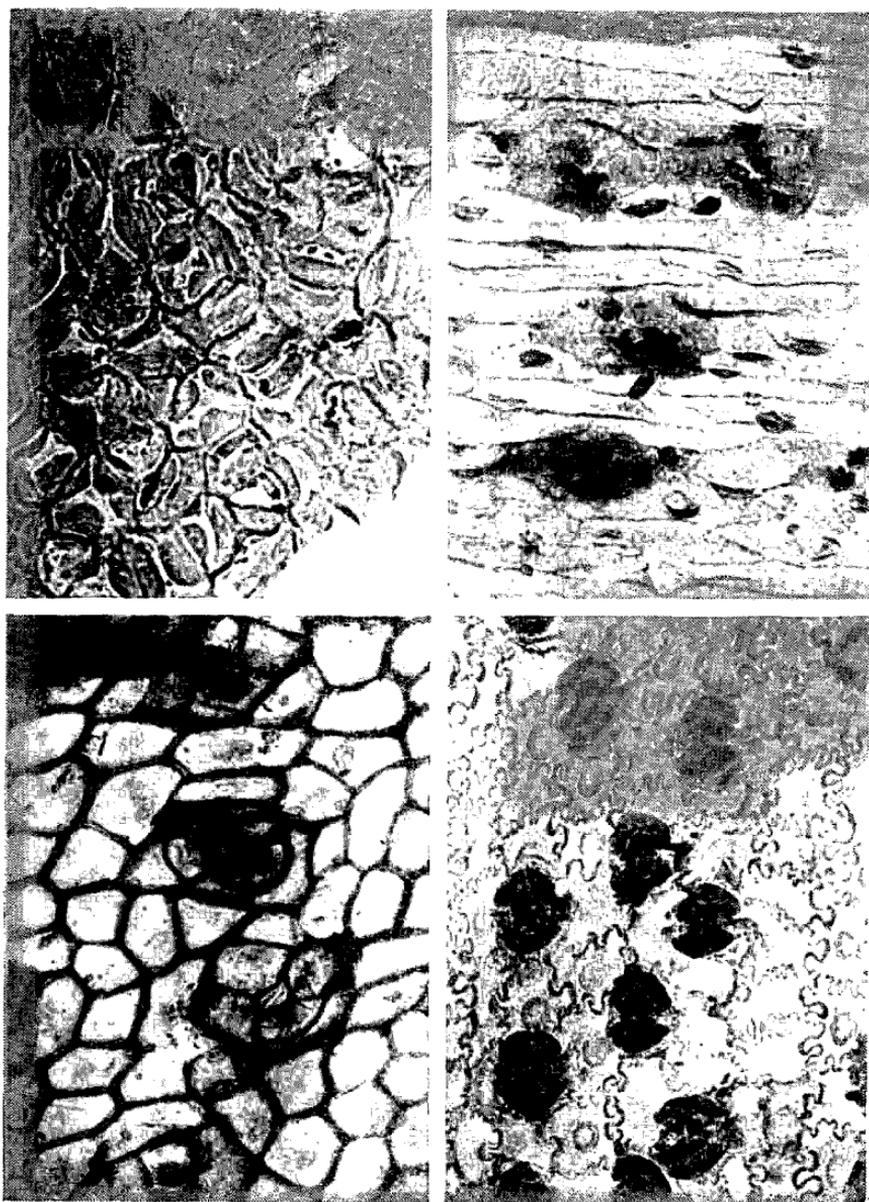


Рис. 10. Кутикула (эпидерма) различных ископаемых растений при увеличении в 200 раз

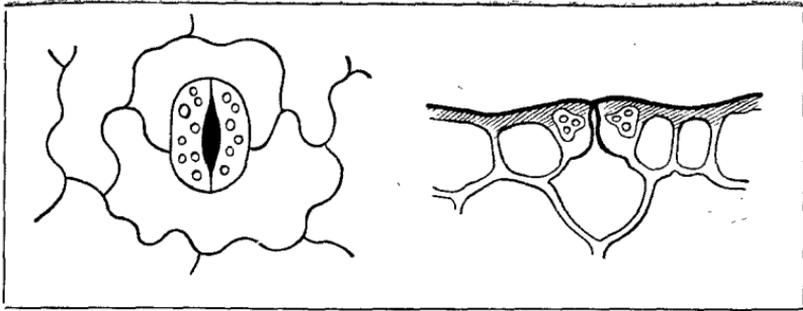


Рис. 11. Строение устьица в плане и поперечном разрезе

К счастью, кутикула — достаточно хороший копеечник, на ней видно почти все, что нужно. Надо только ее снять с ископаемого листа. И здесь, наконец, природа пошла навстречу исследователю — редкий случай, которым палеоботаники и воспользовались.

К сожалению, в своих статьях, имеющих форму сухого отчета, ученые редко пишут, как они пришли к открытию. По этой причине теперь трудно восстановить, как возникла мысль отделять кутикулу от ископаемых листьев. Возможно, было так. Первой это сделала сама природа. Составляющий кутикулу кутин — очень стойкое вещество. Ему не страшны почти все известные кислоты и щелочи, время также практически на него не действует. Основной враг кутина — высокая температура. Может оказаться губительным и длительное выветривание. Но, прежде чем добраться до кутина, выветривание обычно разрушает обуглившуюся внутреннюю часть листа. Как все это происходит в природе, мы достоверно не знаем, но только в горных породах попадаются листья или их обрывки, от которых осталась лишь кутиновая оболочка. Иногда в таком плоском мешке (кутикула покрывает лист с обеих сторон) остаются жилки. Вот такие-то обработанные природой остатки и попали в руки И. Борнеманна. Он рассмотрел пленочки под микроскопом, обнаружил устьица, клетки с бугорками, тщательно все описал и сопровождал работу отличными цветными рисунками. Борнеманн понял, что все подмеченные им детали можно использовать при определении ископаемых листьев, но прежде испытал на тот же предмет современные растения. Рисунки микроструктуры некоторых из них он также включил в свою монографию.

Первый опыт получился удачным. Теперь надо было проделать с другими листьями то же, что природа сделала с экземплярами Борнеманна. Здесь и пришла на помощь химия. Нужно было растворить обугленную часть листа и не повредить при этом кутикулу. К тому времени, т. е. ко второй половине прошлого века химики уже научились растворять уголь. Его подвергали глубокому окислению, а затем образовавшиеся соединения с помощью щелочи переводили в раствор. Давайте теперь мысленно проследим путь ископаемого листа от куска камня до столика микроскопа.

### Фитолейма в тигле

Итак, на столе лежит образец, а на нем почерневший, обуглившийся, спрессованный остаток листа. Все то, что остается от листа, наш известный палеоботаник А. Н. Криштофович назвал «фитолеймой». По-гречески «фитон» — растение, а «лейма» — остаток. Обрабатывать всю фитолейму кислотами и щелочами нет нужды. Достаточно взять кусочки ее из разных мест. Иногда для этого хватает иглы и пинцета, иногда приходится обрабатывать фитолейму кислотой. Черный или темно-бурый ломтик ложится на дно тигля вместе с кристалликами бертолетовой соли и несколькими каплями азотной кислоты. Такая окислительная среда называется «смесь Шульце», палеоботаники применяют ее уже без малого сто лет. В смеси Шульце фитолейма пролежит от получаса до нескольких дней. Все зависит от того, насколько изменилась она с того времени, как была погребена в осадке. Наконец, она стала рыжеть и просвечивать. После ванны в дистиллированной воде фитолейма заливается нашатырным спиртом (или другой щелочью) и начинает шевелиться. Это растворяется уголь, зажатый между кутикулами обеих сторон листа. Под микроскопом видно, как бурые клубы выползают из щели и двигают фитолейму.

Проходит немного времени, и вот в потемневшем растворе поплыли прозрачные пленки. Это и есть лоскутки долгожданной кутикулы. Пипеткой или иглой их надо перенести на предметное стекло, расправить, капнуть сверху горячим раствором желатины в глицерине и накрыть покровным стеклом. Можно смотреть в микроскоп.

Все идет так гладко, конечно, лишь на бумаге. Обычно же приходится проявлять бóльшую или меньшую долю терпения. То фитолейма не желает покидать камень, то она оказывается грязной, и ее приходится травить плавиковой кислотой, то кусочки кутикулы получают такими крохотными, что их еле заставишь переселиться на предметное стекло. Но если все идет идеально, в день можно успеть сделать два-три десятка препаратов.

### Теперь за микроскоп

Трудно сказать, с чем чаще встречается палеоботаник, когда он, наконец, садится за микроскоп, — с новыми вопросами или с долгожданными ответами. Прежде, чем дать ответы, эпидермальный метод требует очень многого. Нужно разобраться в сложном орнаменте клеток, устьиц и бугорков на кутикуле, что не всегда просто. Надо проследить, как меняется клеточное строение от середины листа к краю и от основания к верхушке. Особенно трудно разобраться в структуре устьиц (бывали случаи, когда исследователи принимали за устьица клетки, сидевшие в основании опавших волосков). Затем предстоит перебрать литературу по изучаемой группе растений, посмотреть, какие препараты получились у предшественников. Литература по структуре эпидермы ископаемых растений уже достаточно велика (сотни названий), но не всегда хороши иллюстрации и полны описания. Сидит палеоботаник, смотрит на препарат, на картинку в книге, читает описание и мучается: правильно ли он понял характерные признаки вида или рода? А если что-то не сходится, то в чем дело? Может быть, ошибка? Тогда у кого? Может быть, сам ошибся, может быть предшественник, а может быть просто дело в том, что попались разные растения. Впрочем, это уже трудности, свойственные любой работе по систематике живых существ, и эпидермальный метод здесь не отличается от любого другого.

Но мы отвлеклись от наших растений-симулянтов, с которых начался разговор о кутикуле. Вернемся и познакомимся с ними. В мезозойских отложениях часто встречаются листья, немного похожие на фикус. Толстая жилка пробегает от основания к верхушке, от нее к краям

почти под прямым углом бегут тонкие боковые жилки, которые изредка ветвятся. Структура нехитрая, листьев таких встречается много, относили их к роду тениоптерис (дословный перевод «лентовидный папоротник»), а виды выделяли по внешнему облику. На первых порах такие листья нетрудно систематизировать: длинные листья в одну сторону, короткие — в другую, жилки густые — один вид, пореже жилки — другой, и т. д. Но шло время и грани между видами становились нерезкими, красоты и четкости в такой систематике не было, естественно, никакой.

В начале нашего столетия шведский палеоботаник А. Г. Натгорст, один из патриархов эпидермального метода, получил препараты кутикулы с листьев тениоптерис. Затем работу продолжили англичане Г. Томас, Н. Бэнкрофт и Т. Гаррис. Результаты получились, по меньшей мере, неожиданными. Под однообразными, почти стереотипными листьями скрывались две совершенно разные группы растений. Одна группа — цикадовые — живет до сих пор в тропиках, иногда их называют саговыми пальмами. Другая группа вымерла вместе с динозаврами. В честь американского публициста, организатора научных экспедиций Д. Г. Беннетта ее назвали «беннеттиты». Это сложная и во многом загадочная группа растений, у которых органы размножения отдаленно напоминали цветы магнолии. В свое время предполагали, что беннеттиты — прямые предки цветковых растений, но сейчас от этого мнения отказались. Когда сопоставили находки листьев и органов размножения у разных цикадовых и беннеттитов, то выяснилось, что у вторых устьица устроены значительно сложнее, чем у первых, стенки между соседними клетками у беннеттитов извилистые, а у цикадовых прямые. Чтобы распознать по листьям две такие большие группы растений, теперь не обязательно дожидаться, пока попадутся и листья, и «цветы» на одной ветке. Достаточно сделать препарат кутикулы.

### Хвойные — тоже симулянты

Пожалуй, наиболее интересные и важные открытия с эпидермальным методом в руках были сделаны, когда палеоботаники взялись изучать хвойные. Больше всех

потрудились над ними шведский палеоботаник Рудольф Флорин. В начале своей деятельности Флорин занимался мхами, ископаемыми цветковыми, а потом по совету своего наставника Натгорста (о нем мы только что говорили) занялся хвойными. Выбор был не случайным.

Остатки хвойных впервые появляются в каменноугольных отложениях и дальше (вверх по разрезу) встречаются в большом количестве в отложениях всех геологических периодов. Листья у хвойных маленькие (в обиходе их называют иглами) и крепко держатся на веточках. Имея дело с другими группами растений, палеоботаник редко может наслаждаться таким совпадением, чтобы листья были и целыми, и сидели в большом количестве на ветках, а не разбросаны в породе поодиночке. Это, однако, единственное достоинство остатков хвойных. В остальном систематизировать их по внешнему виду — сущее наказание. Дело это не только трудное, но и ненадежное. Насколько обманчива может быть внешность хвойных, видно из рис. 12, на котором изображены сходные листья разных родов (хороший пример симуляции) и очень разные листья одного рода.

Флорин стал изучать ископаемые хвойные, приготавливая препараты кутикулы, и опубликовал несколько статей, но потом понял, что все же надо проверить, насколько показательна та или иная особенность в строении их эпидермы, т. е. на что можно положиться и чем можно пренебречь. Сделать это можно было только на современных хвойных, и Флорин предпринял гигантскую работу. Он объездил многие ботанические сады, путешествовал по разным странам и всюду собирал гербарии. У каждого вида он старался взять и первые листочки, появляющиеся вскоре после прорастания семени, и старые листья. Он обрывал иглы с деревьев, растущих на болоте и на сухом месте. Флорин решил учесть все возможные причины, от которых могло зависеть изменение микроструктуры листа. На эту работу ушло лет десять, и в 1931 г. вышла в свет толстая монография, настоящая энциклопедия, в которой были обобщены результаты огромного, единственного в своем роде труда.

К 30-м годам строение кутикулы ископаемых и современных растений изучали многие специалисты, которые хорошо понимали надежность эпидермального метода. Но до работы Флорина никто не думал, что микроструктура

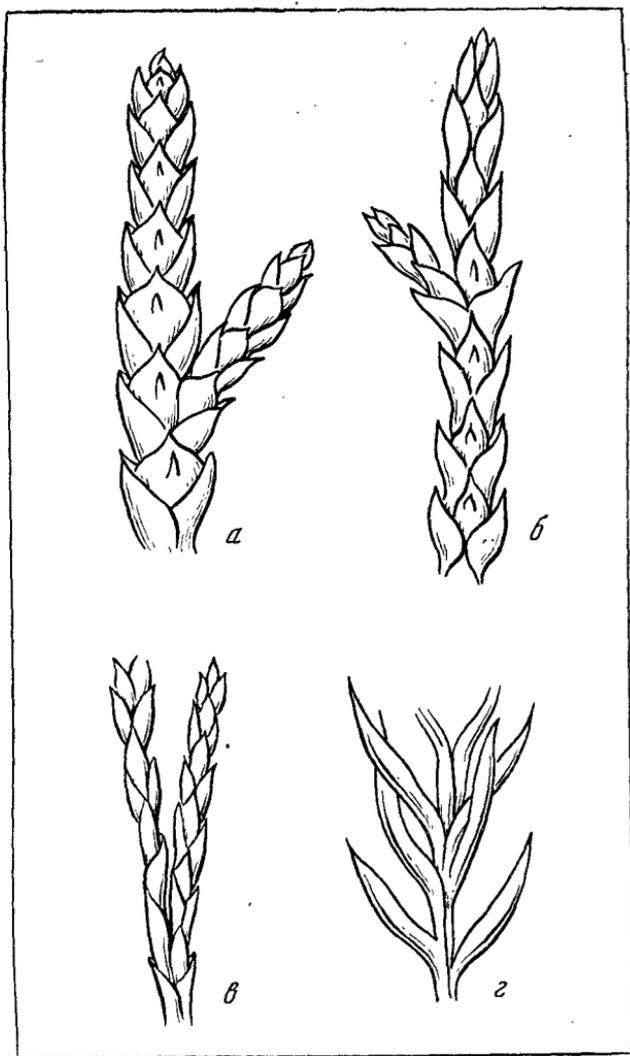


Рис. 12. Примеры симуляции хвойных:

два верхних побега принадлежат разным родам, а два нижних побега — одному роду (а — туя складчатая; б — кипарис нутканский; в — можжевельник китайский; г — можжевельник даурский)

листа порой может поспорить по своему значению для систематики с такими проверенными, надежными признаками, как строение цветка, шишки и т. д. С точки зрения общебиологических соображений этот факт остается необъясненным до сих пор. В каждом растении и животном есть органы, которые тщательнее всего охраняются естественным отбором даже от незначительных изменений. Таково, например, жилкование крыла много и быстро летающих насекомых. Здесь каждая жилка занимает строго определенное место. Малейшее смещение нарушит аэродинамику крыла, даст преимущества конкуренту. У растений тоже не случайно наибольшим постоянством обладают органы размножения. Здесь важен и темп развития (иначе семена могут взреть слишком поздно или рано), и постоянство структуры, обеспечивающей максимальный эффект при воспроизведении потомства. Другое дело листья. Их общее очертание и жилкование тоже имеют свое значение (обычно для нас неясное), но все же небольшие произвольные отклонения не так страшны, и мы их наблюдаем довольно часто. Такие же отклонения наблюдали и в микроструктуре. В более засушливых условиях растет количество устьиц, а размер клеток эпидермы уменьшается.

Рассуждения на этот счет казались вполне логичными. Из всех органов лист больше всего соприкасается с внешней средой. Ее постоянные перемены очевидны («то дождь, то снег»), значит и в листе нельзя ждать большого постоянства. Тем не менее наблюдения Флорина показали: да, действительно, в строении эпидермы есть некоторые колебания; верно, что и размеры клеток, и количество устьиц могут меняться даже у одного вида. Но к основным особенностям эпидермы это не относится. Строение устьиц, их расположение, орнамент стенок, — признаки устойчивые и не зависят от случайных причин.

Закончив эту работу, Флорин взялся за ископаемые хвойные, подверг ревизии старые определения, описал много новых видов и родов, показал закономерности их распространения в пространстве. Флорин подвел теоретическую базу под самый точный и надежный метод изучения ископаемых листьев. Этим исследованиям шведского палеоботаника нет цены, и мы к ним еще вернемся, когда будем решать загадку сосновой шишки и рассуждать о дрейфующих материках.

В ОТПУСК —  
В КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ЛЕС

*«... Вы столкнетесь с самым прекрасным, что есть на Земле, — с первозданной природой».*

К. А Н Д Е Р С О Н  
(английский охотник)

Чтобы провести отпуск в каменноугольном лесу, не надо ехать особенно далеко и не нужна машина времени. В каменноугольном периоде леса занимали в нашей стране большие пространства в Европейской части, Сибири, Казахстане, Средней Азии, на Северо-Востоке. Повсюду от них остались или пласты каменных углей, или просто отпечатки растений в породах. Хотя в поисках такого леса придется порой продирааться через современные заросли, найти можно много интересного. Любителей отправиться в свободное время за ископаемыми растениями было немного, но некоторые оставили в палеоботанике заметный след. Таким был немецкий врач Гуго Лилиенштерн, собравший замечательные коллекции растений триасового периода и сам описавший некоторые из них. А англичанин Д. Г. Скотт, начав свою деятельность железнодорожным инженером и увидев потом растения в угольных почках, стал одним из лучших специалистов по анатомии ископаемых растений. Вместе с палеоботаником Оливером он прославился как первооткрыватель «семенных» папоротников. В жизни всякое случается, и может быть эта книга будет первым гидом энтузиаста, отправившегося в отпуск за ископаемыми растениями.

Итак, в каменноугольном периоде, т. е. 330—275 млн. лет назад, леса были во многих местах планеты. В последующих главах мы побываем в Сибири, Арктике, Антарктике и других районах, а сейчас отправимся в тропические джунгли, без которых у нас не было бы теперь Донбасса, у немцев — Рура, а у чехов и поляков — Силезии.

Каменноугольный период не зря получил это название. Хотя в некоторые последующие периоды угля накопилось



Рис. 13. Распространение в Европе  
каменноугольных бассейнов

не меньше, а то и значительно больше, именно в этом периоде образовались месторождения, которые интенсивнее всего разрабатывает человечество. В то время впервые в истории Земли (угли предыдущего девонского периода редки) сложилась обстановка, исключительно благоприятная для накопления растительной массы: был теплый и влажный климат, пышная растительность, подходящий рельеф. Один из крупнейших поясов накопления угля проходил в то время через всю Европу от Ирландии до Донбасса, Турции и Северного Кавказа (рис. 13).

История Донбасса в каменноугольном периоде изучена очень детально, но мы не будем сейчас в нее углубляться. Скажем только, что в течение всего периода здесь несколько десятков раз приходило и уходило море. Поэтому геологический разрез Донбасса — монотонное чередование морских и континентальных пород: известняков, песчаников, сланцев, углей. Последние образовывались на обширных заболоченных приморских низинах. Отпечатки растений встречаются очень часто, и в их изучение наши палеоботаники М. Д. Залесский, Е. О. Новик и другие вложили много труда.

Донецкая флора — самая богатая из своих ровесниц в нашей стране. Посмотрим ее главные достопримечательности.

### Растения-динозавры

Ископаемым растениям не везет на русские названия. Это и понятно. В народе им дают имена очень редко, а специалисты предпочитают латынь. Один из первых русских палеоботаников Яким Зембницкий попытался приучить коллег к русским названиям, но его попытка почти не удалась. Не прижились его «жилокрыл» (невроптерис), «разрывница» (схизея) и «чешуелистник» (лепидодендрон). Последнее слово в несколько измененном виде «чешуедрев» нет-нет, да и промелькнет в популярной литературе, когда речь идет о лепидодендронах. По-гречески «лепис» — чешуя, а «дендрон» — дерево.

Лепидодендрон (рис. 14) принадлежит к почти нацело вымершей группе растений, из которой сейчас остались в живых лишь травянистый плаун (о нем рассказывается в главе XI) и некоторые экзотические роды. Среди растений каменноугольного леса лепидодендроны, пожалуй, были самыми крупными: до 30 м в высоту только до первого разветвления ствола (десятиэтажный дом) и до 2 м в диаметре у комля. Того, кто читал о гигантских мамонтовых деревьях, такими размерами не удивишь. Но у всех современных лесных гигантов ствол состоит в основном из крепкой древесины, а сердцевина и кора занимают совсем мало места. У лепидодендронов все было наоборот: узкое кольцо древесины терялось в сплошной массе сложно устроенной коры. Облик дерева в целом был также непривычным. Колоннообразный ствол высоко наверху делился надвое. Каждое из ответвлений снова делилось пополам, и так дело шло до самых мелких веточек. Мы привыкли видеть на наших деревьях, что от толстого сука в сторону отходят более тонкие ветки. У лепидодендрона так было лишь в редких случаях.

На верхних ветвях гиганта сидели длинные и узкие листья. Находили листья длиной почти в метр, а шириной меньше сантиметра. Подстать стволу были и внушительных размеров шишки. Некоторые из них были величиной до полуметра. Как и все плауновидные, лепидодендроны размножались спорами, которых вызревало в каждой

шишке несколько десятков тысяч. Предполагают, что именно стволы этих деревьев и их ближайших родственников, накапливаясь в болотах, дали начало мощным угольным пластам, хотя, конечно, были и другие углеобразователи.

Лепидодендрон относится к числу лучше всего изученных ископаемых растений. Мы знаем все его части, хотя и находим их порознь. Впрочем, их не только находили порознь, но и называли по-разному. Не палеоботанику такую манипуляцию с названиями сразу понять трудно. Зачем хвост собаки называть Жучкой, лапы — Трезором, а уши — Шариком? Объяснение этому довольно простое. Мы видим на улице собаку целиком, и лапы отдельно от хвоста не бегают, давать им самостоятельные имена смысла нет. С ископаемыми растениями (лепидодендрон не исключение) дело обстоит иначе.

Стояло дерево. На нем вырастали листья, а затем опадали, созрела шишка и тоже отвалилась, отломил ветер ветку и отнес в сторону. Потом и сам ствол завалился, состарившись. Остался торчать лишь пень с корнями. В таком «разобранном виде» вперемежку с частями других деревьев и долежал лепидодендрон в горной породе до наших дней. Прежде чем удастся все части собрать (такое счастье редко выпадает палеоботанику), надо их как-то называть. Вот и назвали: ствол — лепидодендрон, шишка — лепидостробус, корневая часть — стигмария и т. д.

Но даже и в тех случаях, когда реконструкция общего облика растения удалась, все эти названия отменять нельзя. Вот пример: и лепидодендрон, и его близкая родственница сигиллярия (Зембницкий называл ее «печатница») имели одинаковую корневую систему (стигмария). Но ведь неразумно один и тот же по облику остаток растения величать сразу всеми этими названиями. Лучше выбрать одно, независимое. Так и поступают.

### Древовидные хвощи

Если вам знаком болотный хвощ, мысленно увеличьте его раз в 20—30, и он станет похож на каламита (рис. 15), характерное растение каменноугольного леса. Чтобы дополнить сходство, у хвоща надо будет кое-что изменить. Стволы каламитов были и толще, и значительно крепче.

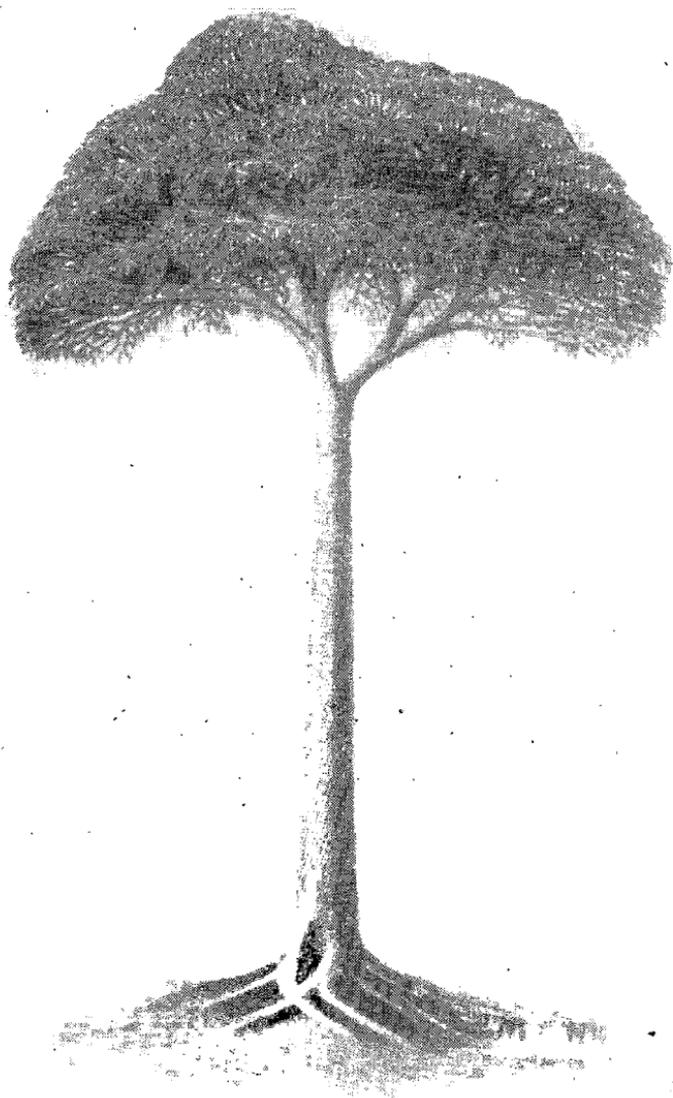


Рис. 14. Лепидодендрон (реконструкция М. Д. Залесского)

Это были настоящие деревья с хорошо развитой крепкой древесиной, слой которой в стволе достигал 12 см с каждой стороны. Древесина каламитов была во многом сходна с древесиной палеозойских хвойных. У хвощей такой древесины нет. Листья у них также были разные. У хвощей — небольшие чешуйки, сидящие вкруговую на узлах, у каламитов листья развиты лучше, хотя очень крупными никогда не были. Отпечатки облиственных веток каламитов очень декоративны. Однако самое главное отличие хвощей и каламитов — в органах размножения. У первых спорангии (т. е. мешочки со спорами) собраны в аккуратные шишечки, которыми заканчивается стебель, сами споры одинаковые и имеют длинные нити, свитые в пружинки. Когда споры созревают, пружинки раскручиваются; под такими парусами споры летят по ветру далеко от родительского растения. У большинства каламитов споры, видимо, были без пружинки, а шишки со спорангиями в большом количестве сидели среди веток.

Как и лепидодендроны, каламиты никогда не попадают в руки палеоботаника целиком. Когда растение погибало, его ствол легко разламывался в узлах. Широкая полость внутри ствола быстро заполнялась илом или песком, который затем затвердевал. Получались слепки внутренней части ствола. Они часто встречаются в палеозойских отложениях, но обычно бесполезны и для геолога, и для палеоботаника.

Дальними родственниками каламитов были мелко-рослые травянистые сфенофиллы, которых Зембницкий

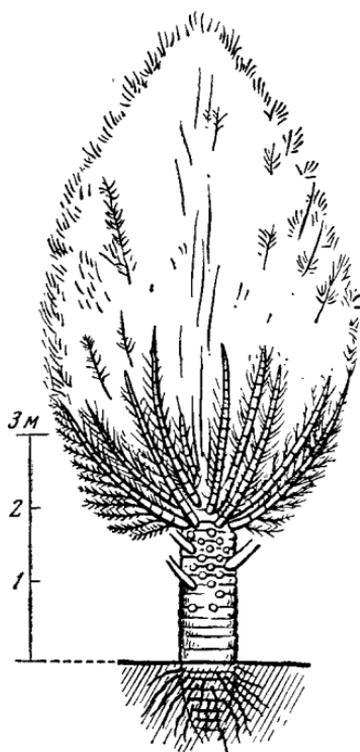


Рис. 15 Каламит (реконструкция М. Гирмера)

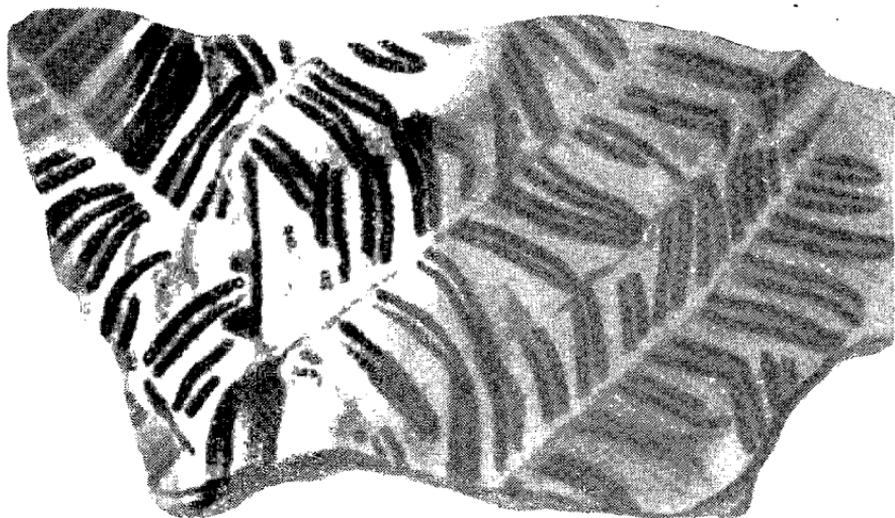
удачно назвал «клинолистами» (по-гречески «сфен» — клин, «филлон» — лист), и это слово встречается в нашей литературе. Здесь листочки были короткими, сильно расширяющимися к верхушке. Сфенофиллы в палеозое жили по всему миру и вымерли в начале мезозойской эры. Среди них были найдены формы с зацепками на стеблях. Полагают, что некоторые сфенофиллы были лазающими растениями.

### О папоротниках подлинных и мнимых

В каменноугольном лесу было много папоротников, причем некоторые принадлежали дожившим до наших дней семействам. Многие имели крупные, колоннообразные стволы. Такие древовидные папоротники и сейчас можно встретить в тропиках.

Окаменелые стволы палеозойских древовидных папоротников сначала были описаны одним немецким ученым под названием Saarsteine, что значит «скворцовый камень». Действительно, поперечный срез этих папоротников напоминает рисунок на груди скворца. Полированные куски «скворцового камня» используют для мелких поделок.

Изучение ископаемых папоротников — дело довольно сложное. Внешне их отпечатки очень эффектны, но палеоботаник любит эту красоту лишь до тех пор, пока не приступит к установлению родов и видов. На отпечатки листьев, лишенных спорангиев, очень трудно положиться. Конечно, и для таких экземпляров можно подобрать родовые и видовые названия, но этого палеоботанику мало. Важно определить, к какому семейству принадлежит папоротник. Для этого необходимо знать строение и расположение спорангиев (рис. 16). Чтобы ботанику рассмотреть на современном папоротнике все, что нужно, ему достаточно взять микроскоп или даже сильную лупу. Палеоботанику приходится применять сложные методы. Спорангии на ископаемых листьях обычно сдавлены, прижаты к листу, промежутки между ними забиты песчаными или глинистыми частицами. Иногда спорангии вовсе закрыты породой и лишь слабо просвечивают на отпечатке. Даже в микроскоп не всегда можно разглядеть количество спорангиев, их распо-



жение, форму, клеточную структуру. Без всего этого определить принадлежность папоротника к тому или другому семейству нельзя.

Простой и остроумный выход из положения предложил опять же Джон Уолтон — тот самый, который придумал способ освободиться от шлифов при изучении угольных почек. Его метод сводится к следующему. Образец со спороносным папоротником приклеивается канадским бальзамом отпечатком к стеклу и обливается парафином. Затем с тыльной стороны образца парафин соскабливается. Все «сооружение» погружается в плавиковую кислоту, которая начинает разъедать камень и, наконец, растворяет его. Облитое парафином стекло кислота не затрагивает. Теперь на стекле остаются лишь приклеившиеся к нему чистые обугленные перышки папоротника со спорангиями, которые можно рассматривать со всех сторон. Особенно хорошо видны все детали на фотографиях, сделанных в инфракрасном свете.

От папоротников настоящих перейдем к папоротникам мнимым. Нетрудно представить, какую сенсацию вызвала бы находка огурцов, выросших на сосне. Может быть, не такие, но близкие чувства испытали палеоботаники в начале нашего века. История открытия, о котором сейчас пойдет речь, уходит корнями в начало прошлого

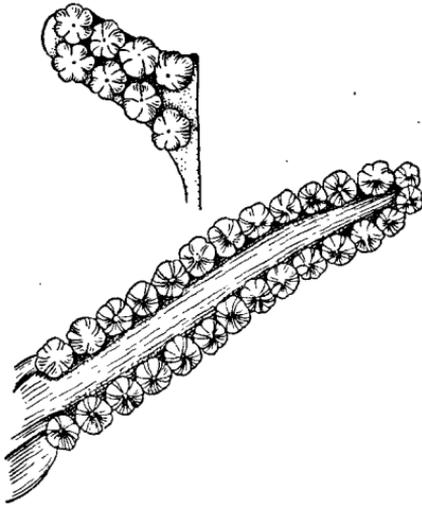


Рис. 16. Лист папоротника со спорангиями из каменноугольных отложений (слева — натуральная величина, справа — увеличено)

века. Палеоботаника делала первые шаги, но в каменноугольных отложениях Европы уже были собраны богатые коллекции ископаемых растений. Во Франции ими тогда занимался отец современной палеоботаники Адольф Броньяр. Систематизируя ископаемые папоротники, он обратил внимание, что на многих из них никогда не встречаются спорангии. Отнести такие остатки к естественным группам, например семействам, было нельзя, и Броньяр первым в истории палеоботаники решил ввести формальную систематику, в данном случае для папоротников. Слово «формальная» здесь означает, что систематика основана не на родственных связях растений (которые просто неизвестны), а на формальных признаках, выбранных с точки зрения удобства.

Палеоботаники широко применяли (и сейчас применяют) формальную классификацию Броньяра, построенную очень удачно. Но в душе они были уверены, что имеют дело с настоящими папоротниками, только неизвестного родства. Лишь в конце прошлого века систематическое отсутствие спорангиев на листьях определенного типа вызвало подозрение, что некоторые из каменноугольных папоротников принадлежат какой-то другой группе растений. Об этом же свидетельствовали и результаты анатомических исследований некоторых видов. В 1898 г. фран-



Рис. 17. Часть листа «семенного папоротника» (*Neuropteris*);  
на верхушке крупное семя

Рис. 18. Ветка европейского кордаита; внизу «сережки»  
(реконструкция К. Мэгдефрау; уменьшено)

цузский палеоботаник Рене Зейллер с большими колебаниями сказал о таких растениях, что это «цикадовые с папоротниковой листвой». Кажалось, что палеоботаническая мысль была готова расстаться со старыми пред-рассудками.

И все же вышедшие в 1903 и 1904 гг. статьи Ф. Оливера и Д. Г. Скотта произвели сенсацию. Эти английские палеоботаники описали типичные с виду папоротники, на которых выросли самые настоящие семена (рис. 17). Даже много лет спустя один из авторов открытия, Скотт, писал об этих растениях: «Мы все же не можем выбросить из головы, что они папоротники — так они на них похожи». А. Сьюорд писал о них: «Это продукт эволюции, как будто бы нарочно созданный, чтобы служить предостережением ботаникам, которые часто наружное сходство принимают за органическое родство».

В первые годы нашего века популярные издания много писали об открытии Оливера и Скотта. Получилось, как всегда после какого-либо нового биологического наблюдения. Вскоре было обнаружено много аналогичных случаев, мимо которых просто проходили. Палеоботаники Гранд-Эри, Арбер, Уайт, Кидстон, несколько позже Галле и другие нашли семена на других «папоротниках». С тех пор количество таких находок еще больше увеличилось. Сейчас в каждом курсе палеоботаники и ботаники упоминаются семенные папоротники.

Строго говоря, название «семенные папоротники» неудачно, так как наводит на мысль о каких-то папоротниках, которые в ходе эволюции обрели способность размножаться семенами. В действительности и настоящие, и семенные папоротники — две независимые линии, отделившиеся еще в девоне от пока еще неизвестного общего предка. Каждая группа независимо выработала сходную листву.

Этот факт сам по себе не менее удивителен, чем если бы мы встретили семена на листьях настоящих папоротников.

### Прочие достопримечательности

Знакомство с лепидодендронами, каламитами, сфенофиллами, папоротниками и птеридоспермами, видимо, было довольно утомительным, и остальные достопримечательности мы рассмотрим в более быстром темпе. Дело не в том, что другие растения каменноугольного леса менее интересны. В каждом из них есть своеобразные черты, доставившие исследователям немало загадок. Но рассказать обо всем подробно невозможно.

В каменноугольном лесу помимо настоящих и семенных папоротников были еще «прапапоротники». Какое место они занимают в филогенетическом древе, пока неясно. Может быть, они являются предками всех папоротников. К ним относятся бискалитека, о которой шла речь в разделе об угольных почках. Характерной чертой этой группы растений было своеобразное ветвление листьев. Строго говоря, у многих из них и листьев-то не было, а во все стороны торчали округлые или прихотливо ветвящиеся утолщенные голые оси.

Последняя группа растений, о которой стоит упомянуть, — кордаиты, возможные предки наших хвойных. Это были высокие стройные деревья с красивыми листьями, между которыми сидели сережки, несущие или семена, или спорангии с пыльцой (рис. 18). Долго считали, что кордаиты занимали в каменноугольном лесу более сухие места. Это мнение об образе жизни кордаитов оказалось верным лишь отчасти. Недавние анатомические исследования корней кордаитов обнаружили в них воздухоносные полости, свойственные растениям мангровых зарослей, т. е. зарослей на низинах, периодически заливаемых морем. В них кордаиты росли вместе с лепидодендронами.

Листья кордаитов интересны с механической точки зрения. Они были довольно крупными (до метра в длину), лентовидными, немного напоминающими листья ириса или кукурузы. Вдоль листа пробегали многочисленные почти параллельные жилки. Между ними располагалась система продольных балочек, образованных крепкими волокнами механической ткани. Это была очень прочная конструкция. С кордаитами мы еще встретимся, когда будем знакомиться с ископаемыми растениями Сибири («кордаитовая тайга»), рассуждать о дрейфующих материках и происхождении сосновой шишки.

### Зачем нужны 400 000 отпечатков?

В 20-х годах вышли в свет статьи Д. Дэвиса, который изучал ископаемые растения каменноугольного периода в Южном Уэльсе. На участке в несколько десятков квадратных километров и на 700 м геологического разреза он собрал почти 400 000 отпечатков, привязав все находки к 29 угольным пластам. После определения отпечатков начался скрупулезный подсчет, какие растения с какими встречаются, а каких избегают. Результаты были изображены на графиках. Дэвис пришел к выводу, что лепидодендроны и их ближайшие родственники жили на более сырых, а настоящие и семенные папоротники — на более сухих местах. Были получены данные об образе жизни и других растений. Стоило ли ради этого затевать поистине адский труд?

Начиная с конца прошлого века в популярных изданиях стали появляться реконструкции ландшафтов прошлых геологических эпох. Привлекая внимание читателя, эти картинки в то же время заставляли и составлявшего их палеоботаника лишней раз задуматься над общим обликом растений, с остатками которых он работал, представить их в естественной обстановке. Надо признаться, что эта самая естественность обстановки на большинстве реконструкций оставляла желать много лучшего. Скорее можно подумать, что на картинке изображен фантастический ботанический сад с растениями, аккуратно расставленными для обозрения.

Это была не вина, а беда палеоботаников, в распоряжении которых почти не было соответствующих наблюдений. Все время отнимало изучение самих ископаемых растений. Нужно было разрабатывать их систематику, определять многочисленные коллекции, решать самые насущные вопросы геологии каменноугольных бессейнов. Лишь немногие палеоботаники уделяли внимание еще и образу жизни вымерших растений. Такие наблюдения можно найти уже в довольно ранних работах, но исследователи основывались большей частью на структуре растений, а не на анализе их «кладбищ».

Когда речь идет о грубой датировке горных пород, обычно бывает достаточно установить общий набор родов и видов, не обращая особого внимания на то, какими компаниями и в каких по составу породах они встречаются. Однако увеличение детальности геологических исследований, необходимость восстановления условий, в которых осаждались горные породы, привлекли внимание и к захоронениям ископаемых растений. Первые систематические наблюдения начались во Франции и Германии в конце прошлого века. Они во многом помогли выдающемуся немецкому палеоботанику Г. Потонье создать основы учения о накоплении горючих ископаемых.

Нельзя сказать, что с тех пор в восстановлении образа жизни каменноугольных растений сделано очень много. О причинах этого пойдет речь в заключительной главе. Но все же получены важные и интересные сведения. Украинские палеоботаники А. К. Щеголев и О. П. Фисуненко, например, недавно показали, что в каменноугольных лесах Донбасса были три группировки растений. Одна — с лепидодендронами, каламитами, в меньшей степени

папоротниками и кордаитами — паселяла самые влажные места, приморские болотистые низины. Другая группировка включала семенные и настоящие папоротники и занимала более возвышенные места. Самые сухие местобитания занимали хвойные и некоторые семенные папоротники. Таким образом, подтвердились и были детализированы наблюдения Д. Дэвиса. Такие детальные исследования позволили значительно уточнить определение возраста пород, помогли разобраться в геологическом строении Донбасса.

Шаг за шагом продвигаются палеоботаники в изучении каменноугольных лесов. Все больше и больше оживает ландшафт, отделенный от нас почти 300 млн. лет.

## КОРДАЦТОВАЯ ТАЙГА

*«... Было много деревьев, спелых плодов, благоухающих цветов, поющих птиц и чистых потоков, но не было там ни жилищ, ни людей, раздувающих огонь».*

«Тысяча и одна ночь»

Теперь мы поедem в Сибирь, в Кузбасс. Для человека, далекого от геологии и тем более от палеоботаники, разница между Донбассом и Кузбассом, главным образом, в географии и в том, что Донбасс — ветеран среди наших угольных бассейнов, а с Кузбассом ассоциируются годы предвоенных пятилеток. Для палеоботаника оба бассейна настолько разнятся, что, задавая вопрос об их различиях, вполне можно рассчитывать на встречный вопрос: «А что между ними общего?». Действительно, растительный мир в них был так же различен, как в современном Подмосковье и в тропических джунглях. Но об этом потом, а сначала немного истории.

### Полувековой спор из-за ошибки

Этот грандиозный спор закончился в конце 20-х годов нашего века. В нем в той или иной мере принимали участие чуть ли не все геологи и палеоботаники, занимавшиеся или интересовавшиеся угленосными палеозойскими отложениями всей Сибири.

Началось с не столь, как будто, важной ошибки. В 70-х годах прошлого века киевский палеоботаник И. Ф. Шмальгаузен (отец известного биолога-эволюциониста И. И. Шмальгаузена) работал над коллекциями ископаемых растений, собранных в Кузнецком, Тунгусском и Печорском бассейнах. О палеозойской флоре Кузбасса к тому времени почти ничего не было известно (ей были посвящены лишь две небольшие статьи немецких палеоботаников Гейница и Гепперта). Тунгусский и Печорский бассейны и вовсе были палеоботаническим белым пятном. Можно понять, какой интерес вызвала обстоятель-

ная монография, выполненная И. Ф. Шмальгаузенем — одним из лучших палеоботаников прошлого века. Но надо же было так случиться, чтобы в этой прекрасно выполненной по тем временам монографии, оказалась досадная ошибка. Но Шмальгаузен не был виноват в ней.

Собирая коллекции ископаемых растений (как и любые другие геологические свидетельства) необходимо строго документировать, из какого слоя взяты образцы. К этому основному правилу геолог приучается с первых дней обучения полевым работам. В прошлом веке это понимали далеко не все исследователи, и к образцам часто прикладывались весьма лаконичные этикетки. Указывалась ближайшая деревня, какая-то часть реки, и этим все ограничивалось. Теперь такие материалы палеоботаник вовсе не принимает во внимание. Камень без точного адреса годится разве что для любительской коллекции редкостей. Но в прошлом веке каждый привезенный из Сибири или с Печоры образец был более интересным, чем для нас антарктические коллекции. Поэтому Шмальгаузен описал все материалы, попавшие в его распоряжение, в том числе и недостаточно точно документированные. Он не знал, что собранные в Кузбассе образцы получены из двух существенно разных частей геологического разреза, а именно: из пермских (верхнепалеозойских) и юрских (мезозойских) отложений. Невнимание коллектора и неточность в этикетке обернулись серьезной ошибкой в геологических представлениях.

Мы уже говорили, что сибирская флора была тогда почти неизвестна, поэтому привезенные из Кузбасса пермские растения оказались новыми для науки, совсем не такими, как одновозрастные растения Западной Европы. А юрскую флору, более однообразную по всему миру, знали вполне сносно. Поэтому оказавшиеся в кузнецкой коллекции юрские отпечатки были И. Ф. Шмальгаузену хорошо знакомыми, и это решило данное им заключение о возрасте. Его обстоятельная монография так и называлась «Юрская флора России». Хотя в печорской и тунгусской коллекциях типично юрских растений не нашлось, но флора этих мест была вполне кузнецкого типа и датировать ее другим периодом Шмальгаузену даже не пришло в голову.

Уже вскоре после выхода в свет монографии Шмальгаузена русский геолог К. Л. Космовский выразил сомне-

ние в правильности вывода о юрском возрасте угленосной толщи Кузбасса. Он совершенно правильно предположил, что здесь есть отложения нескольких геологических систем. Шмальгаузен ответил на выступление Космовского довольно резкой статьей. В спор включился видный французский палеоботаник Рене Зейллер. Он видел ошибку Шмальгаузена и на основании вновь присланных ему из России коллекций геолога И. П. Толмачева пришел к выводу о пермском возрасте кузнецкой угленосной толщи. В начале нашего столетия палеозойской флорой Сибири стал заниматься М. Д. Залесский, впоследствии один из авторитетнейших наших палеоботаников. Залесский, верный ученик Зейллера, безоговорочно поддержал мнение своего учителя. До конца своей жизни, т. е. до 1946 г., М. Д. Залесский считал, что угленосные толщи Сибири целиком пермские.

Это была другая крайность. Ведь в монографии Шмальгаузена указывались определенно мезозойские, а именно — юрские виды. Как же поступил с ними Залесский? А очень просто! В литературе он нашел среди известных к тому времени палеозойских растений примерно такие же по внешнему облику виды и к ним отнес юрские отпечатки. Внешне все стало вполне гладко, и на геологической карте Кузбасса, подготовленной к 1925 г. группой геологов под руководством В. И. Яворского и П. И. Бутова, показаны обширные поля угленосных пермских отложений. Юрских пород в Кузбассе вовсе не стало. Вопрос был не столько решен, сколько замят, хотя многие видные геологи продолжали над ним думать, снова и снова возвращаясь к мыслям, высказанным еще Космовским.

Все стало на свои места только летом 1927 г., когда томский геолог Л. М. Шорохов, работая в Кузбассе, обнаружил, что юрские и мезозойские растения залегают в разных частях геологического разреза. Через год сотрудница Геологического музея Академии наук СССР М. Ф. Нейбург, в будущем крупнейший советский палеоботаник, приехала в Кузбасс, не доверяя геологам, собиравшим ископаемые растения. На месте она стала отбирать остатки растений, тщательно отмечая слои, в которых найден тот или иной вид. Она подтвердила выводы Шорохова. Так стала окончательно ясной путаница в коллекции, попавшей в руки Шмальгаузена. На геологической карте

Кузбасса появились юрские отложения. В последующие годы М. Ф. Нейбург удалось показать, что в Кузбассе есть полный разрез от каменноугольной до юрской систем включительно и все это с многочисленными ископаемыми растениями. Предвидение Космовского блестяще подтвердилось, одновременно это стало и триумфом палеоботаники. Именно ископаемым растениям мы обязаны тем, что в распоряжении геологов, осваивавших Кузбасс, была верная геологическая карта.

Здесь, однако, резонно задать вопрос, а стоило ли ломать в течение полувека копыя из-за возраста угленосных отложений с ископаемыми растениями? Не все ли равно, какой возраст имеет уголь? Был бы он хорошим. К сожалению, такой вопрос задают и горняки, которые пришли добывать уголь на уже изученные, разведанные места. Когда в ход пошли угольные комбайны и отбойные молотки, знать возраст пласта действительно уже не нужно, но вот найти месторождение, правильно его разведать и подготовить для эксплуатации, не зная возраста пород, нельзя. Только имея в руках хорошую геологическую карту с показанными на ней полями отложений разного возраста, можно проследить угольные пласты, скрытые от геолога мощной толщей горных пород. Впрочем, к этому вопросу мы еще вернемся в предпоследней главе.

### Царство кордаитов

Если палеоботанику попадает в руки коллекция с ископаемыми растениями из пермских или каменноугольных (только не из нижнекаменноугольных) отложений Кузбасса и вообще Сибири, он может не глядя, быть уверенным, что на образцах будут отпечатки листьев кордаитов (рис. 19 и 20). Хотя в небольшом количестве, но найдутся. Иногда их отпечатки так плотно заполняют поверхность образца, что, очищая для изучения один лист, приходится портить с десяток других: настоящий слоеный пирог из листьев. Про такие скопления листьев иногда говорят «лесная подстилка», но это неверно. Тот мягкий ковер из листьев, в котором грибники ищут предмет своей страсти, не достается палеоботаникам. В лесу все листья сгнивают, и от них остается лишь труха, в чем легко

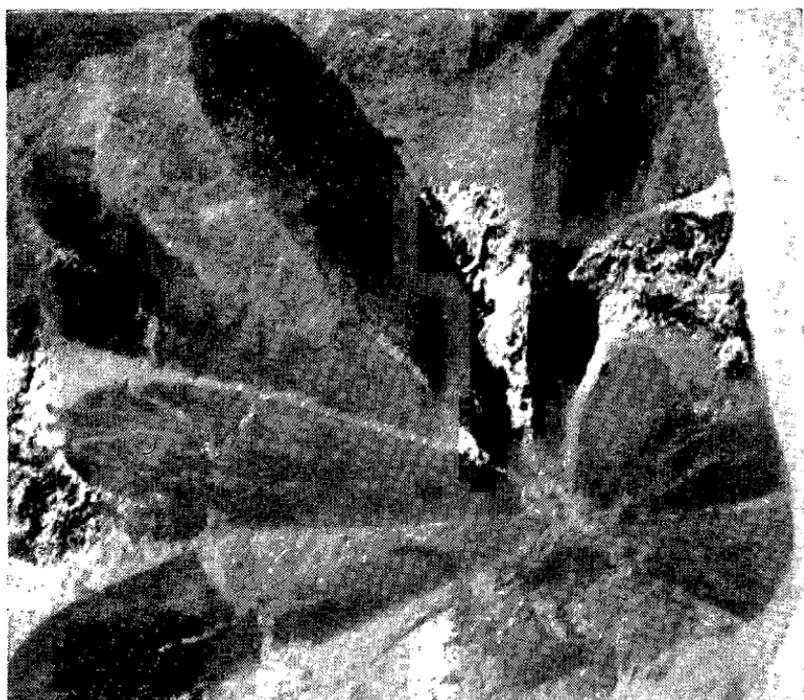


Рис. 19. Розетка листьев пермских кордаитов с реки Нижней Тунгуски

убедиться, покопавшись в настоящей лесной подстилке. Чтобы лист законсервировался на миллионы лет в виде фитолеймы или отпечатка, ему надо попасть в воду — озеро, реку, болото или море. Но скопления листьев в воде уже никто не назовет лесной подстилкой.

Итак, листья кордаитов столь же обильны в угленосных палеозойских отложениях Сибири, как сейчас иглы хвойных в тех же местах. Поэтому кордаиты в первую очередь привлекли внимание палеоботаников. Среди таких часто встречающихся ископаемых удобнее всего искать стрелки, показывающие геологическое время. К несчастью палеоботаников, листья сибирских кордаитов оказались настолько на одно лицо, что и Шмальгаузен, и Залесский сочли возможным отнести их к одному виду. Кордаиты стали балластом в палеоботанических коллекциях.

Палеоботанику, работающему в Сибири сейчас, это кажется парадоксальным. Достаточно сказать, что в 1964 г. в литературе уже фигурировало около сотни видов кордаитов, закономерно распределенных по геологическому разрезу. Но в первые годы освоения палеоботанических залежей Сибири было не так. Причин этому несколько, но главное то, что на листья кордаитов смотрели в отрыве от геологического разреза. Первой высказала сомнение в том, что все сибирские кордаиты — один биологический вид, та же М. Ф. Нейбург. Недаром она собирала ископаемые растения в экспедициях, а не только сидела в кабинете над образцами. Ее вскользь высказанного в небольшой статье сомнения на этот счет оказалось достаточно, чтобы количество выделяемых видов стало стремительно расти. К концу 30-х годов кордаиты не только перестали быть балластом, но и вошли в число важнейших (или, как часто говорят, «руководящих») видов. Во внешне простых и однообразных листьях стали видеть все больше отличий. Палеоботаники измеряли густоту жилок, пропорции листа, учитывали его размеры, очертания, выделяли все новые и новые виды и . . . перегнули палку. На страницы палеоботанических работ вышли стройные ряды аккуратно подобранных по цифровым показателям листьев. Загнанные в тесные математические рамки кордаиты стали мстить палеоботаникам. В системе листьев, лишенных свойственной всему живому изменчивости, стало очень трудно разбираться. Учащались ошибки в определениях, а на геологических картах соответственно появлялись неверные контуры.

Таких забастовок ископаемых растений история палеоботаники знает немало. Выход из трудностей всегда один: проникать в глубь структуры растений, оживлять, делать более естественной систематику. Когда речь идет о листьях, надо прежде всего попытаться изучить строение их эпидермы. Здесь мы возвращаемся, таким образом, к клеткам, устьицам, кутикулам, фитолеймам. Словом, снова вся надежда на химию, препараты и микроскоп. Кто подзабыл, как палеоботаники раскрывают микроструктуру ископаемых листьев, может вернуться к главе «Консервам 300 миллионов лет», а мы продолжим рассказ о сибирских кордаитах.



Рис. 20. Листья ангарских кордаитов из пермских отложений Сибири (река Нижняя Тунгуска)

## Упрямые листья

Клеточное строение сибирских кордаитов оказалось крепким орешком. Потерпели неудачу первые же попытки получить препараты кутикулы, изучить эпидерму химическими методами. Пришлось взять на вооружение другой метод. Трудно сказать, кто у кого его заимствовал, но только этим методом пользуются и палеоботаники, и палеозоологи, и . . . криминалисты. Когда нужно установить, из какого пистолета стрелял преступник, роковую пулю подвергают нехитрому исследованию. На нее наносят специальную жидкость (вроде лака для ногтей), которая, высыхая, дает прозрачную эластичную пленку, повторяющую все царапины на поверхности пули, оставленные неровностями ствола. Затем из испытуемого пистолета стреляют во что-нибудь мягкое, со второй пули снимают точно такую же прозрачную копию, и обе пленки сравниваются под специальным микроскопом. Если отпечатки царапин одинаковые, значит обе пули выпущены из одного пистолета. Палеонтологи и палеоботаники используют подобный же метод для изучения микроскопического рельефа ископаемых.

В начале 50-х годов с этими пленками подступилась к кузнецким кордаитовым листьям томская аспирантка М. Д. Артамонцева (Парфенова). Она получила пленки (будем вслед за криминалистами называть их «репликами») с хорошо видимыми клетками эпидермы, но до диагностики видов на этой основе добраться не смогла. Устьица удалось хорошо разглядеть лишь на одной реплике. Однако интересная заявка была сделана, и работой Артамонцевой заинтересовалась М. Ф. Нейбург, ставшая уже влиятельным палеоботаником, крупным специалистом по геологии и ископаемым растениям Советского Союза. Она поручила мне, тогда студенту Московского университета, продолжить успешно начатое Артамонцевой исследование.

В основу работы были положены коллекции, собранные в Тунгусском бассейне. С точки зрения геологической практики выбор материала оправдан. Угленосные палеозойские толщи Тунгусского бассейна тогда интенсивно изучались многочисленными экспедициями, а без надежных палеоботанических свидетельств невозможно сопоста-

вить разбросанные в сплошной тайге небольшие обнажения, составить ясное представление о геологическом разрезе в целом, нарисовать убедительную геологическую карту. Но с точки зрения палеоботаники трудно было выбрать более неудачный район, о чем тогда ни М. Ф. Нейбург, ни тем более ее студент и не подозревали.

В западной части Тунгусского бассейна (оттуда шла основная масса собранных геологами коллекций) отложения с кордаитами были прожарены внутриземными вулканическими излияниями еще в мезозойское время. Все попытки получить препараты кутикулы из спекшихся угольных корочек, покрывающих отпечатки кордаитовых листьев, обернулись неудачей. Фитолеймы неделями лежали в самых сильных окислителях, подолгу варились в кислотах, но оставались все такими же черными. Пришлось по примеру Кузбасса обратиться к репликам.

Дело пошло веселее. Хотя отпечатки листьев подверглись хорошему прогреву под соответствующим давлением в течение многих миллионов лет, микроскопические (размером в сотые доли миллиметра) клетки были хорошо видны на репликах. Конечно, листья сдались не сразу, и много месяцев ушло на мытарства с поиском смеси для приготовления реплик, на ознакомление со всеми капризами отпечатков, на сбор достаточно представительного материала.

Работа наладилась. Реплик стало достаточно лишь через три года, и только тогда стала ясна вся сложность поставленного вопроса. Одни листья сразу продемонстрировали хорошие клетки на поверхности и разбросанные тут и там устьица, а на других получалась какая-то несуразная картина. Даже на отпечатках чудесной сохранности с идеально пропечатавшимися клетками устьиц не было видно. Зато между жилками проходили отиски расположенных правильными продольными рядами бугорков, с двух сторон окаймлявших неглубокую, но очень четкую бороздку (рис. 24). Иногда на отпечатке не было видно следов жилок, а лист прочерчивали только отчетливые отиски этих бороздок. На экземплярах лучшей сохранности видно, что такие бороздки поодиночке пробегали между каждыми двумя жилками на одной (нижней) стороне листа. Прошло три года, пока удалось разгадать природу этих бороздок. Оказалось, что это — специальные вместилища для устьиц. Скрытые в желобках, запертых

а — оттиски желобков и клеток на целлюлозной пленке (реплике) при увеличении в 100 раз

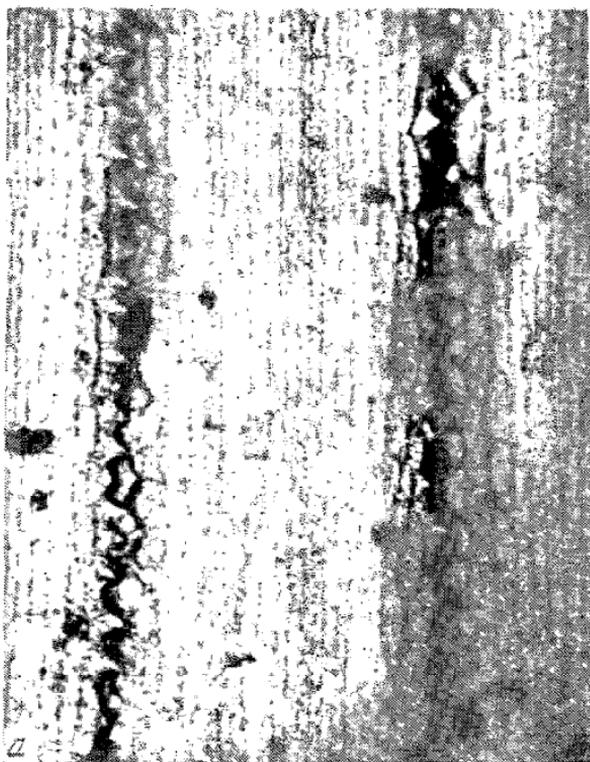
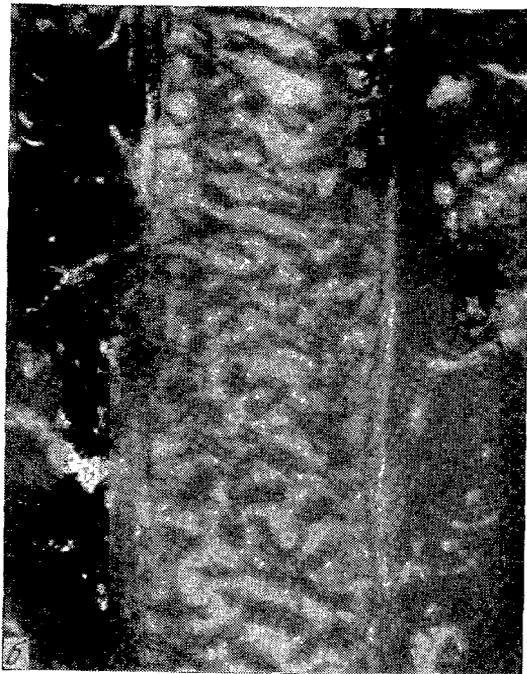


Рис. 21. Микроструктура листа ангарского кордаита

бугорками на окаймляющих клетках, устьица и не могли быть видны на репликах. Все это стало ясным не сразу и долго оставалось лишь предположением. Нужны были более веские доказательства, чем реплики, а именно: или срезы через минерализованные листья с «законсервированными внутренностями», или препараты кутикулы. А еще лучше и то, и другое.

### Наконец-то повезло!

С находкой минерализованных листьев все получилось по пословице: «Не было бы счастья, да несчастье помогло». Спросите у любого нашего палеоботаника, чего ему больше всего не хватает для счастья, и он вам ответит: «Свободных, удобных шкафов для коллекций». В кабинет



б — продольный срез  
через желобок (ми-  
нерализованный  
лист) при увеличе-  
нии в 300 раз

М. Ф. Нейбург постоянно прибывали ящики с образцами со всех концов Советского Союза. Для каждого нового поступления нелегко было найти место в шкафах, наполнившихся за несколько десятилетий. Иногда приходилось, скрепя сердце, подвергать суровой чистке старые коллекции, выбрасывая некоторые образцы. Это очень мучительная операция из-за сознания, что обидно выбрасывать образец, который ждал своего часа несколько сотен миллионов лет.

Однажды такой экзекуции подверглась коллекция, собранная Т. А. Добролюбовой на реке Печоре еще в 20-е годы. М. Ф. Нейбург оставила наиболее ценные образцы, а то, чем можно было пожертвовать, пошло в корзину. Я первый раз присутствовал при таком акте, каждый отпечаток казался чудом природы. Мой стол еще не был захламлен до предела, и это решило судьбу некоторых

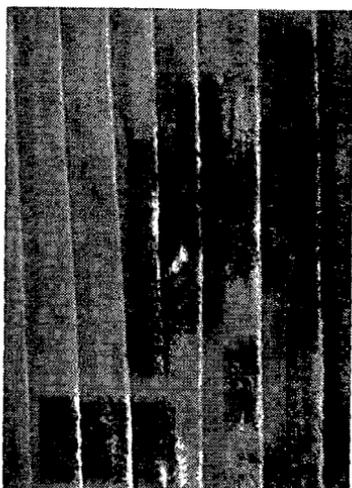


Рис. 22. Оттиски желобков на отпечатке листа ангарского кордавта (увеличено)

образцов. Они остались тайно, во избежание насмешек, лежать в ящике моего стола, хотя в описях против их номеров уже стояло слово «выброшен».

Прошло несколько лет, пока эти образцы снова всплыли на поверхность. В 1962 г. трагически погибла под поездом М. Ф. Нейбург. Надо было осваивать ее богатейшее наследство, готовить к печати оставшиеся неопубликованными монографии, пересматривать собранные за 40 лет коллекции. Попали на глаза и «спасенные» образцы. Один из них привлек внимание необычной сохранностью листьев кордаитов. Под бинокулярной лупой было хорошо видно, что они с желобками. Однако главное — не это, а то, что органическая корочка, покрывавшая отпечатки, была не тонкая и черная, как обычно, а необычно толстая и бурая. Уж не минерализованные ли это листья? Первый же шлиф подтвердил догадку.

На поперечном срезе листа обнаружилась вся его внутренняя структура, в том числе и сечения желобков на нижней стороне. Удалось приготовить и шлифы, проходящие косо вдоль листа, почти параллельно его поверхности (рис. 22). Все становилось на свои места, но хотелось посмотреть и на устья этих странных растений. Надо было получить препараты кутикулы.

Это удалось сделать только через год. И здесь сыграл роль не случай, а расчет. Геолог и палеоботаник Г. Н. Садовников, изучавший угленосные пермские отложения Тунгусского бассейна, хорошо понимал значение работ по систематике листьев кордаитов, сам немного занимался ими и регулярно собирал их отпечатки в экспедициях. Он учел, что в восточных частях Тунгусского бассейна угленосные отложения значительно меньше прогреты вулканическими излияниями, и решил именно там поискать материал для приготовления препаратов кутикулы. Расчет оказался верным, и вскоре в Москву были доставлены замечательной сохранности экземпляры. Изготовление препаратов не представило никакого труда. Примерно тогда же после просмотра нескольких тысяч листьев, собранных в Кузбассе, удалось с некоторых из них получить вполне сносные препараты.

Разобравшись с микроструктурой листьев, можно было пересматривать их систематику. Заново пересмотрены прежние роды и виды. От них мало что осталось после строгой ревизии. Оказалось, что под одним видовым названием фигурировали листья, принадлежащие не то что разным видам, а даже разным родам. Старая систематика, основанная на голых цифрах, нацело развалилась. Введение микроскопических методов в изучение кордаитов вскоре позволило решить и ряд спорных вопросов в геологии угленосных толщ Сибири.

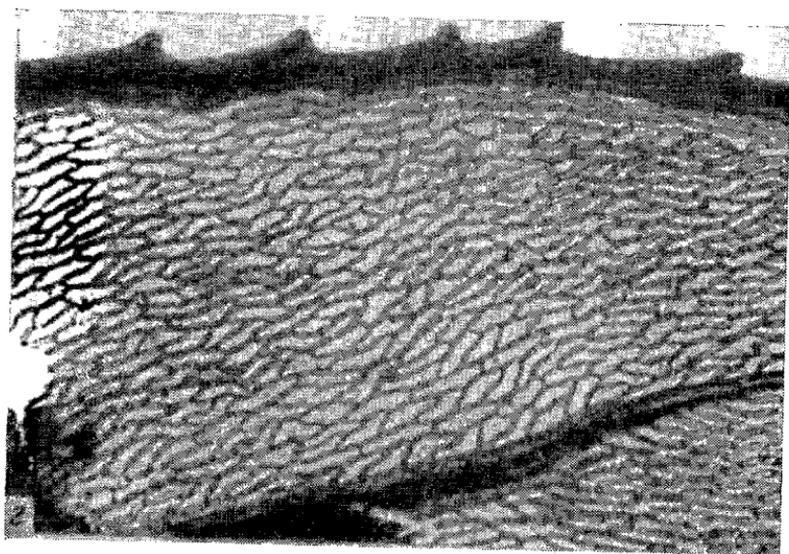
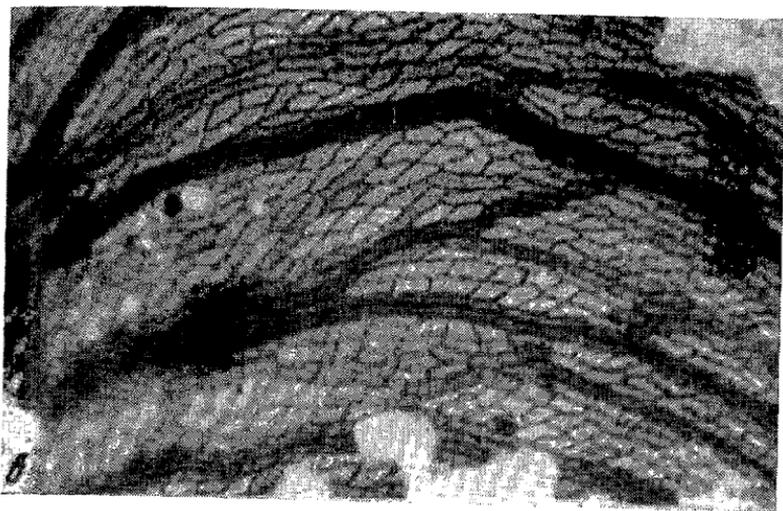
### **О других растениях кордаитовой тайги**

Количество листьев кордаитов в пермских и каменноугольных отложениях Сибири очень велико. Как говорят палеоботаники, они составляют основной фон в растительных комплексах. Поэтому вполне понятно мнение об их былом господстве в сибирских ландшафтах и о существовании в те времена кордаитовой тайги. Так ли это было или нет, мы не знаем. Возможно, просто кордаиты предпочитали места, расположенные вокруг водоемов. Это могло дать им существенные преимущества перед их современниками в проникновении на страницы геологической летописи. Но то, что кордаиты были заметными растениями в сибирских палеозойских ландшафтах — несомненно.



Рис. 23. Апгарские пермские мхи и их  
микроструктура:

*а* — внешний вид мха *Polyssaievia* (увеличено  
в 10 раз); *б* — снятый с породы лист мха *Intia*  
(увеличено в 10 раз);



а — микроструктура мха *Polyssaevia* (увеличено в 150 раз);  
б — микроструктура листа мха *Intia* (увеличено в 150 раз)

В остальном население Сибири сильно отличалось от всего, что мы видели в тропическом каменноугольном лесу Донбасса. В Кузнецком и Минусинском бассейнах, в Туве, Монголии и Восточном Казахстане мы находим в нижнекаменноугольных отложениях большое количество древовидных плауновых, но среди них нет лепидодендронов. Мы видим здесь и растения, сходные с каламитами, но не такие крупные и с другим строением сердцевины. Раннекаменноугольные ландшафты этих мест были еще лишены кордаитов.

Настоящее господство кордаитов началось лишь примерно с середины каменноугольного периода. В это же время появились членистостебельные растения (см. главу XIV) с листьями, сросшимися снизу в воронкообразную чашу. Папоротники встречались редко и совсем не такие, как в тропических лесах. Семенные папоротники также имели совершенно особую листву, которую мы не находим за пределами Сибири. У одних были круглые листья на небольших черешках и с веерно расходящимися тонкими жилками, у других листья рассечены на дольки, как у морковной ботвы. О третьих, долго относимых к роду гондванидиум (*Gondwanidium*), мы поговорим, когда будем рассуждать о дрейфующих материках.

Пермский растительный мир Сибири и Печорского бассейна казался уже хорошо изученным, когда в нем неожиданно обнаружилась новая и богатая представителями группа растений. Еще в 30-х годах М. Д. Залесский нашел в Кузнецком бассейне отпечатки, похожие на хвойные, и назвал их *Walchia spinulifolia*. Вальхия — это род европейских хвойных пермского периода. Во время Великой Отечественной войны такие же экземпляры попали в руки М. Ф. Нейбург, работавшей в Кузбассе по заданию Наркомугля. Уже тогда она заподозрила, что это — не хвойные, а мхи, но с решением вопроса не горюпилась до получения более доказательных материалов.

Целеустремленный поиск всегда приносит успех, и в начале 50-х годов М. Ф. Нейбург подобрала уже порядочную коллекцию предполагаемых мхов из пермских отложений Кузнецкого, Печорского и Тунгусского бассейнов. Пользуясь той же смесью, с которой получали в те годы реплики (аптечным коллодием), она сняла кусочки фитолейм с отпечатков и изучила их под микроскопом.

Тонкая вязь коричневых клеточек в препарате однозначно показала: это листостебельные мхи (кстати, бывают еще мхи печеночные, которые известны, начиная с каменноугольного периода). Для палеоботаников это было полной неожиданностью. Высокоразвитые листостебельные мхи, некоторые имеют почти современный облик, и вдруг — в пермских отложениях. До этого их находили в кайнозойских и очень редко в более древних (юрских) породах. А тут — сотни экземпляров, да еще в палеозое. Надо было все как следует обосновать.

Здесь очень кстати подоспела статья американского палеоботаника У. Дарра с удачным рецептом для смеси, позволяющей снимать фитолейму с отпечатком целиком. Но был в смеси Дарра и один недостаток. В нее входит нитроцеллюлоза, т. е. вполне обычная взрывчатка. Путь М. Ф. Нейбург к ней лежал через разрешение органов милиции, неурядицы с шестикилограммовой упаковкой (когда нужно было несколько сот граммов) и другие обычные в таких случаях препоны. Но смесь окупилась все хлопоты. Благодаря ей М. Ф. Нейбург получила превосходные препараты (рис. 23).

В 1956 г. вышла в свет небольшая статья, а в 1960 г. — уже большая монография с описанием 10 родов и 14 видов пермских мхов. Получив из Москвы бандероль с этой монографией, член английского Королевского общества Т. М. Гаррис (о нем рассказывается в главе X) написал М. Ф. Нейбург в ответном письме: «Одной работой Вы изменили существующие в палеоботанике представления, что редко выпадает на долю ученого».

† Мы не рассказали о многих других достопримечательностях сибирской кордаитовой тайги. Ведь в каменноугольных и пермских отложениях Сибири сейчас установлено уже несколько сот видов, и в каждом есть что-то интересное и необычное. Но с некоторыми растениями мы еще встретимся в последующих главах.

## БЫЛ ЛИ МАТЕРИК ГОНДВАНА?

*«Палеоботаника — настоящая кладовая сюрпризов даже для самых осторожных исследователей».*

БИРБАЛ САХНИ  
(индийский палеоботаник)

В появлении некоторых фундаментальных геологических воззрений сказалось прямое влияние палеоботаники. Именно так получилось с понятием «Гондвана». Это гипотетический материк, некогда объединявший Африку, Южную Америку, Австралию, Индию и Антарктиду. Здесь, собственно, следовало бы сказать: «по-видимому, объединявший». Хотя Гондване посвящено много исследований, регулярно собираются посвященные ей международные симпозиумы, а некоторые исследователи просто не мыслят себе прежние геологические эпохи без Гондваны, все же материк остается гипотетическим.

По этому вопросу существуют три точки зрения. Одни геологи считают, что перечисленные выше гондванские материки некогда были соединены в Гондвану, а затем откололись друг от друга и поплыли по поверхности Земли, оставляя место для океанических впадин (о гипотезе дрейфа континентов мы поговорим в специальной главе). Другие геологи полагают, что материки эти никогда не были объединены и что разделяющие их океаны всегда существовали, т. е. Гондваны как единого материка никогда не было. Наконец, третьи считают, что гондванские материки хотя и оставались на своих местах, но сплошными массивами суши объединялись в гигантский материк. Последний потом раскололся и его внутренние части погрузились, образовав ложе океанических впадин.

Есть такие вопросы в науке, которые иногда называют «проклятыми». По ним выдвигается масса теорий, каждая подтверждается фактами, но у каждой есть какие-то противоречия. Правда, иногда эти противоречия сводятся к нехитрому тезису, выдвигаемому одной стороной: «Мы не можем себе представить, что. . .». Гондванский вопрос относится к числу ветеранов, ему скоро исполнится сто

лет. Спорят геологи и геофизики, зоологи и ботаники, географы и океанологи. А окончательное решение что-то все никак не приходит, отчасти, возможно, оттого, что исследователи с большей охотой смакуют противоречия оппонентов, чем обращают внимание на свои собственные.

В начале главы было сказано, что к рождению понятия «Гондваны» палеоботаника имела прямое отношение. А не может ли она сказать свое веское слово в споре и сейчас?

### Открытие капитана Скотта

Начало нашего века ознаменовалось великими событиями в изучении полярных стран. В 1909 г. Роберт Пири успешно достиг Северного полюса. Через год сразу две экспедиции начали штурмовать Южный полюс. Участники Британской Антарктической экспедиции под командованием капитана Скотта пришли на полюс уже тогда, когда там стоял поставленный Амундсеном знак. Это была не единственная неудача англичан. И сам Скотт, и его товарищи погибли на обратном пути. Их последнюю стоянку удалось разыскать, и собранные экспедицией научные материалы, к счастью, не пропали. Среди геологических образцов оказались отпечатки растений. Из дневника следовало, что участники экспедиции Уилсон и Боуерс нашли их на горе Бакли, т. е. на  $85^{\circ}$  ю. ш., в 450 км от полюса. Они собрали 14 кг образцов угля и сланцев с растениями, несмотря на то, что находились на грани смерти от истощения. Только через год образцы были доставлены в Англию. Крупнейший английский палеоботаник А. Ч. Сьюорд описал уникальную коллекцию в 1914 г. Хотя образцы были не слишком хорошей сохранности, не возникло никаких сомнений, что в пермское время Антарктика была заселена «глоссоптериевой» флорой.

Сейчас этому никто не удивляется, поскольку одни об этом давно знают, а другим неизвестно, что такое глоссоптериевая флора. Но когда в Европу были доставлены образцы экспедиции Скотта, удивлялись все — и знающие, и незнающие. Поражало хотя бы то, что отпечатки найдены в самой глубине Антарктиды, где сейчас нет ничего живого. Причем найдены не какие-нибудь дистрофичные, угнетенные растения, а полноценные от-

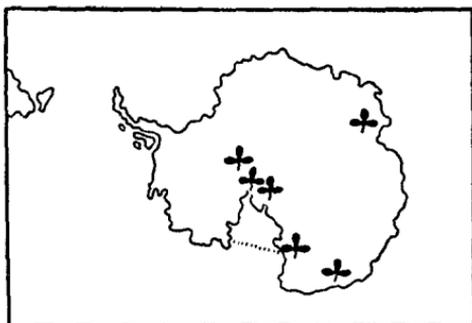


Рис. 24. Местонахождения позднепалеозойских растений в Антарктиде

печатки нормальных растений, точно таких же, какие были известны в . . . Индии, Южной Африке, Австралии и Южной Америке.

После Скотта в Антарктике побывало еще несколько экспедиций, доставивших палеозойские ископаемые растения (рис. 24). Больше всего материала собрали участники Трансантарктической экспедиции 1955—1958 гг., организованной англичанами. Честь обрабатывать эту коллекцию выпала палеоботанику из университета Витватерсранда (Южно-Африканская республика) Эдне Шламстед. В 1962 г. она выпустила в свет обстоятельную монографию, в которой обобщила все, что мы знаем о вымерших растениях Антарктиды. В этой капитальной монографии 140 страниц текста и 28 таблиц с фотографиями растительных остатков. Только в палеозойских отложениях Антарктиды сейчас обнаружено свыше 40 видов растений. Многовато для «ледового континента». Но пора с этими растениями познакомиться.

### Глоссоптериевая флора

За такой скучный заголовок приходится просить извинения у читателей, но подобран он не случайно. Понятие «глоссоптериевая флора» настолько существенно для всех наших дальнейших рассуждений, что к нему надо привыкнуть как следует. Чтобы лучше привлечь внимание читателя, я и поместил это понятие в заголовок.

В начале прошлого века французский палеоботаник Адольф Броньяр получил небольшую коллекцию ископаемых растений из Индии. Среди них оказались своеобразные и тогда еще не известные листья. Они были языковидными с толстой жилкой, пересекающей лист от основания до верхушки. Тонкие боковые жилки, соединенные перемычками, образовывали на листе сложную сетку (рис. 25). За языковидную форму эти листья получили название *Glossopteris* (по-гречески «гlossa» — язык, «птерис» — корневое слово, которое часто прибавляют к названиям современных и ископаемых папоротников; Броньяр думал, что перед ним листья какого-то папоротника). В последующие десятилетия глоссоптерисы были найдены в большом количестве в Австралии, Африке и Южной Америке (рис. 26). Стало ясно, что палеоботаники столкнулись с до сих пор неизвестной флорой, некогда занимавшей большие пространства. Интересно, что в 1775 г. капитан Джеймс Кук, вернувшийся из кругосветного путешествия, окончательно доказал неправильность предположения о существовании некоей Южной Земли (*Terra Australis*). Ровно через сто лет, в 1875 г., Г. Ф. Блэнфорд впервые обратил внимание на распространение глоссоптерис в Индии, Южной Африке и Австралии, ввел понятие «глоссоптериевая флора» и предположил, что от начала пермского периода и до середины третичного периода существовал Индо-Океанский континент. Позже М. Неймар предположил существование Бразильско-Эфиопского континента. И, наконец, в 1885 г. знаменитый геолог Эдуард Зюсс, автор удивительной по полноте и глубине охвата материала сводки «Лик Земли», предложил термин «материк Гондвана».

Палеоботаники довольно долго ломали голову над тем, какого возраста глоссоптериевая флора. Как в случае с Кузбассом, сначала предполагали юрский возраст. В юрских отложениях Европы к тому времени были известны растения, очень похожие на глоссоптерис, но листья у них не одиночные, а собирались на одном черешке по четыре-пять штук. Родство этих европейских листьев и глоссоптерис казалось вне сомнения (потом это оказалось ошибкой). Только когда в Индии и Австралии вместе с глоссоптерисами нашли листья кордаитов, стало ясно, что глоссоптериевая флора палеозойская.



Рис. 25. Лист глоссоптериса

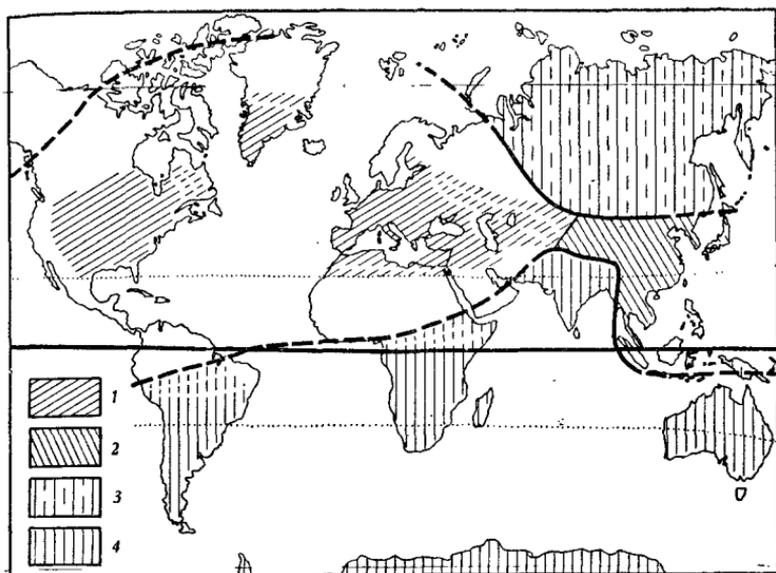


Рис. 26. Климатические зоны на рубеже каменноугольного и пермского периодов (270 млн. лет назад):

1, 2 — тропическая зона с флорой еврамерийского (1) и катазиатского (2) типа; 3 — северная внетропическая зона (Ангарская область); 4 — южная внетропическая зона (Гондванская область)

В решении вопроса о возрасте кузнецкой угленосной толщи ошибка сыграла роковую роль. С гондванскими угленосными отложениями получилось нечто похожее. В 1883 г. французский палеоботаник Рене Зейллер описал небольшую коллекцию ископаемых растений, собранных в гондванских отложениях реки Замбези (Южная Африка). Вывод Зейллера оказался совершенно неожиданным: в коллекции оказались лишь виды, хорошо известные в верхнекаменноугольных отложениях Франции. Зейллер был уже известен как хороший знаток европейских палеозойских растений, и в правильности его определений никто не сомневался. В Африке же знали и типично гондванскую глоссоптериевую флору. О мезозойском возрасте ее к тому времени почти никто не говорил, и вопрос о возрасте глоссоптериевой флоры решился методом исключения: если она не каменноугольная и не мезозойская, то остается отнести ее к пермскому периоду. Потом с этой

мыслью надо было только свыкнуться — и дальше пойдти и докажи, что в самом начале допущена ошибка. А такая ошибка была, причем весьма досадная.

Статья Зейллера о растениях с Замбези занимала умы палеоботаников. В 1951 г. португальский палеоботаник К. Тейшейра выступил на одном из международных конгрессов со специальным объяснением необычного проникновения каменноугольных европейских растений далеко на юг Африки, с выводами о времени появления глоссоптериевой флоры. Лучше бы Тейшейра не делал своего доклада, так как на том же конгрессе голландский палеоботаник В. Йонгманс поведал присутствующим, что Зейллер описал не африканскую, а типичную французскую флору: кто-то когда-то перепутал этикетки на ящиках шкафа.

Хотя гондванские растения изучаются уже много лет, спор об их возрасте далеко не закончен. Мы знаем, что они палеозойские, но в наше время это слишком мало. Нужно знать хотя бы, к какому периоду они относятся. Теперь уже никто не говорит, что они мезозойские, спорят лишь о том, есть ли здесь каменноугольные растения или только пермские. Основная причина затянувшейся дискуссии — своеобразный облик гондванской флоры, ее разительное отличие от флоры Северного полушария, где геологи устанавливали основные геологические периоды.

Глоссоптерис и близкий к нему род гангамоптерис, у которого листья были точно такими же, но без толстой жилки посредине, столь же часты в палеозойских угленосных отложениях Гондваны, как листья кордаитов в Сибири. Они также массами забивают породу, так что получается «слоеный пирог из листьев». С ними встречаются, хотя и не слишком часто, другие растения. Это хвощи со сросшимися в воронку листьями, кордаиты, семена, редкие хвойные, папоротники и различные экзотические непонятные растения.

### Материков много — флора одна

Если бы ботаник выбрал себе для работы тему «Сравнение флоры Антарктиды и Индии», его едва ли сочли за вполне нормального. Есть ли смысл, действительно, сравнивать тропические джунгли с убогим набором мхов

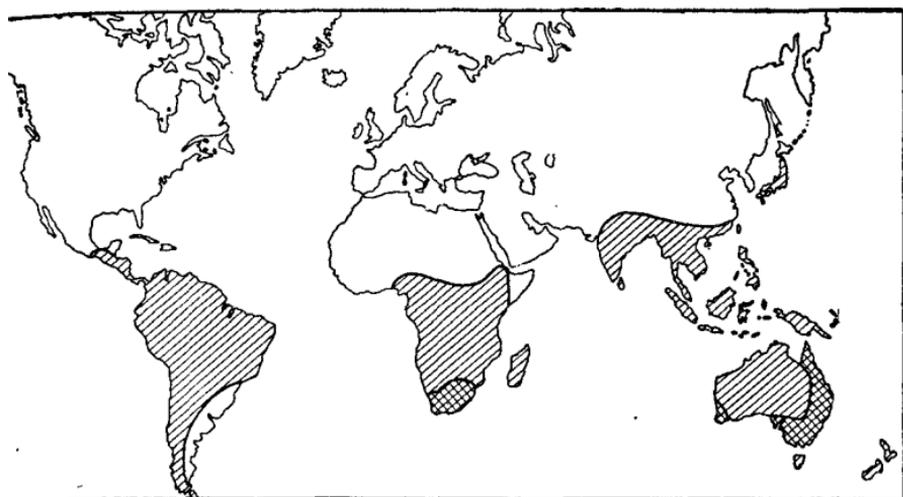


Рис. 27. Современное распространение семейства протейных почти в точности повторяет очертание Гондваны (двойной штриховкой обозначены районы с наибольшим разнообразием видов)

и лишайников Антарктиды? Точно такой же вопрос, когда он ставится для позднепалеозойского времени, весьма актуален. Три четверти известных в Антарктиде палеозойских растений встречаются и в Индии. Из сорока с небольшим антарктических видов лишь два или три неизвестны на других гондванских материках. Примерно так же близка между собой флора и других областей Гондваны. Чем дальше работают палеоботаники, тем полнее проявляется это необычайное сходство, недооценка которого в прошлом часто была связана с неверными определениями растений или недостаточно представительными коллекциями. Разумеется, на фоне такого сходства есть и отличия. Но без этого картина была бы просто фантастической. Важно другое, мы не видим каких-либо закономерных изменений в составе палеозойской флоры, когда переходим из одной части Гондваны в другую. Такие закономерные изменения характерны для больших пространств Северного полушария. Это видно на примере кордаитовой тайги. Например, в Тунгусском бассейне мы не находим многих кузнецких растений, а затем снова встречаем их в Норильске и на Западном Таймыре. Здесь такие отличия безусловно не связаны с океаническими впадинами. Тем более странно единство гондван-

ской флоры, местонахождения которой сейчас разделены огромными океанами.

В единстве флоры гондванских материков есть лишь одна трещина. Но это исключение, скорее, подтверждает правило. Речь идет вот о чем. В Южной Родезии, Аргентине и Южной Бразилии вместе с обычной глоссоптериевой флорой в небольшом количестве обнаружены такие папоротники и клинолисты, которые не характерны для других гондванских материков, но зато встречаются в Европе, Северной Америке, Китае и Корее. Хотя эти чужеземцы найдены лишь в небольшой части разреза, их присутствие свидетельствует о сходстве флоры материков, разделенных сейчас океаном.

Единство растительного мира гондванских материков продолжалось и в мезозое, но постепенно каждый материк обретал все более и более отчетливое своеобразие. Сейчас Африка и Индия относятся к Палеотропической флористической области, Южная Америка — к Неотропической, а Австралия — к своей собственной Австралийской области. Но все же многие растения и сейчас оберегают древние, сложившиеся в палеозое традиции и напоминают о былом единстве гондванских материков. Так, род с оригинальным названием «симфония» встречается лишь на западе Центральной Африки и на севере Южной Америки. Семейство протейных своим распространением точно обрисовывает Гондвану (рис. 27) и встречается почти по всей Южной Америке, в южной части Африки, в Австралии, Индии и на Мадагаскаре. Только в Антарктиде сейчас не живут протейные, но этого от них уже ждать и не приходится.

Всего сказанного вполне достаточно, чтобы понять чувства палеоботаников, когда они решительно выступают против попыток проложить тысячекилометровые океаны между гондванскими материками уже в палеозое. Гондвана была для них единой, но вот сидели ли составляющие ее материки на своих местах, соединенные мостами, или они плавали по поверхности Земли — вопрос другой.

## ТЕРМОМЕТРЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО

*«Слоны и южных земель травы  
на севере жаживались».*

М. В. ЛОМОНОСОВ

Погода завтра или, например, в ближайший год интересуется всех. Погода вчера или год назад интересуется, пожалуй, только метеоролога или климатолога. А вот надо ли знать погоду, точнее — климат, планеты десятки и сотни миллионов лет назад? Оказывается, да. Климатами геологического прошлого занимается специальная дисциплина палеоклиматология. С восстановлением древних климатов прямо или косвенно связано решение важных практических вопросов. Без этого, например, нельзя установить основные закономерности в размещении многих полезных ископаемых — таких, как уголь, соль, марганцевые и медные руды и другие. Очевидно, что осадению каменной соли благоприятствует жаркий и сухой климат (вспомним Кара-Богаз-гол). Угли, наоборот, накапливаются во влажных условиях, поскольку прототип угольного пласта — торфяное болото. Это элементарные примеры.

Не будем, однако, углубляться в дебри палеоклиматологии и изучать ее физическое, химическое и геологическое вооружение. Нам нужно только посмотреть на все те вымершие растения, о которых шел и еще пойдет рассказ, в их естественной среде. Мы познакомились с каменноугольным лесом Донбасса, кордаитовой тайгой Сибири и гондванскими растениями, но о климатической обстановке почти ничего не говорили.

На первый взгляд это не слишком сложная проблема. Растения, весьма чувствительные к температуре, влажности, почвам, должны быстро ответить на палеоклиматические вопросы. Это действительно так, когда мы имеем дело с новейшими геологическими отложениями. Найдя в породах карликовую березку, мхи, болотные хвощи, осоки, можно смело утверждать, что климат был влажным

и холодным. Встретились лавр, магнолия, платан, грецкий орех — налицо субтропики. Но, к сожалению, все перечисленные растения не были вечными. Спускаясь «вниз по разрезу», сначала в третичные, а затем мезозойские отложения, мы находим все меньше современных родов и, наоборот, все больше попадаетея полностью вымерших растений. Даже если мы и находим в древних (скажем, юрских) отложениях дожившие донныне роды, то можно ли гарантировать постоянство их склонностей к тому или иному климату? Палеонтология учит здесь большой осторожности. Хороший пример можно привести из мира животных. Сейчас слоны и носороги — жители тропиков, а всего несколько тысяч лет назад, обросшие густым мехом, они бродили в суровых ландшафтах ледникового периода в Европе и Азии.

Приступая к восстановлению мезозойских и палеозойских климатов, приходится ориентироваться не на систематическую принадлежность, а на структуру растений. В ней надо искать признаки, появляющиеся в определенных климатических условиях. Но это уже не просто. Во-первых, далеко не всегда можно изучить ископаемое растение в необходимых деталях. Во-вторых, науке неизвестно, почему два растущих рядом, в совершенно одинаковых условиях дерева имеют совершенно различную листву. Можно сказать даже сильнее. Мы не знаем, почему у клена листья одни, а у березы другие, почему у сосны иглы сидят пучками, а у ели поодиночке. Мы не знаем физиологических причин той или иной особенности растения. С приспособительными признаками у животных дело обстоит немного проще: у хищника — когти, у быстроходной рыбы — мощная мускулатура, обтекаемая форма тела и т. д. Приспособительный смысл большинства свойств растений пока неизвестен. Большинства, но, к счастью, не всех. Имея дело с ископаемыми растениями, мы все же можем кое за что зацепиться.

### Гаданье на кольцах

Определить, сколько дереву лет, может каждый школьник. Для этого надо подсчитать на поперечном спиле ствола количество годичных колец. Сущность колец проста. В течение года дерево растет с разной скоростью,

летом с большей, зимой с меньшей (а то и вовсе не растет). Весной и летом отделяемые камбием клетки древесины крупные, с широкими просветами; чем ближе к зиме, тем мельче клетки. Эти-то концентрические кольца мелких клеток и видны на поперечном спиле. Ширина промежутков между кольцами зависит от многих причин. Выдался засушливый год, одолели вредители или болезнь — кольца сгущаются. Прошел год благополучно — кольца закладываются на большем расстоянии.

По годичным кольцам на пнях, как учат в школе, можно без компаса найти дорогу в лесу: с северной стороны дерева они сгущаются. Но если путешественник попытается искать таким способом дорогу в тропических джунглях, он попадет впросак. Там годичных колец нет. Конечно, не у всех деревьев и не по всем тропикам. Ведь кольца (тут их лучше из осторожности не называть годичными) могут закладываться не только от холодной зимы, как в средних широтах. Причиной может быть чередование засушливых и дождливых периодов или просто внутренний ритм в жизни растения. Местом, в котором кольца встречаются лишь изредка, являются тропические дождевые леса. Такие леса не образуют сплошного пояса, а встречаются отдельными крупными пятнами вдоль экватора, не выходя за пределы тропиков.

В горных породах куски окаменелой древесины встречаются часто. Сохранность их может быть плохой, но годичные кольца, если они были у дерева, почти всегда можно различить. Есть они — значит климат был с сильными сезонными колебаниями (в температуре или осадках). Нет их — климат и световой режим весь год были ровными, однообразными. Был ли климат жарким или относительно прохладным — сказать по кольцам нельзя.

Итак, один вопрос решен. Мы можем выделять области с сезонными изменениями климата и без них. Следующий вопрос — температура. К ней подход был найден с другой стороны. Но прежде — маленький ботанический экскурс и два новых термина. Все многолетние растения с достаточно толстыми стволами, а попросту говоря — деревья, можно разделить на две большие группы. У одних, и с ними мы большей частью имеем дело, основная часть ствола занята древесиной, а кора с сердцевиной сильно уступают ей в объеме. Такой тип стволов называется пикноксиллическим. Это, например, такие деревья уме-

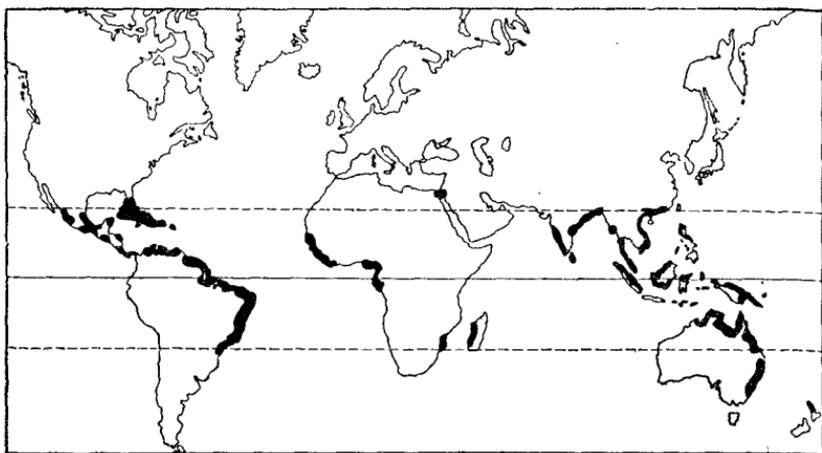


Рис. 28. Распространение современных мангровых зарослей почти не выходит за пределы тропиков

ренной полосы, как сосны, ели, дубы, березы и т. д. У других деревьев все как раз наоборот: древесина в виде тонкого кольца или небольших участков в сплошной массе коры и сердцевины. Так устроены пальмы и цикадовые (саговые пальмы). У них — маноксилический тип стволов. Физиологи показали, что имея маноксилический ствол, растение не перенесет зимы с температурами ниже нуля. Иначе говоря, таким стволам требуется климат, который называется безморозным. Говоря о преимуществах деревьев с большим количеством древесины, обычно вспоминают прочность их стволов, способность проводить большое количество жизненных соков. К этому надо добавить и их способность выдерживать суровые зимы.

Годичные кольца, растения с разным количеством древесины — главные козыри палеоботаников, когда они берутся за восстановление климата далеких геологических эпох. Можно использовать и другие наблюдения. Например, большое разнообразие растений, особенно древовидных папоротников, крупные размеры листьев, органы размножения, сидящие не на ветках, а прямо на стволах (как у кофейного дерева) — все это скорее говорит о тропическом климате. Только в тропиках встречаются мангровые заросли, т. е. заросли на низменных, периодически заливаемых морем берегах (рис. 28).

Конечно, судить об определенных среднегодовых температурах, количестве осадков в миллиметрах — пока непозволительная роскошь; когда мы имеем дело с мезозойскими и тем более палеозойскими временами. Для столь далеких эпох мы вправе лишь оконтурить тропические области, а все, что лежит за их пределами, пока лучше не классифицировать. Все остальное для нас пока-что — внетропические области. Маловато, конечно. Стоит ли огород городить ради такой точности? Да, безусловно стоит. В этом мы убедимся в следующей главе (в который раз приходится на нее ссылаться):

### Арктические тропики

Теперь вернемся со всем палеоклиматическим вооружением в каменноугольный лес Донбасса. Во-первых, здесь уже установлено около 400 видов ископаемых растений. С точки зрения палеоботаники это очень много. Ведь надо учесть, что добираются до «кладбища» лишь немногие растения. Сомневаться в том, что это — лишь ничтожная часть былого богатства, не приходится. Рассказ о каменноугольном лесе начинался с гигантов лепидодендронов. Три десятка метров, причем только до первого разветвления ствола, два метра в поперечнике — величина солидная. Такая махина не вырастет за один год. Для этого лепидодендрону, несмотря на его нехитрое внутреннее хозяйство, пришлось бы расти в несколько раз быстрее современного рекордсмена в скорости роста — бамбука. Иными словами, лепидодендроны жили не один год и имели толстые стволы. Чтобы стать нужными нам маноксилическими растениями, им остается только иметь мало древесины и побольше коры и сердцевины. Все это у них тоже налицо. Лепидодендроны — не единственные в Донбассе растения с такими стволами. Их было гораздо больше. У некоторых из них, кстати, шишки со спорангиями росли прямо на стволах — тоже особенность тропических растений.

Итак, три доказательства тропического климата в Донбассе в каменноугольное время у нас уже есть (400 видов, маноксилические растения, шишки прямо на стволах). Есть в Донбассе и хорошей сохранности древесина без годовичных колец, и следы обширных мангровых зарослей.

Кажется, все ясно, Тропический климат, много осадков (иначе не было бы углей), минимальная сезонность — словом, настоящие тропические дождевые леса.

Такого же типа флора, как мы уже говорили, встречается в Северной Америке, Западной Европе, на Северном Кавказе, в Средней Азии, Северной Африке (не во всей Африке, а только в Северной). В Китае, Корее и Юго-Восточной Азии в каменноугольное время жило много растений, которых нет во всех перечисленных местах, но климат здесь был тем же, типично тропическим. Если упоминание о тропической флоре в Китае, Юго-Восточной Азии и Северной Африке не режет слух, то этого не скажешь про остальные места. Сейчас там в лучшем случае субтропики, а большей частью умеренный климат. Но не это самое удивительное.

В конце прошлого века начались систематические исследования Арктики, которые продолжаются и сейчас во все большем масштабе. Полярные экспедиции доставили ученым разнообразный и интересный материал. Но, наверное, наиболее неожиданными фактами, поставившими исследователей если не в тупик, то перед очень сложными загадками, были собранные в Арктике ископаемые растения. В Гренландии на 70° северной широты в меловых отложениях найдены листья и плоды хлебного дерева, типично тропического растения Юго-Восточной Азии. Тропические и субтропические роды были найдены на Шпицбергене, Аляске и в Гренландии в третичных отложениях. Правда, здесь же найдены и жители умеренных широт (каштан, клен и др.). Для каменноугольного времени получилась примерно та же картина: в Северной Гренландии, на Шпицбергене, в Ньюфаундленде собраны те же растения, что и в Европе, включая и куски древесины без годичных колец. Конечно, количество найденных здесь видов невелико, но это явно связано с недостаточным количеством собранных образцов.

### Гондванское оледенение

В списке вопросов, которые очень давно поставлены наукой и на которые пока не удается дать даже приблизительный ответ, числится вопрос о причинах великих оледенений. Остатки последнего оледенения, некогда зани-

мавшего весь север Европы и Азии, а также части южных материков — это льды Арктики и Антарктики, вечная мерзлота, тундра. В сущности, не известно, живем ли мы в конце великого оледенения или просто в очередной период потепления, которых за последний миллион лет было уже несколько. Для будущего человечества это — немаловажный вопрос, если учесть высокую скорость, с которой приходят и уходят ледники. Решая такой вопрос, заманчиво заглянуть в глубь геологической истории, найти аналогичные события и с их помощью разобраться в современной обстановке. К сожалению, пока идет обратный процесс: пользуясь данными по последнему оледенению и современным ледникам, геологи пытаются выявить и изучить ледниковые эпохи далекого геологического прошлого. Оледенения в жизни Земли были неоднократно. Самые древние были еще в допалеозойское время, т. е. свыше 600 млн. лет назад. Крупное оледенение произошло в конце палеозоя, во второй половине каменноугольного периода. О нем и пойдет речь сейчас.

Открытие ледниковых отложений четвертичного периода было одним из важнейших достижений геологической мысли прошлого века. Заключительная фаза геологической истории сразу предстала в новом свете. Многие новейшие отложения, с которыми геологи часто имели дело, оказались ледникового происхождения. Все эти наблюдения оживленно обсуждались в печати. Вполне понятно, что стали искать следы оледенений в более древних отложениях. Конечно, тут же немного перегнули палку, принимая за ледниковые валунники обычные конгломераты. Может быть, памятуя о таких ошибках, довольно долго подвергали сомнению сообщение геолога В. Блэнфорда, сделанное еще в 1859 г. об открытии верхнепалеозойских ледниковых отложений в Индии. Некоторые валуны в этих отложениях имеют вес в 30 т. Позже такие же отложения (их называют «тиллитами») были найдены в Австралии, Африке, Южной Америке и Антарктиде.

Так вошло в науку представление об обширном оледенении Гондваны во второй половине каменноугольного периода. Впрочем, надо оговориться: время гондванского оледенения известно недостаточно точно. Одни геологи считают, что оно было в середине каменноугольного периода, другие — в конце его, третьи — относят оледенение уже на начало пермского периода. Последняя

точка зрения как будто опровергается современными данными, а, чтобы удовлетворить самого взыскательного критика, лучше принять более расплывчатую формулировку — «вторая половина каменноугольного периода».

Хотя рассматривать ледниковые эпохи не входит в нашу задачу, мы намеренно коснулись гондванского оледенения, поскольку оно совпало с ранними стадиями развития глоссоптериевой флоры. Что же говорит эта флора о гондванском климате? Этот вопрос, конечно, может показаться излишним, когда есть такое свидетельство, как оледенение. Ведь не в тропиках же образовались ледники? Но, как говорил комиссар Мегрэ, «пока следствие не окончено, трудно различить, что интересно, а что нет». Одни ледники еще не полное свидетельство о климате, надо собрать и другие факты. Ведь есть и «снега Килиманджаро».

Гондванские растения изучаются уже давно. В Индии этим занимается группа высококвалифицированных палеоботаников и даже есть специальный Палеоботанический институт (единственный в мире). Поэтому растения, сопутствовавшие оледенению, мы знаем довольно хорошо. Прежде всего бросается в глаза относительно небольшое количество видов. Самый полный список лучше всего изученной индийской верхнепалеозойской флоры включает немногим более 160 видов — и это после почти ста лет интенсивного изучения. Здесь вовсе нет растений с крупными раскидистыми листьями, редки папоротники, почти нет плауновых, а те, которые есть, имели довольно тонкие стволы. Породы забиты листьями глоссоптерисов. Очень важно, что такого типа растения встречаются в Гондване сразу ниже ледниковых отложений, выше их и далее по всему разрезу многометровой угленосной толщи. В гондванской древесине мы всегда видим отчетливые годовичные кольца.

Короче говоря, о том, что гондванские растения росли в тропическом или даже субтропическом климате, не приходится говорить. Трудно, конечно, представить себе столь унылые пейзажи в Индии, Южной Африке и Южной Америке, но что поделаешь! Таковы факты. Удивляясь, надо их объяснять.

## Древний материк Ангарида

В распределении климатических зон Земли обязательно должна быть симметричность. Вдоль экватора — тропический, у полюсов — арктический климат, а между ними — нечто среднее. Конечно, абсолютно одинаковой последовательности поясов различного климата в обоих полушариях нет и не может быть, но некоторое подобие симметричности обязательно. Недаром Земля — вращающийся шар.

Если так, то невольно возникает вопрос, а не было ли палеозойского оледенения в Северном полушарии? Его надо, очевидно, искать где-то за пределами намеченного выше пояса тропической флоры. Достоверно северного оледенения, одновременного с гондванским, мы пока не знаем, но это отнюдь не значит, что его не было. Своеобразные породы, образовавшиеся от таяния льдов с валунами в море (а не на суше, как в Индии или Африке), известны в Верхоянье, но они, скорее всего, имеют пермский возраст. Может быть, это — лишний козырь в руках сторонников такого же возраста гондванского оледенения, но не надо спешить с выводами.

Если вопрос о палеозойском оледенении Северного полушария еще неясен, то существование здесь внетропической флоры вне сомнений. Она заселяла древний материк Ангариду, располагавшийся на месте Северной Азии и временами захватывавший Печорский бассейн. С ангарской флорой (строго говоря, ее следовало бы называть «ангаридской») мы уже знакомы в главе «Кордатовая тайга». Решить вопрос о климате, в котором она жила, непросто. На первых порах в ней были древовидные плауновидные (хотя и не такие, как в типичных тропиках), которые потом исчезли. Зато стали попадаться (правда, редко) некоторые тропические растения. В начале пермского периода и они исчезли, а во второй половине перми снова появились довольно теплолюбивые растения. В Печорском бассейне и Прикамье в перми возникло несколько родов древовидных плаунов, которые столь же неожиданно и вымерли.

Из общего знакомства с ангарской флорой создается впечатление, что она значительно теплолюбивее гондванской, особенно в каменноугольное время. Пермская и каменноугольная флора Ангарида достаточно богаты.

В 1958 г. М. Ф. Нейбург насчитала в них около 600 видов, а после этого было описано еще несколько десятков видов. Это немного меньше, чем в тропических флорах (только в Донбассе и только в каменноугольных отложениях обнаружено около 400 видов). Но надо учесть, что донецкая флора изучена значительно полнее ангарской. И все же говорить о тропическом климате на территории Ангариды, когда на ней была кордаитовая тайга, мы не можем.

Во-первых, такое разнообразие видов характерно лишь для Кузбасса, Печорского бассейна и Дальнего Востока, т. е. для тех районов, которые расположены близко к тропическому поясу. Уже в Тунгусском бассейне разнообразие растений было значительно меньшим. Кроме того, вся древесина Ангариды имеет хорошие годичные кольца. Видимо, здесь почти не было древовидных папоротников. Поэтому о климате кордаитовой тайги можно говорить как о внетропическом. Только в начале каменноугольного периода, когда еще не было кордаитов, на юге Ангариды (в Кузнецком и Минусинском бассейнах, Туве и других местах), видимо, были тропики, так как основные растения, встречающиеся здесь в нижнекаменноугольных отложениях, — достаточно крупные (до полуметра в поперечнике) древовидные плауновые.

### Воды, воды!

В некоторых пустынях количество осадков столь мало, что не поддается измерению. Например, в Ливийской пустыне дождь бывает один раз в четыре-пять лет. И все же пустыни населены растениями. Для борьбы с сухостью у них развиваются необычайно глубокие корни, проникающие до 15 м в глубь почвы. У других растений корни, наоборот, распространяются по площади, протягиваются на расстояние в 15—20 м. Засухоустойчивость — одна из интереснейших проблем физиологии растений. Собственно, вся эволюция растений с того момента, как они вышли на сушу, шла под знаком борьбы за воду. Здесь можно найти интересные аналогии с позвоночными животными, которые тоже когда-то покинули море. Наиболее примитивные наземные растения (а среди животных — земноводные) для своего размно-

жения нуждаются в воде. Лягушки должны куда-то метать икру, а сперматозоиды даже таких сухопутных растений, как папоротники и плауны, могут добраться до женской яйцеклетки лишь по воде (правда, для этого им достаточно тонкой водной пленки). Пресмыкающимся, птицам и млекопитающим вода нужна только для питья (если они не живут в воде). Те, кто питаются сочной растительностью, могут вовсе не пить. Наиболее сложные растения (голосеменные и покрытосеменные) также не нуждаются в воде для размножения. Короче говоря, органический мир старается все больше и больше быть независимым от воды.

К сожалению, мы не знаем, каким образом высшие растения выработали такие достаточно сложные приспособления, которые позволяют им размножаться на почти совершенно сухих местах. Дело в том, что семена, т. е. главное приспособление для такого размножения, появляются в геологической истории как-то очень внезапно, без постепенного перехода. Об их происхождении пока только строят гипотезы.

Но не об этом сейчас пойдет речь. На предыдущих страницах мы разбирали климатические условия прошлых эпох, говорили о тропических и внетропических областях, обращая внимание на температуру и сезонность климата, но почти ничего не говорили о влажности. Между тем о влажности, по-видимому, растения должны дать самые полные сведения. Если растения в своей жизни откликаются прежде всего на влажность внешней среды, значит и в ископаемой флоре можно найти соответствующие закономерности. Действительно, мы знаем не только отдельные растения сухого климата (например, в третичных отложениях штата Юта в США был найден кактус), но и целую флору. Сухость наложила на нее свой отпечаток во всем: листья мелкие и толстые, много хвойных, папоротники и хвощи редки. Именно такие наборы растений мы находим в верхнепермских отложениях Западной Европы, где за сто лет тщательного изучения установлено всего десятка три видов. Вместе с такой «угнетенной», как часто говорят, флорой в геологическом разрезе встречаются гипс, ангидрит, каменная соль, доломиты, — одним словом, породы, образующиеся в обстановке жаркого, засушливого климата. Долгое время геологов вводили в заблуждение породы, окрашенные в яркие крас-

ные и бурые цвета. Считали, что это не что иное, как окаменевшие пустыни. Позже обнаружили в этих «пустынных» породах раковины водных животных. Тем не менее большое количество красноцветных пород действительно оказалось свидетельством засушливого климата.

Сейчас сухолюбивая флора установлена в отложениях всех периодов, начиная с каменноугольного, и более или менее оконтурены области их распространения. Однако вопрос этим не исчерпывается.

### Растения-лжесвидетели

Вроде все получается логично. ~Растения зависят от влажности климата. В засушливых условиях мы должны встречать и сухолюбивые виды. Естественно и обратное заключение: если мы находим в горных породах сухолюбивые растения, значит климат был засушливым, а если в наши коллекции попадают влаголюбивые растения, значит и климат был влажным. Такие рассуждения выглядят как аксиомы. Зачем ломиться в открытую дверь? Но недаром считается, что нет правил без исключений. Если говорить о геологическом прошлом, то здесь часто не знаешь, где правило, а где исключение. Какая-то несущественная поправка или одно исключение вдруг ставят под сомнение вполне логичную теорию и в конце концов ее нацело разрушают.

Примерно так получается и с только что высказанными аксиомами. В них не учтен один момент: то, что населяло территорию района миллионы лет назад, и то, что попало на стол палеоботаника, — совершенно разные вещи. Жителям Средней Азии хорошо знакома такая картина. Наступает весна, и суровая пустыня начинает зеленеть. Затем припекает солнце, и приходит пора летнего унылого пейзажа. Все вокруг сохнет, остается лишь скудная пустынная растительность. Зеленеют только оазисы да долины рек. Много ли это, если подсчитать в процентах к общей площади? А что достанется палеоботанику будущего? Мы уже говорили, что растение не может стать ископаемым, не попав в воду. Бывают, конечно, исключения, но это редкость. Для этого, например, должно произойти вулканическое извержение, чтобы пепел за-

сышал все без разбора. Иногда доходят до нас стволы, засыпанные дюнами, но от листьев здесь остается лишь труха. Вот и получается, что в засушливых районах имеют шансы стать палеоботаническими документами отнюдь не сухолюбивые растения, а именно те, которые растут вдоль водоемов. От остальных растений сохранился разве что пыльца.

Здесь можно, конечно, возразить, что это все — тоже лишь рассуждения. Нужны примеры, и они есть. Во второй половине пермского периода восточную половину Европейской части Союза закрыл крупный залив арктического моря. Потом море уходило отсюда постепенно, оставляя тут и там соленые лагуны. Климат был жарким и сухим, а поэтому на дне лагун стали отлагаться в большом количестве типичные для такого климата осадки: доломиты, каменная соль, гипс и т. д. Но среди типичных пород засушливого климата встречаются прослойки со странным набором ископаемых растений. Это хвощи, мхи, папоротники, плауновидные — словом, очень влаголюбивые растения. Это не единичный случай.

Геологи, собравшие коллекцию ископаемых растений, часто спрашивают палеоботаника не только о возрасте пород, но и о климате, в котором жили найденные растения. Геологу важно знать обстановку, в которой происходило отложение пород. Отвечая на такие вопросы, палеоботанику приходится быть очень осторожным. Разумеется, если мы находим в породах большое количество мхов и хвощей, мы почти с полной уверенностью можем сказать, что эти растения требовали для себя большого количества влаги. Но если среди ископаемых растений нет таких характерных указателей влажности обстановки, что делать тогда? Как и в случае с температурами, надо смотреть не на систематическую принадлежность растений, а на их форму, строение, микроструктуру.

Так палеоботаники и поступали, пользуясь наблюдениями над современными растениями. Но здесь получился казус.

Сначала все шло гладко. Имея под руками характерные примеры (кактус, саксаул, ковыль и др.), ботаники создали некий абстрактный облик сухолюбивого растения. У него, дескать, мелкие кожистые листочки, толстая кутикула, спрятанные в ямки или бороздки устьица. У таких растений, как кактус или молочай, листья не-

многочисленны, мясистые, побеги тоже мясистые, много колючек и т. д. Несмотря на многочисленные исключения, именно эти типы сухолюбивых растений осели в сознании палеоботаников в качестве единственных полномочных представителей всех растений, приспособленных к недостатку влаги. Было сделано и поспешное обратное заключение: если у найденного ископаемого растения налицо все перечисленные приметы, значит оно росло при резком недостатке влаги. В течение последних 50 с лишним лет в печати то и дело появляются статьи с призывами проявлять осторожность в таких выводах. Представляются и убедительные факты. С некоторыми из них мы сейчас и познакомимся.

### Когда свет становится врагом

Ягоды клюквы известны всем, а вот листья ее как следует не разглядывают, хотя они попадают даже в фабричных банках с вареньем. Листья очень мелкие, похожие на брусничные (оба растения принадлежат к одному роду семейства вересковых), но мельче и жестче. По всем признакам, которые мы недавно перечисляли, клюква — типично сухолюбивое растение (ксерофит), несмотря на свой болотный образ жизни. Таких растений на болотах много, и это должно было насторожить палеоботаников. Значит, растения с «сухолюбивой» внешностью можно встретить и среди обитателей болот прошлых геологических эпох. Найдя такие листья, можно вполне прийти к выводу о сухом климате — и попасть впросак.

Примерно так и получилось, когда стали изучать растения европейских болот каменноугольного периода. Палеоботаники находили признаки засухоустойчивости на растениях, а геологи видели в породах все показатели влажного климата. Чтобы удовлетворить обе стороны, приходилось идти на своеобразный компромисс. О климате Донбасса в каменноугольном периоде в одной из недавно вышедших книг говорится, что здесь по палеоботаническим данным климат, якобы, был жаркий и сухой. На это указывают ксероморфные признаки некоторых растений. Интенсивное углеобразование в эту эпоху свидетельствует, напротив, о влажном климате. . . Вероятнее всего, периоды сухого и влажного климата чередо-

вались. Тем самым противоречие не столько разрешалось, сколько замазывалось неоправданно сложными построениями. Ведь чередование влажного и сухого климата (именно климата, а не погоды) — весьма необычная ситуация.

Авторов этой книги можно понять. Не располагая данными о физиологии современных болотных растений, они, естественно, не могли вообразить такую бессмыслицу: растение вооружается против сухости, живя на болоте в окружении воды. Не будем винить их и по той причине, что сами ботаники, в том числе специалисты по физиологии растений, не очень-то хорошо разобрались в причинах этого парадокса. Имеется, правда, несколько довольно убедительных предположений.

Еще в конце прошлого века немецкий ботаник А. Ф. Шимпер выступил со своей теорией физиологической сухости. Он и последующие исследователи показали, что растение не всегда может воспользоваться водой, которая как будто имеется в избытке. Такими физиологически сухими являются, например, солончаки. С любителями засоленных мест палеоботаникам встречаться приходилось. Это, например, триасовое растение плевромейя — дальняя родственница лепидодендрона. Кстати, история ее первой находки своеобразна. В середине прошлого века с кафедрального собора в Магдебурге упал камень и, естественно, раскололся, а в нем оказался хорошей сохранности кусок плевромейи. По характеру породы и строению самого растения палеоботаники пришли к выводу, что плевромейя образовывала сплошные заросли в мелководных засоленных бассейнах. Это лишь один тип физиологически сухих местообитаний.

Иногда считают, что и в болотах вода не подходит всем растениям из-за химического состава (в ней много гуминовых и других кислот). Кроме того, болота зимой промерзают и вечнозеленые кустарнички, вроде клюквы, лишаются почвенной влаги. Чтобы не погибнуть, они должны беречь находящуюся в их тканях воду, а для этого выработать приспособления, позволяющие уменьшить испарение. Ксерофитизм болотных растений как будто получил объяснение, и именно такая точка зрения была принята палеоботаниками, изучающими аналогичные черты в растениях ископаемых болот. Но, к сожалению, и в этих рассуждениях обнаружили изъяны.

Некоторые ботаники (особенно много потрудились в этом направлении М. В. Сеянинова-Корчагина) выяснили, что болотные жители почти нацело теряют свое засухоустойчивое «обмундирование», если их выращивать в той же физиологически «сухой» воде, но в тени. Вывод из этих наблюдений был довольно неожиданным, хотя и естественным: растения пытаются защититься от света, от источника своей жизни. Последовавшие исследования показали причину. Оказалось, что при избытке света и одновременном недостатке азотистых веществ происходит слипание, а затем и гибель хлорофилловых зерен, без которых растение не может жить. На болоте с его низкорослой растительностью света более чем достаточно, а вот азотистых веществ в почве большая нехватка. Восполнить этот дефицит растения не могут (некоторые растения в погоне за азотом научились ловить насекомых), и им остается только укрываться от света. Мелкие кожистые листочки, опушение и толстая кутикула — вот их достаточно эффективная защитная мера.

Получилось конечно, очень неудачно для палеоботаников (надо принимать во внимание еще и свет), но удачно для растений. Приобретением перечисленных черт они достигают двух целей: в случае временного высыхания или промерзания болота растения не страдают от недостатка воды, а в случае избытка света не гибнут от слипания хлорофилловых зерен. Нельзя, конечно, целиком сбрасывать со счетов и физиологическую сухость в ее первоначальном понимании. Вода в болотах действительно не очень хороша, да и одним светом всего не объяснишь. Некоторые признаки ископаемых (и современных) болотных растений, например расположение устьиц в ямках или желобках, трудно связать с реакцией на избыток света. Поэтому те листья кордаитов, у которых устьица спрятаны в желобках и с изучением которых было труднее всего, по-видимому, скорее свидетельствуют именно о некоторой физиологической сухости болот в кордаитовой тайге.

Все сказанное показывает еще раз, как тесно связаны между собой отрасли науки и как далеко иногда приходится искать решение задаваемых природой вопросов. Мы уже говорили, что выявление закономерностей в распределении некоторых полезных ископаемых требует знания климатической обстановки. Для этого

приходится обращаться к ископаемым растениям. Отсюда логика исследования ведет к физиологии питания современных растений. Кто бы мог подумать, что, когда ботаник закрывает от солнца кустик растущего на болоте багульника и измеряет затем толщину кутикулы на его листьях, он способствует раскрытию подземных богатств? Здесь уместно привести высказывание знаменитого французского биолога Ламарка: «Человек, изошрившийся в каком-нибудь предмете, обширном даже, но замкнутом, может своими суждениями по данному предмету доставить нам доказательства и своей опытности, и своей осведомленности во всех деталях той области, которая является объектом его наблюдения и изучения. Однако если он мало разнообразил круг своих идей и познаний, если он остался чуждым большинству тех идей и знаний, которые он мог получить из другого источника, то в действительности он займет на лестнице различных ступеней интеллектуального развития лишь умеренную по высоте ступень. . . и ему даже не под силу будет уяснить себе или основать истинную философию разрабатываемой им науки».

### Был ли у растений золотой век?

Можно ответить твердо: да, был и, может быть, даже несколько раз. Впрочем, надо договориться о терминологии. Понятие «золотой век» несколько расплывчато. Определим его методом от противного. Золотым веком вполне можно считать время, когда с севера и юга оледенения не прижимали растительные зоны к экватору, когда не было гигантских засушливых зон, когда тропические леса не были стиснуты жесткими рамками приэкваториальной полосы. Конечно, благоденствие для одних растений означает гибель для других, но мы будем исходить из интересов большинства. По числу видов тропические растения составляют и всегда составляли подавляющее большинство в растительном мире.

Приняв такое определение золотого века, посмотрим, когда же растениям больше всего везло. В первый раз это было, по-видимому, в первой трети каменноугольного периода. В то время по всему миру распространялись древовидные плауновые и другие свидетели типично тропических условий. Безморозный, но несколько сухой климат был тогда и в Ангариде, т. е. там, где потом росла

кордаитовая тайга. Со второй трети каменноугольного периода началась резкая дифференциация климатов, которая нарастала все больше и больше. На гондванских материках началось великое оледенение, резко различная флора заселила отчетливые климатические пояса. В пермском периоде образовался обширный пояс засушливого климата, который продержался и в первой половине триасового периода (первого в мезозойской эре).

Большие события произошли в жизни растений во второй половине триасового периода. При однообразном тропическом климате для них открылись широкие пути для расселения. Чуть ли не по всему миру мы находим сходный набор родов и даже видов, будь то Северная Гренландия, Центральная Европа, Приуралье, Китай, Северная Америка, Дальний Восток или Юго-Восточная Азия. Некоторое своеобразие еще сохраняется за флорой гондванских материков. Но в юрском периоде флористическое равновесие понемногу захватывает и Южное полушарие. Конечно, не надо думать, что флора всех перечисленных мест совершенно повторяет друг друга. Разница в родовом и видовом составе, безусловно, есть, но разве ее можно сравнить с теми резко выраженными различиями, которые были в пермском периоде или которые наблюдаются сейчас. Для конца триасового периода пока вообще не удается установить климатической зональности по ископаемым растениям (к этому выводу недавно пришла палеоботаник И. А. Добрускина). В юрском периоде и в первой половине мелового периода климатическая зональность отмечается, но очень теплолюбивые (может быть, даже тропические) растения забираются далеко в глубь бывших внетропических областей. Есть растения, которые встречаются практически по всему миру.

Такие очень благоприятные климатические условия планеты продолжались довольно долго, примерно сто миллионов лет. Но и потом, уже в третичное время, в Западной Европе были почти настоящие тропики. Недалеко от Лондона, у нас на Украине и во многих других местах находят остатки пальм, папоротников, различных вечнозеленых растений, ближайшие родственники которых сейчас встречаются только в тропических и субтропических джунглях. Всего этого благополучия не стало, когда началось последнее оледенение, отогнавшее всех любя-

телей тепла далеко на юг. Золотой век закончился. Появились обширные пространства с лесотундрой и тундрой, которые раньше, возможно, не образовывали сплошной пояс. Арктические растения до этого, может быть, жили лишь в высокогорье или на Крайнем Севере.

Мы привыкли подходить ко всем событиям прошлых геологических эпох с меркой современного нам лика Земли. Однако чем дальше углубляемся мы в историю нашей планеты, тем отчетливее видим, что наш геологический период является скорее исключением, чем правилом в климатическом отношении. Такая резкая климатическая зональность флор, какую можно видеть на Земле сейчас, возможно, была в истории растений лишь один раз, а именно — в конце палеозойской эры. Это один из интереснейших выводов, к которым пришла в последнее время геологическая наука при немалом содействии палеоботаники.

К сожалению, мы мало знаем раннюю историю растительного мира. Специалисты по девонским растениям часто говорят о том, что для тех времен не удастся выделить какие-либо флористические области, наметить закономерности в географическом распределении растений. Возможно, это лишь кажущееся однообразие, связанное с недостаточностью наших знаний. Но то, что лучше изученная раннекаменноугольная флора укладывается лишь в две-три области, имеющие друг с другом много общего, указывает, что климатическая зональность и в девоне не была слишком резкой. Если так, то получается интересная общая последовательность в развитии наземного растительного мира. Сначала была плохо выраженная зональность, затем она проявлялась все ярче и сильнее, наступило оледенение, потом иссушение больших пространств. Потом идет резкий спад дифференциации, снова по всей Земле расселяется сравнительно однообразный набор растений. Затем снова нарастают климатические различия зон, в кульминационной точке разражается гигантское оледенение, и . . . дальше мы не знаем, что будет. Чтобы выводить закономерность и предсказывать будущее, мало двух циклов, у одного из которых мы не знаем начала, а у другого — конца. Но отвергать возможность возврата очередного «золотого века» нельзя. К сожалению, в любом случае это произойдет не раньше, чем через несколько миллионов лет.

## ИСКОПАЕМЫЕ РАСТЕНИЯ О ДРЕЙФУЮЩИХ МАТЕРИКАХ

*«Чем нелепее и грубее кажется вам какая-нибудь деталь, тем больше внимания она заслуживает. Те обстоятельства, которые на первый взгляд лишь усложняют дело, чаще всего приводят вас к разгадке. Надо только как следует, не по-дилетантски разобраться в них».*

А. К О Н А Н - Д О Й Л Ъ  
«Приключения Шерлока Холмса»

У науки есть проблемы и проблемы. Одни ей больше приписываются, а другие чаще недооцениваются. Сколько бумаги было переведено на «снежного человека» и «лохнеское чудовище», которым придавали бог весть какое научное значение. Между тем открытие живой латимерии, настоящей кистеперой рыбы, т. е. предковой формы наземных позвоночных, при всей сенсационности этого улова, помелькав на страницах популярных изданий, не оставило заметного следа в науке, не дало сногсшибательного материала для палеонтологин. Оказалось, что палеонтологи по костям разобрались в кистеперых рыбах совсем неплохо. Латимерия лишь подтвердила существовавшие взгляды.

В то же время величайшие загадки природы (о некоторых мы уже говорили, с другими еще встретимся) остались бедными сиротами у популяризаторов и никак не войдут в моду. В этом есть свои плюсы — загадку тоже нельзя затаскивать и опонять, от этого она теряет привлекательность. Но в этом и минусы — даже среди исследователей о таких загадках часто забывают, к ним привыкают.

В этом смысле гипотезе дрейфа материков повезло. Зародившись в научных изданиях, она вышла на страницы полупопулярной (хотя и строго научной) книги Альфреда Вегенера и быстро приковала к себе всеобщее внимание. В отличие от многих других гипотез, она одинаково волнует и специалистов, и читающую публику, а у геологов вызывает резко противоположные чувства. У одних — восторг и энтузиазм, у других — раздраже-

ние, нежелание иметь с ней какое-либо дело. Эта гипотеза помнит ярлыки «идеализма» и «катастрофизма», ее упрекали в том, что она «уводит научную мысль в мир призраков и самообмана». И все же она оказалась необычайно живучей.

Впервые о возможном движении материков серьезно заговорили еще в XVIII в. (вот уж верно говорят, что новое — это хорошо позабытое старое). В § 163 своей гениальной книги «О слоях земных» Ломоносов пишет о находках в северных областях остатков растений и животных, характерных для теплых стран. Это «морские черепокожные», т. е. моллюски, «зубы слонов» (мамонтов), «следы трав индейских». «Сии наблюдения двояко изъясняют испытатели натуры. Иные полагают больше главные земного шара превращения, коими великие оною части перенесены с места на место чрезвычайным насильством внутреннего подземного действия. Другие приписывают нечувствительному наклонению всего земного глобуса, который во многие века переменяет расстояние эклиптики от полюса». Примерно через сто лет анонимный автор писал в своей книге, вышедшей в Ливнах: «В очертании материков Земного шара намечается следующее: западные берега Европы и Африки почти параллельны восточным берегам Америки. . . Все это едва ли может быть простой случайностью». Правда, пионерам в теории перемещения был, видимо, все же аббат Пласе, по словам которого, относящимся к 1668 г., «до потопа Америка вовсе не была отделена от Старого Света». Таким образом, этой гипотезе уже три века, а о ней все спорят и спорят. Все больше геологов, геофизиков, палеонтологов, ботаников, океанологов становится ее приверженцами.

Палеоботаники никогда не стояли в стороне от дискуссии, и это понятно. На плавающих материках всегда были пассажирами растения, которые не могли не реагировать на перемещения по градусной сетке, не могли не пересаживаться с материка на материк, когда те причаливали друг к другу. Точно так же тысячекилометровые океаны между материками должны были сказаться на закономерностях в распределении растений. Если собрать всех палеоботаников в одном зале и попросить проголосовать по вопросу о дрейфе материков, сторонники Вегенера, несомненно, составят подавляющее большинство. Это понятно, так как с извечностью современного положения

материков очень трудно согласовать факты из географии ископаемых растений. С ними мы уже немного знакомимся и теперь вернемся к ним опять, но уже с несколько другой стороны. Возьмем в качестве исходной точки конец каменноугольного периода и самое начало перми.

### Парадокс № 1

Для выбранного промежутка времени мы можем построить довольно точную картину распределения флоры различных климатов. Посередине располагалась полоса тропиков: почти вся Северная Америка, Гренландия, Северная Африка, Западная Европа, большая часть Европейской территории Союза, Малая Азия, Средняя Азия, Китай, Корея и Юго-Восточная Азия. Проведем границы поточнее, опираясь на местонахождения ископаемых растений этого возраста и взглянем на получившуюся карту (рис. 26).

Картина в целом знакомая — примерно то же, что и сейчас. В середине — тропики, по краям — внетропические флоры. Удивление вызывают только очертания этих зон. В нашем представлении тропическая зона — это более или менее правильная полоса, расположенная вдоль экватора (рис. 29). На современной климатической карте эту правильность не может нарушить даже весьма неравномерное расположение материков и океанов (в Северном полушарии площадь материков значительно больше, чем в Южном).

Даже близкого подобия этой правильной картины мы не видим на нашей пермско-каменноугольной карте. На долготе Америки и Западной Европы ширина ископаемой тропической зоны — 6—8 тыс. км. На долготе Памира зона сужается до тысячи километров. Но не это главное. Почти вся тропическая зона располагается в Северном полушарии! Лишь в Индонезии и, возможно, Южной Америке она немного заходит за экватор. Зато Южное полушарие почти полностью занято единой внетропической, довольно холоднлюбивой глоссоптериевой флорой. Сам по себе этот факт вызывает недоверие к фиксизму, т. е. к теории устойчивости континентов. Палеоботаники не могут себе представить, чтобы одни и те же растения (не отдельные роды и виды, а достаточно богатая флора)

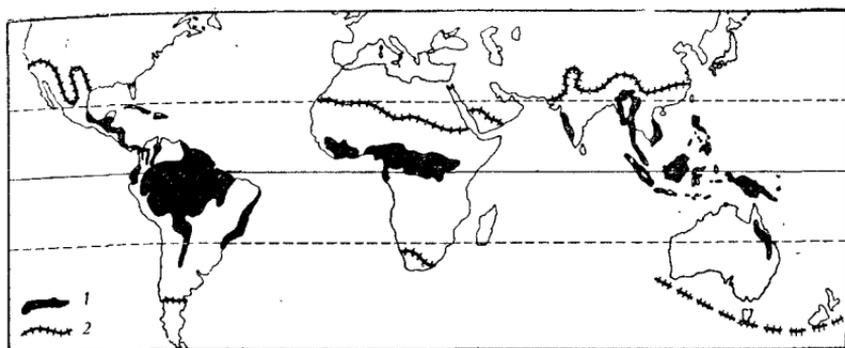


Рис. 29. Распространение современных тропических дождевых лесов с деревьями без колец прироста (1) и распространение тропической флоры вообще (2)

могли спокойно существовать в 450 км от Южного полюса и на 30° севернее экватора в Кашмире и в то же время на еще большем протяжении в перпендикулярном направлении.

Конечно, «не могут себе представить» — еще не очень веский аргумент, так как фиксисты точно так же не могут представить передвижение материков. Наиболее ортодоксальных из них из-за этого не могут переубедить уже никакие аргументы. Но все же здесь идет речь о представлениях различного порядка. Когда палеоботаники говорят о невозможности такого распространения растений, они опираются на хорошо познанные закономерности их географического распределения. Мы уже достаточно знаем об ископаемых растениях, чтобы категорически утверждать, что они имели в принципе тот же набор тканей и клеток, что и современные нам растения. Мы можем дать голову на отсечение, что наземные растения от палеозоя донныне сохранили свои потребности во внешней среде, сохранили норму реакции на эту среду. В первой главе мы говорили, что растения набрали свой «лексикон», которым они изъясняются с внешним миром, еще в девонское время. Поэтому у палеоботаников нет никаких оснований наделять растения геологического прошлого волшебными чертами, позволявшими им не обращать внимания на географию, селиться так, как это удобно для сторонников постоянства материков.

Когда сторонники фиксизма говорят, что они что-то не могут представить, то речь идет о совсем других материях. Они не могут себе представить процессы, протекавшие за миллионы лет на пока недоступных глубинах нашей планеты. Здесь часто, по сути дела, и представлять нечего, так мало мы знаем, что делается и делалось на глубинах в сотни километров. Никакие физические рассуждения тут нельзя принимать во внимание до тех пор, пока не будет доказано со всей очевидностью, что взятые за основу физические законы действительны и для сотен миллионов лет. Ведь за такой длительный срок происходят процессы, которые тоже довольно трудно представить, подходя к ним с обычными временными мерками. Разве могли бы мы себе представить, если бы не видели этого в природе, что пласты твердых, как кремнь, пород могут изгибаться в прихотливые складки, как будто они вылеплены из пластилина? Но вернемся к нашему предмету.

С юга тропическая зона охватывает полукольцом Ангариду с ее внетропической флорой. Площадь Ангариды в 10—15 раз меньше Гондваны (если высушить океаны между южными материками). Опять какая-то несурезица. Интересно и то, что ангарская флора, видимо, была более теплолюбива, чем гондванская. Наверное, это оттого, что здесь не было ледников, а если и были, то небольшие и мало влиятельные.

В современных климатических зонах также отмечается асимметричность. В Южном полушарии почти нет умеренной зоны, здесь тропики и субтропики очень резко сменяются тундрой. Но нынешняя асимметричность почти не касается самих тропиков, что хорошо видно на картах распространения тропического климата в целом и отдельных характерных растений, например пальм. Нынешние тропические дождевые леса с их древесиной без годичных колец также располагаются правильной полосой вдоль экватора. На нашей пермско-каменноугольной карте все не так, и это первый палеоботанический парадокс.

## Парадокс № 2

Влияние теплых и холодных течений на климат общеизвестно. Лучший пример — сравнение Южной Гренландии и Скандинавии, находящихся на одной широте. Раз-

ница в их климате, обязанная своим происхождением Гольфстриму, не нуждается в пояснениях. Поэтому вполне понятно, что именно к течениям обращались исследователи в поисках объяснения парадокса № 1. При этом давались как голословные заверения в том, что течения все могут объяснить, так предпринимались и попытки серьезного палеоклиматического анализа. Добавим к течениям циркуляцию атмосферы, подберем на их пути горные хребты, и мы получим довольно правдоподобную, с точки зрения фиксизма, картину, которую нарисовал, например, видный английский климатолог Г. Брукс.

Но с течениями, циркулирующей атмосферой и горными хребтами дело не обстоит так просто, как кажется на первый взгляд. Например, в Европе северная граница тундры под влиянием Гольфстрима расположена всего на 10° севернее, чем в Сибири. Это действие самого мощного современного теплового течения.

Здесь скептик заметит: «Ну что такое Гольфстрим? Вот раньше были течения! А сейчас ведь и времена другие, и масштабы не те». Возражать здесь по существу трудно, и потому просто обратимся к фактам. Не будем по своему желанию расставлять здесь и там хребты и рисовать логически возможные варианты циркуляции воздушных и водных масс. Посмотрим по документам, насколько в действительности влияли течения, хребты и прочее на расположение климатических зон.

В последние годы палеоботаники много усилий приложили к тому, чтобы разобраться в основных закономерностях географического размещения ископаемых растений. Известный московский палеоботаник В. А. Вахрамеев построил серию карт для юрского и мелового периодов, обозначив основные палеофлористические границы. Мне удалось построить аналогичные карты для разных частей каменноугольного и пермского периодов. На всех этих картах проследим лишь одну, наиболее обоснованную границу, разделяющую тропическую и внутритропическую флору Северного полушария в Евразии. И вот оказывается, что от начала каменноугольного периода и почти до конца мезозоя эта граница мало меняла свое положение.

За эти четверть миллиарда лет лик Земли претерпел грандиозные превращения: много раз меняли свои очертания континенты и океаны, морские воды заливали большую часть Евразии, а затем уходили. Моря сменялись

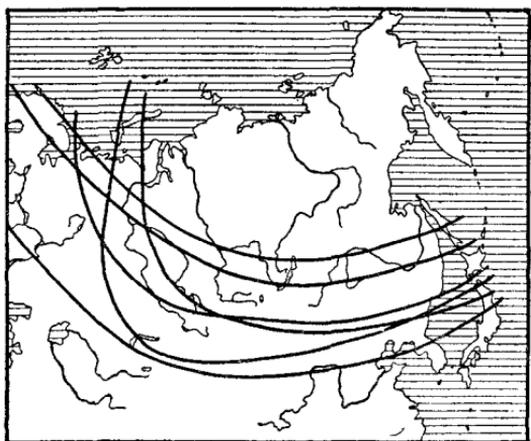


Рис. 30. Положения северной границы тропической зоны в пределах Евразии в разные эпохи позднего палеозоя и мезозоя (за 250 млн. лет)

пустынями, земная кора сминалась в складки. Урала не было, потом он появился и стал внушительной горной страной, а затем снова почти сравнялся с землей. Появились и исчезли горы в Европе, Средней Азии, на Дальнем Востоке и т. д. Горные цепи и моря, перерезавшие Евразию, затрудняли обмен растениями между разными областями. За это время расцвели и пришли в упадок целые династии в растительном и животном мире планеты. И несмотря на все это, выбранная нами граница лишь лениво покачивалась немного севернее, затем немного южнее, а ориентировки не меняла и так и не вышла за пределы полосы шириной 1,5—2 тыс. км (рис. 30). Вот это и есть парадокс № 2. Палеофлористические границы высшего ранга мало зависят от изменений лика Земли. Более общая причина — солнечная радиация — играет здесь решающую роль. Ну, а если так, то как согласовать с точки зрения фиксизма парадоксы № 1 и № 2? Почему Солнце обходило в палеозое своим теплом южную половину Земного шара с ее холодолюбивой флорой? Добро бы это было всегда, а то ведь не так!

Южный эквивалент той границы, которую мы проследили в течение почти 250 млн. лет, не отличается таким постоянством. Эта граница в течение геологической исто-

рии упорно ползла на юг. Возьмем для примера лучше изученную Индию. В палеозое она покрыта внетропической флорой и, кстати, отрезана от северной флоры (об этом подробнее чуть ниже). А вот в середине и особенно в конце мезозоя (60—150 млн. лет назад) Индия уже явно лежит в тропиках. Нескладно получается у фиксистов: северная граница тропиков почти не движется, а южная все уходит и уходит вниз по меридиану. Обе границы прямо зависят от Солнца, а оно почему-то относилось к ним явно неодинаково. Но и на этом не кончаются свидетельские показания ископаемых растений.

### Великая палеоботаническая стена

Палеоботаники и ботаники, не склонные поддерживать идеи Вегенера, уже давно выдвинули «теорию мостов». Они считают, что сходство флоры по обе стороны от океана вполне объяснимо без теории дрейфа материков. Растения вполне могут переселяться по архипелагам или просто по волнам океана. Несут с собой семена и споры ветер и перелетные птицы. Это все — хорошие доводы, подкрепленные конкретными наблюдениями. Но мало выявить фактор, надо еще и оценить его воздействие в полной мере. Без исторического анализа здесь не обойтись. Нужна вся последовательность событий, а не только конечный результат. Если взаимообмен флорой не встречал затруднений, мы обязательно увидим это на ископаемом материале.

Для примера возьмем Евразию, где соотношения флоры различных областей изучены лучше всего. Не будем забывать и о других территориях. Итак, повторим еще раз ситуацию, сложившуюся в тропическом мире Евразии в палеозое. Выделяется тропический пояс неравномерной ширины, к югу от него — Гондвана, к северу — Ангарида. Обе с внетропической флорой, в которой мало, а то и вовсе нет тропических растений. Последнее не удивительно, так как растения не могут свободно менять климатические условия.

Но вот что интересно: между чисто гондванской и чисто тропической флорой не отмечается никакой смеси даже в пограничных районах. В Северо-Восточной Индии (Ассам, Дарджилинг, Сикким) — типичная глоссоптери-

евая флора. Перевалили через Гималаи, и в Юго-Западном Китае налицо столь же типичная тропическая флора. Еще более интересна картина в районе Кашмира и Средней Азии. В районе Сринагара (почти самый север Индии) встречены многочисленные глоссоптерисы и все, что положено для гондванской флоры. А меньше чем в 1000 км к северу мы уже встречаем северную внетропическую (ангарскую) флору. Именно здесь на севере Индии вблизи стыка флоры разных типов на небольшом пятачке хотелось бы видеть встречу гондванских растений с гостями, прибывшими из Средней Азии, Казахстана, Сибири и Китая. Хотя такой встрече должен был способствовать располагавшийся здесь архипелаг островов, никаких следов того, что она состоялась, нет. Создается отчетливое впечатление, что Индия в то время была отгорожена от остальной Азии палеоботанической «великой китайской стеной». Через нее проникали лишь наиболее отважные «путешественники» из мира растений, нарушавшие не какую-то кратковременную изоляцию, а независимое развитие самобытной гондванской флоры в течение по меньшей мере полусотни миллионов лет.

Факт независимости гондванской флоры от ее северной ангарской родственницы не всегда был очевидным и в полной мере был осознан совсем недавно. Здесь будет уместен небольшой исторический экскурс.

Человек, знакомый только с бытовой электроникой, увидев осциллограф, наверняка в душе назовет его «странным телевизором». Так уж повелось, что для обозначения незнакомых предметов мы сначала подыскиваем название из имеющегося ассортимента слов. Недаром картофель у французов — земляное яблоко. По той же причине существуют сумчатый волк и морской еж, хотя это не волк и не еж. Примерно также получается, когда палеоботанику достается коллекция совершенно неизвестных ему растений. Осторожность и благоразумие не позволяют сразу выделить новые роды, и он старается сначала подыскать хотя бы родовое название среди уже известных растений. «Сделать» новый вид не так страшно.

Когда в начале нашего века в руки русского палеоботаника И. Петунникова попали собранные в Кузбассе отпечатки одного папоротниковидного, ему сразу бросилось в глаза их сходство с индийскими видами рода невроптеридиум. Так он их и назвал. Позже индийские листья были

выделены в особый род гондванидиум. Сюда перешли кузнецкие листья, хотя и в составе особого вида. До последнего времени в том, что кузнецкие и гондванские листья — близкие родственники, никто не сомневался. Объяснялось это тем, что ни один палеоботаник не имел возможности лично сравнить их на образцах.

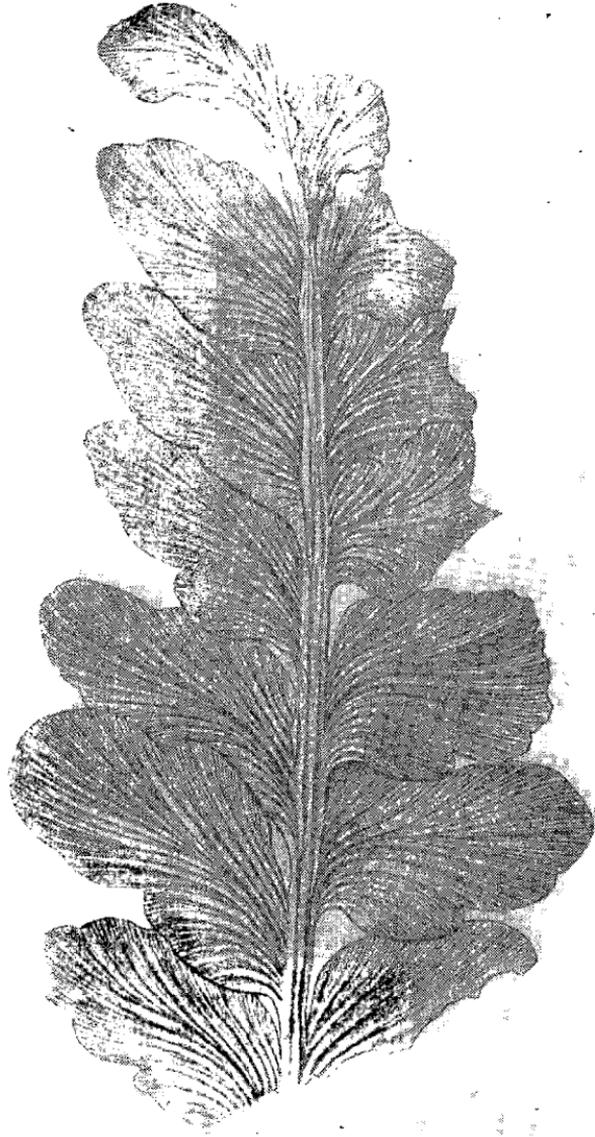
В 1966 г. я побывал в Индии и в Индийском музее в Калькутте убедился, что только индийские листья носят это название по праву. У сибирских видов в каждом «листочке» есть четкая средняя жилка, которой не должно быть у растения, претендующего называться гондванидиум (рис. 31). Нашлись и другие отличия. Так лопнуло одно звено, соединявшее ангарскую и гондванскую флоры.

Справедливости ради следует заметить, что И. Петунников неслучайно обратился за объектами для сравнения к Индии. В то время, т. е. в начале нашего века, палеонтологический мир находился под сильным впечатлением находок В. П. Амалицкого. В конце прошлого века он обнаружил на Малой Северной Двине парейазавров и других пресмыкающихся, которые до этого были известны только в Южной Африке, т. е. в недрах Гондваны. Вместе с парейазаврами были найдены и отпечатки растений, которые и сам Амалицкий, и французский палеоботаник Р. Зейллер, и наш палеоботаник М. Д. Залесский отнесли к роду глоссоптерис. Лишь значительно позже в 1933 г. М. Д. Залесский выделил их в отдельный род пурсонгия, но по-прежнему не сомневался в их близости к глоссоптерис. С ними вышла серьезная путаница, которая выяснилась только недавно, когда была изучена микроструктура пурсонгий и обнаружилось, что они никакого отношения к глоссоптерис не имеют. В начале нашего века это не было известно, и в том, что на севере Европейской части России жили гондванские растения и животные, никто не сомневался. А английский палеоботаник Е. А. Н. Арбер изобразил все на соответствующей карте. Под впечатлением этих взглядов И. Петунников, естественно, увидел в сибирских гондванидиумах не только внешнее сходство, но и близкое родство с гондванским прототипом.

Значительно сложнее оказался вопрос с кордаитами. О том, что они — очень трудный орешек для палеоботаника, мы уже говорили. Но индийским и ангарским листьям особенно не повезло. История началась с досадных ошибок и недоразумений. В 1879 г. чешский палеоботаник



Рис. 31. Эти листья из Сибири (слева) и Индии (справа) долго относили к одному роду гондванидиум. Только индийские листья носят это название по праву (у них в перышках нет средней жилки)



О. Фейстмантель, основоположник систематического изучения палеозойской флоры Индии, описал новый род гондванских кордаитов и назвал его *Noeggerathiopsis* (неггератиопсис). На одном из образцов несколько оборванных листьев лежали параллельно друг другу, из чего Фейстмантель заключил, что и при жизни листья сидели двумя рядами по обе стороны от стержня, т. е. располагались перисто. Отсюда собственно взялось и название *Noeggerathiopsis*, так как у растения неггератия, которое Фейстмантель считал близким родственником установленного им рода, листья сидят именно так. В этом Фейстмантель видел основное отличие гондванских *Noeggerathiopsis* от настоящих кордаитов Европы. Однако это была ошибка, которая быстро выяснилась. По существующим правилам название *Noeggerathiopsis* надо было упразднить, что своевременно не сделали, а потом к нему привыкли и до сих пор многие палеоботаники им пользуются. Больше того, по чистому недоразумению так же стали называть и до сих пор часто называют ангарские кордаиты, хотя для этого не было и нет никаких оснований. Получилось, как с живучей старой сплетней. Такая путаница не только дело чистоты палеоботанического языка. Ведь за каждым латинским названием должны стоять определенного облика растения. В противном случае не избежать серьезных недоразумений. Так получилось и с кордаитами Гондваны и Ангариды. Они фигурировали под одинаковым, да к тому же еще и незаконным названием, и сбивали с толку палеоботаников. Не всегда есть возможность раскопать источник ошибки, и не каждому по душе проводить такое следствие. Когда построено здание, очень трудно, да и не хочется заменять в фундаменте трухлявый кирпич.

Этот букет недоразумений и ошибок дополнили хвощи. Рассказывая о кордаитовой тайге и глоссоптериевой флоре, мы вскользь касались хвощей с чашевидно расположенными, сросшимися при основании листьями. О них подробнее пойдет речь в главе IX. И гондванские, и ангарские виды были смело отнесены к одному роду, а недавно выяснилось, что их нельзя отнести даже к одному семейству.

Так возникло устойчивое убеждение о существенной близости ангарских и гондванских флор. С этим убеждением приходится прощаться. Не надо только торопиться и заключать, что действительно они не имеют вовсе ничего



Рис. 32. Листья глоссоптерис из верхнепермских отложений Сибири (река Нижняя Тунгуска)

общего. Некоторые растения, как Афанасий Никитин, отважно перебирались из одной области в другую, но всегда терялись на чуждом им фоне. То, что такие переселенцы играют ничтожную роль, также недостаточно учитывалось, когда сравнивали обе внетропические флоры. Ведь в списке растений редко указывают, сколько найдено экземпляров каждого вида — один или несколько тысяч. Мне довелось в Индии побывать на угольных месторождениях и видеть скопления из многих тысяч листьев глоссоптерис. В Сибири этот род тоже встречается, но представляет собой большую редкость. Палеоботаникам известны лишь считанные отпечатки (рис. 32).

Когда начиналась изоляция Индостана от остальной части Азии, мы не знаем. Здесь неизвестно ни раннекаменноугольных, ни девонских растений. В конце пермского периода связь индийской и ангарской флоры начинает едва заметно оживляться. В ангарской флоре появляются глоссоптерис и, может быть, некоторые другие гондванские

растения. В триасовом периоде эти связи уже достаточно очевидны. В юрском периоде еще шире открылись пути для миграции растений. В Индии появляется тропическая флора европейского облика, хотя и носящая местный колорит. Изоляция окончилась. Примерно та же картина видна и на остальных гондванских материках.

### Подведем итог

За всеми этими рассуждениями читатель мог потерять логическую нить. Поэтому подведем краткий итог.

1. В позднекаменноугольное-раннепермское время наблюдалось резко асимметричное по отношению к экватору положение флористических границ высшего ранга, а стало быть — и климатических зон. Во всем Южном полушарии до Южного полюса включительно, а на севере даже до Кашмира был внетропический климат. Вся тропическая зона укладывается в Северном полушарии и образует неровную полосу с сильным пережимом в районе Индии. Северная внетропическая зона в 10—15 раз меньше южной.

2. В настоящее время асимметричность климатических зон Земли исчезает, если мы выделяем (как делали для каменноугольно-пермского времени) лишь два типа климатических зон: тропическую и внетропическую. Современная тропическая флора ложится симметричной полосой по отношению к экватору.

3. Течениями и другими внешними факторами такую асимметрию палеозойских климатических зон объяснить нельзя. На примере Евразии мы видели, что флористические (а следовательно — и климатические) границы высшего ранга контролируются более общей причиной — солнечной радиацией.

Если так, то возникают следующие вопросы, обращенные к противникам перемещения материков.

1. Почему Солнце в течение всего существования глоссоптериевой флоры меньше прогревало целиком одно из полушарий? Перемещением полюсов здесь делу не помочь, так как полушарие останется таковым при любом положении земной оси. В этом можно убедиться, взяв в руки глобус, а не карту. Границы палеозойской флоры допускают отклонения полюса на 10—15° в сторону низовьев Лены, но не больше. Иначе полюс входит в область тропической

флоры и пояс последней располагается меридионально. Это бессмысленно.

2. Почему северная граница тропиков оставалась в течение 250 млн. лет почти на одном месте, а южная упорно сдвигалась на юг?

3. Почему существовала палеоботаническая стена, отгородившая Индию от остальной Азии? Почему несколько сот километров (да еще с архипелагом островов) не допускали обмена между индийской и ангарской флорой? Ведь, если придерживаться теории мостов и других фиксистских воззрений, даже тысячекилометровые пространства — не препятствие для установления общности флоры.

Ну вот, кажется, теперь приперли фиксистов к стенке, теперь они не отвертятся! В самом деле, поглядим на карту. Как заманчиво взять и отодвинуть Индию на юг, соединить гондванские материки! А затем вообразить всю мобилистскую историю Земли и любоваться, как все хорошо согласуется с палеоботаникой. . .

Как было бы хорошо, если бы простая и понятная картина была всегда правильной, а остроумное объяснение парадокса законченной теорией! Но у фиксизма тоже есть свои козыри.

Большая часть приведенных выше аргументов хорошо знакома фиксистам, хотя два факта выявились в самое последнее время. Это, во-первых, значительно большая, чем предполагалось, изоляция гондванской флоры и, во-вторых, высокая степень независимости важнейших флористических (климатических) границ от течений, горных хребтов и других внешних факторов.

Противники перемещения материков хорошо знают об асимметричности климатических зон конца палеозоя. Правда, при этом они всегда говорят о смещении к северу экватора и не учитывают (а иногда может быть умалчивают), что не только экватор, но и вся тропическая зона расположена в Северном полушарии. Вовсе не акцентируется внимание на неравномерности тропической зоны. Необычное размещение холоднолюбивых растений и оледенения в Индии пытались объяснить тем, что эти растения росли на горах, здесь же образовывались и ледники. Но этому противоречит присутствие в толще с глоссоптериевой флорой настоящих морских отложений.

В затянувшемся споре фиксисты не столько отвечают на упреки мобилистов, сколько выдвигают на первый план

наблюдения, пока не находящие объяснения с точки зрения мобилизма. Из них, пожалуй, только одно относится к палеоботанике (на геологических и геофизических выражениях мы не будем задерживаться). Посередине Атлантического океана, в 1000 км к западу от Африки, примерно на 10° с. ш., в содержимом трубки, которой берут пробы грунта со дна океана, были обнаружены многочисленные раковинки пресноводных диатомовых водорослей и остатки трав. Можно понять радость сторонников теории мостов, когда им стал известен этот факт. Конечно, нельзя исключать возможность заноса всех этих остатков течениями, направляющимися от континента, но в равной степени можно предполагать былое существование в недавние геологические времена достаточно большого массива суши в Атлантическом океане далеко от берегов Африки.

Можно выдвинуть и еще одно соображение в пользу возможного постоянства в расположении материков. Мы не знаем, как распределялись бы климатические зоны на Земле, если осушить Индийский и Атлантический океаны, а вместо них поместить Гондвану как единый гигантский материк. Воспроизведение такой климатической модели — дело будущего, а без нее трудно сказать последнее слово в многолетнем споре. Нельзя не считаться с тем, что, решая климатические вопросы для прошлых геологических эпох, мы вольно или невольно оглядываемся на современный облик планеты. Но ведь мы уже имели случай убедиться в том, что этот облик не является для Земли постоянным. Об этом никогда нельзя забывать.

В последние годы в нашей научно-популярной литературе отчетливо выявляется тенденция не создавать у читателя представление, что сложные и дискуссионные вопросы уже решены. Гораздо правильнее и, безусловно, более честно показывать перипетии спора и всю проблематичность предложенных решений. Лучше так поступить и с гипотезой перемещения материков. Конечно, палеоботанические факты хорошо согласуются с ней. Но было бы опрометчиво только на этом основании сдавать всю фиксистскую концепцию в архив. Исследователям, стоящим на мобилистских позициях, еще далеко до спокойной жизни, и неизвестно, победа ли ждет их впереди. Не окажется ли так, что мобилизм и фиксизм все же сумеют образовать вместе ту платформу, на которой будет создана третья фундаментальная теория, убедительно отвечающая на все каверзные вопросы?

## СТОЛЕТНИЙ СПОР О СОСНОВОЙ ШИШКЕ

*«Нет ничего тайного, что не стало бы явным. . . Все рано или поздно вылезает наружу, даже то, что такая дурацкая сойка не ореховка».*

Я. Г А Ш Е К

«Похождения бравого солдата Швейка»

Из всего рассказанного, особенно из двух предыдущих глав, у читателя может создаться впечатление, что палеоботаника задает слишком много новых вопросов, почти не отвечая на старые. Это, конечно, верно, но не до конца. Вклад палеоботаники в познание геологического строения обширных территорий — и, прежде всего, угленосных бассейнов — исключительно велик. Все новые возникающие вопросы большей частью касаются самых общих закономерностей в истории планеты и ее растительного мира. Здесь, действительно, еще больше неразгаданного, чем достоверно известного. Однако и в этом направлении проведено немало важных исследований, которые привели к ясному пониманию многих общих закономерностей.

Историю одного такого исследования мы и рассмотрим. Речь пойдет о сосновой шишке, которая на первый взгляд может интересовать лишь лесоводов, белок и любителей ставить самовары. Не первый раз объект, который выбирает биолог для своего изучения, вызывает скептическую улыбку ортодоксальных борцов за скорейшее практическое приложение научных изысканий. Сколько язвительных эпитетов было присвоено плодовой мушке дрозофиле, этому любимому питомцу генетиков. Сосновая шишка, о природе которой ботаники спорили без малого сто лет, — тоже достойный объект для иронии. Но мы не будем над ней смеяться, помня, что прежде, чем отлить сложную деталь из чугуна, ее модель изготавливают из более податливого материала. И кто знает, не выбери ботаники для анализа именно сосновую шишку, может быть, вся эволюция хвойных была бы для нас непонятна.

## Суть вопроса

Сделаем с шишкой то же, что делает с ней белка, и оборвем с нее чешуи. Останется голая ось, на которой видны рубцы чешуй, расположенные в спиральном порядке. Эта спираль хорошо видна и на целой шишке, особенно если она еще не раскрылась. Теперь возьмем отдельную чешую (рис. 33, *д*). Она плотная, деревянистая, сверху с углублениями для семян, поэтому ее и называют «семенная». Сами семена снабжены крылаткой. Под чешуей на молодых шишках видна прикреплявшаяся к оси другая значительно более тонкая чешуйка. Это кроющая чешуя. Она покрывает семенную снизу.

Теперь посмотрим на шишку лепидодендрона. Здесь тоже есть ось, и тоже в спиральном порядке сидят чешуи. На каждой из них сидит сверху по одному крупному спорангию. В одних спорангиях мелкие микроспоры, в других — крупные мегаспоры. И те, и другие, когда созревали, высеивались из шишек, падали на землю и, если было все хорошо, прорастали. Получались маленькие растеньица (заростки) с половыми органами. Из микроспор вырастали мужские заростки, из мегаспор — женские. Иногда мегаспоры прорастали еще в спорангии. Таким образом, мегаспоры — будущие женские заростки.

Сравним шишки лепидодендрона и сосны. Внешнее сходство определено есть. И здесь, и там спирально сидят чешуи, на них органы размножения. У сосны — семена, у лепидодендронов — спорангии с мегаспорами (или микроспорами). Можно вполне представить, что была некая сходная с лепидодендроновой шишка, потом она усложнялась и из спорангия с мегаспорами получились семена. Мы получили в сильно упрощенном виде одну из концепций происхождения сосновой шишки, а лучше сказать — шишки современных хвойных вообще.

Но здесь для дальнейших рассуждений нам надо ввести понятие «гомологии». Это лучше сделать на примере. Предположим, некое млекопитающее постепенно все больше связывало свою жизнь с морем и, наконец, окончательно перешло к водному образу жизни. Обычные лапы стали ни к чему, и через некоторое время их сменили ласты. Ласт тюленя, человеческая рука и нога слона мало похожи друг на друга, но тем не менее это органы одинакового происхождения, они гомологичны. Природа не любит

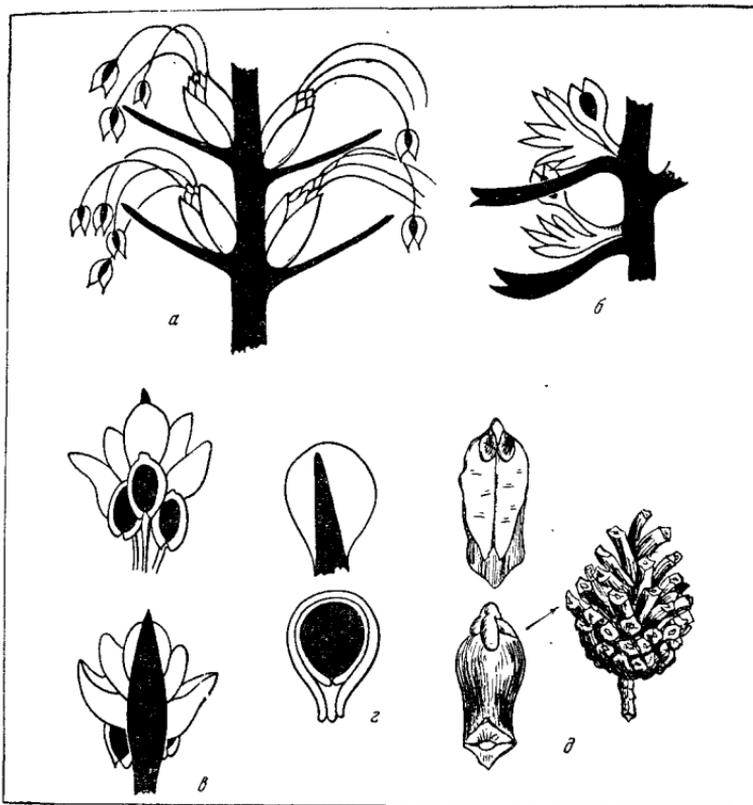


Рис. 33. Эволюция женского побега от кордаитов к хвойным: *а* — часть «сережки» кордаита; в пазухе кроющих чешуй (черные отrostки) сидят шишечки, состоящие из чешуек и семян на ножках; *б* — часть шишки хвойного лебахия; шишечки в пазухе кроющей чешуи упростились, чешуйки начали сростаться; *в* — часть шишки пермского хвойного псевдовольция, чешуйки расположились в одной плоскости; *г* — часть шишки пермского хвойного ульмания, чешуйки слились в семенную чешую, накрытую снизу кроющей чешуей (черный треугольник); *д* — шишка сосны; слева семенная чешуя, вид снизу и сверху

тратить энергию на образование нового органа, если под рукой оказался ставший ненужным орган и его можно переделать. Изучая закладку и развитие органов, можно установить гомологии. Результаты таких исследований бывают порой неожиданными. В самом деле, попробуйте представить, что перья птицы гомологичны чешуям на теле змеи. Трудно себе представить, что устьице растений яв-

ляется гомологом. . . побега. Но индийский палеоботаник Д. Д. Пант недавно показал, что, скорее всего, это именно так.

Установление гомологий — альфа и омега морфологии растений, да и вообще любой морфологии. Когда школьник узнал, что в словах «игрушка» и «выигрыш» общий корень, он тоже уяснил себе гомологию. Познавая гомологии, мы видим общее за частностями, выясняем происхождение и отдельных органов, и организмов целиком.

Иногда гомологии устанавливаются легко (ласт и рука), иногда на это уходят десятилетия. Чтобы разобраться в сосновой шишке, потребовалось почти сто лет.

Правильное в общих чертах решение вопроса предложил еще в прошлом веке немецкий ботаник А. Браун. «В нем причудливо сочетались идеалистическая натурфилософия и индуктивный метод исследования естествоиспытателя, безудержная романтика и спиритуализм и строго научный подход к изучаемым явлениям». Так охарактеризовал А. Брауна видный советский ботаник А. Л. Тахтаджян. Интересующие нас идеи Брауна развил чешский морфолог Л. Челаковский. По теории Брауна — Челаковского семенная чешуя шишки хвойного (спор идет в основном о ее природе) является гомологом целого побега, но сильно укороченного. Такое сопоставление, пожалуй, не менее неожиданно, чем сопоставление роскошного оперения и чешуйчатой кожи. Надо иметь изрядную долю смелости, чтобы ветку с листьями и всеми приспособлениями для размножения сопоставить с одной корявой чешуей. Предложенная Брауном и Челаковским интерпретация только теперь может считаться теорией. Долгое время она основывалась на анализе современных растений, не была подтверждена параграфами палеонтологической летописи, и поэтому была лишь остроумной гипотезой. Опуская дальнейшие экскурсы в область современных растений и другие теории по поводу семенной чешуи, вернемся к палеоботанике.

### Вначале был кордаит

Много раз мы встречались с кордаитами и вот опять к ним возвращаемся. Напомним их облик: крупные деревья с толстым стволом, раскидистая крона, листья или корот-

кие (как у ландыша), или длинные (как у ириса), пронизанные параллельными жилками (рис. 18). Между листьями сидят сережки, с которыми теперь надо познакомиться поближе. Это тонкая ось, а на ней двумя рядами — маленькие шишечки, сидящие в пазухах длинных отростков (рис. 33, а). Каждая шишечка состоит из короткой центральной оси и большого числа (несколько десятков) чешуй, расположенных по правильной спирали. Чем ближе к верхушке шишечки, тем чаще можно видеть вместо чешуй сидящие на их местах ножки с семенами. На каждой ножке по одному семени. В других шишечках на таких же ножках по несколько мешочков с пылью. Сережки у кордаитов были длинными, иногда до 30 см. Так понял строение сережки кордаита французский палеоботаник Б. Рено, когда ему досталась обширная коллекция минерализованных остатков кордаитов из угольного месторождения Отэн. Здесь были не только сережки, но и стволы, листья, корни. Рено тщательно разобрался во всем и написал статью, вышедшую в 1879 г. Иллюстрации к ней до сих пор переходят со страниц одного учебника или справочника в другой. Заметим, кстати, что лаборатория Рено размещалась в большом деревянном ящике перед дверьми роскошного подъезда Палеонтологического музея в Ботаническом саду в Париже. В таком сооружении талантливый и трудолюбивый ученый работал всю жизнь. Это был редкий энтузиаст.

Сравнить сережку кордаита с сосновой шишкой пока еще трудновато, да и внешне между кордаитом и сосной много различий: длинные листья с многочисленными жилками у кордаита и пучки иголок у сосны. Но совершенно по-другому получается сравнение, если взять не сосну, а ее предков.

Когда появились хвойные, мы не знаем. Как и все другие крупные группы, они долго примеряли свой наряд где-то за кулисами и явились перед палеоботаниками уже одетые по всей форме, хотя и несколько старомодной. Первые достоверные хвойные мы встречаем в последней трети каменноугольных отложений в Европе (в том числе и у нас в Донбассе) и Северной Америке.

Особенности захоронения хвойных в породах наводят на мысль, что они появились на более возвышенных местах и поэтому сначала не сохранялись в ископаемом состоянии. Подтверждение этому получено киевским палеоботаником А. К. Щеголевым на донецком материале.

Глядя на общий облик хвойных, можно с этим согласиться. Вся их структура вполне подходит для заселения хорошо освещенных и плохо увлажненных мест. Листья у хвойных мелкие, покрыты плотной кутикулой, а под ней часто есть еще и механическая ткань, придающая листьям прочность и ослабляющая яркий солнечный свет.

Европейские хвойные каменноугольного и пермского периодов относятся к нескольким родам, но для нас сейчас важна только лебахия (Лебах — местечко в Сааре). Если бы шишки лебахий были найдены отдельно от веток да еще в распотрошенном виде, сравнить их с сережками кордаитов было бы совсем просто. В них также есть маленькие шишечки, которые состоят из пучка чешуй, прикрепленных к оси в спиральном порядке. Только количество семян намного меньше и иногда сокращается до одного. Сидят шишечки в пазухе плоской рогульки, похожей на вилку для рыбы и на кроющую чешую современных хвойных (рис. 33, б). Как будто начинают намечаться первые аналогии с ними. У всех древних хвойных шишечки сидят на оси спирально. Это сближает их с современными хвойными, но отличает от кордаитов (к этому различию мы еще вернемся). А не попробовать ли теперь сопоставить рогульку лебахии с кроющей чешуей, а ось сережки — с осью шишки хвойных?

Изучение более молодых, чем лебахии, хвойных показало Флорину, что именно так и должны устанавливаться гомологии. Он изучил последовательную серию хвойных пермского и триасового периодов и увидел, как все меньше и меньше чешуй остается в шишечке, как постепенно они сливаются друг с другом в плоскую пластинку и, наконец, принимают форму плоской семенной чешуи (рис. 33 в, г), на которой образуются углубления для семян. А кроющая чешуя так и осталась почти без изменений.

Интерпретация отдельных частей сосновой шишки теперь уже не вызывает сомнений. Но это вовсе не означает, что все вопросы уже сняты.

### Когда появились семена?

И в специальных статьях, и в более общих работах часто говорится о семенах у палеозойских растений. Когда мы только что рассказывали о шишке лебахии и сережке кор-

даита, мы тоже говорили «семена». Их находят и в шишках, и в сережках, и просто рассыпанными в породе. Долго не сомневались, что это, действительно, настоящие семена, настолько у них характерная внешность: крылатка, как у вяза, плотное ядро в середине, ножка. Но и здесь скептики нашли, в чем сомневаться, и, видимо, они оказались правы.

Чтобы понять причину скепсиса, нам придется обратиться ненадолго к современным растениям, хотя бы к той же сосне. Для примера лучше взять сибирскую сосну, которая более популярна под названием «сибирский кедр». Говоря о папоротниках и лепидодендронах, мы немного говорили об их жизненном цикле. Это споровые растения. В спорангиях, которые расположены у папоротников прямо на листьях, а у лепидодендронов в шишках, сидят споры. У папоротников они все одинаковые, а у лепидодендронов двух видов: микро- и мегаспоры. Споры высеиваются, и из них вырастают заростки. Из одинаковых спор папоротников вырастают обоеполые заростки. У всех имеющих разные споры растений и заростки разные — мужские и женские. Сперматозоиды оплодотворяют яйцеклетки, из которых снова развивается привычное нам растение. Такой жизненный цикл является общим для высших споровых растений. Где же у сосны все это?

У нее есть спорангии с микро- и мегаспорами, причем микроспор (пыльца) в каждой спорангии очень много, а мегаспор — по одной. Уже у некоторых споровых растений, в том числе у лепидодендронов, некоторых архаичных папоротников (вспомним бискалитеку, из главы II) споры прорастают прямо в спорангиях. У сосны и других голосеменных это уже не исключение, а правило. Пыльца сосны — это маленький, не до конца развившийся мужской заросток. Мегаспоры также прорастают прямо в спорангиях и развиваются до образования яйцеклеток. Мегаспоры в таком состоянии, со всеми оболочками, называются семезачатками. Это еще не семя. Семя будет только тогда, когда до семезачатка доберется пыльца, мужской заросток закончит свое развитие, яйцеклетка будет оплодотворена и из нее вырастет зародыш. Когда все эти процессы заканчиваются, можно грызть орешек и извлекать из него ядро которое вообще-то предназначено для питания прорастающего зародыша.

И вот теперь мы выясняем, что все палеозойские семена, у которых удалось изучить внутреннюю структуру, про-

росшую мегаспору имеют, а зародыша не имеют. Иными словами, это не семена, а семезачатки. Пыльца проникла в них еще тогда, когда они были на дереве, и ее мы часто можем видеть внутри семезачатков. Зародыш, видимо, развивался значительно позже, а когда — мы не знаем (кстати, так же не сразу развивается зародыш и у современного гинкго).

Палеоботаники все это отлично знают и все же называют семезачатки семенами — особенно, если их находят не в шишках или сережках, а просто разбросанными в породе. Поэтому простительно так делать и нам. Но надо помнить, что пока неизвестно, когда эти «семена» стали настоящими семенами.

Мы умышленно обошли стороной вопрос о происхождении семезачатков, но это требует новых утомительных экскурсов в область морфологии растений. Лучше в них не пускаться. Мы слегка коснемся этого вопроса в следующей главе.

### Буриадия путает карты

В 1966 г. мне довелось побывать в лаборатории проф. Д. Д. Панта в Аллахабадском университете (Индия). В трудных условиях работает группа палеонтологов: тесные помещения, фотобумагу и химикалии покупают на собственные деньги. Но из-под пера этих интузиастов то и дело выходят статьи, выполненные на очень высоком научном уровне. Как раз осенью 1966 г. Д. Д. Пант и его ближайший ученик Д. Д. Наутиял закончили исследование «хвойного» *Buriadia* (кавычки, как мы увидим ниже, не случайны). Статья вышла вскоре под скромным заголовком «О структуре *Buriadia heterophylla* (Feistmantel) Seward et Sahni и ее плодоношении», но можно не сомневаться, что к ней будут обращаться палеоботаники, занимающиеся самыми разными растениями.

В 1879 г. О. Фейстмантель среди образцов, собранных английскими геологами в Индии в угольном месторождении Гиридах, нашел остатки хвойных, очень похожих на вольцию из триасовых отложений Европы (рис. 34). К этому роду хвойных Фейстмантель и отнес индийские листья. Позже их выделили в особый род буриадия, но никто не сомневался, что это хвойные,

Можно себе представить удивление аллахабадских палеоботаников, когда они обнаружили у буриадии семена, которые сидели на тонких ножках прямо между листьями без всяких шишек, сережек и тому подобных скоплений. Такое можно ожидать у семенных папоротников, у какой-нибудь новой примитивной группы растений, но не у растения, всем своим обликом напоминающего типичное хвойное. Примерно такое же чувство может испытать рыбак, если он найдет рыбу, у которой икра лежит не в брюхе, а развешана по всему телу.

У Панта и Наутияла, естественно, родилось подозрение что это вовсе и не хвойное. Под рукой был большой материал (его аллахабадские палеоботаники собрали в экспедиции, организованной на средства из собственного кармана), и из образцов взяли все, что может дать современная палеоботаническая техника. Приготовили препараты кутикулы из листьев и семян, отдельные семена отделили от породы с помощью плавиковой кислоты, органическую пленку стягивали с породы специальными смесями, кусочки стеблей проводили через кислоты, удаляя все твердое, заключали в целлоидин и резали, как современные растения. Панту и Наутиялу удалось рассмотреть почти все, что нужно палеоботанику, — и картина окончательно запуталась. По анатомическому строению ветвей и эпидермальному строению листьев буриадия ближе всего к хвойным. Листья иногда вильчатые, а изредка даже более сложные, в виде короткой лопаточки с зубчиками на конце. Это тоже может быть у древних хвойных. А вот пыльца, которая уже успела проникнуть внутрь семян, оказалась совсем непонятная. Такую пыльцу имеют гинкговые и беннеттитовые. Внутри семян буриадии слои кутикулы располагаются, как ни у одного другого голосеменного растения. О том, как сидели семена, мы уже говорили. Одним словом, стоило копнуть буриадию поглубже, и вместо всем понятного хвойного растения на свет явился ни на что не похожий гибрид.

Взвесив все за и против, Пант и Наутиял решили, что правильнее всего считать буриадию все же хвойным (конечно, очень своеобразным, несущим черты предка лебахии). Они отказались от точки зрения Р. Флорина, что хвойные берут начало от кордаитов. В их рассуждениях есть логика, но лишь будущие исследования покажут, кто здесь прав. В любом случае очевидно, что в буриадии





Рис. 34. Эти растения первоначально относили к одному виду:  
а — вольтция, хвойное из триасовых отложений Европы; б — буриадия, зага-  
дочное растение из верхнепалеозойских отложений Индии

есть особенности, присущие разным группам растений, и она явно не может быть единым предком для всех. Стало быть, эти особенности могли развиться у нее независимо от других групп. Расшифровка структуры гондванской буриадии ставит поэтому интересный вопрос о независимом появлении различного типа хвойных. Впрочем, эта мысль не нова. Еще в 1940 г. ее затронул в одной из своих статей Р. Флорин. На основании анализа современных и ископаемых хвойных он пришел к выводу, что гондванские хвойные в течение геологической истории держались независимой группой, что ощущается до наших дней. В этом отношении открытие Панта и Наутияла хорошо согласуется с представлениями Флорина.

### Что осталось скептикам?

Нарисованный Р. Флорином эволюционный ряд, ведущий от древнейших хвойных к современным, является, пожалуй, во всей палеоботанике самым красивым. Палеоботаники строили не менее аккуратные ряды для других растений, но там всегда были какие-то неувязки. То не хватало одного-двух звеньев — и вместо них рисовали гипотетические формы, то потомок оказывался старше предка. Начиная от лебахии и кончая современными хвойными, идет филогенетическая ветвь, в которой пока не видно серьезных изъянов. Но вот все, что было с хвойными раньше, довольно проблематично. Иными словами, намеченная Р. Флорином связь хвойных и кордаитов вызывает еще много сомнений. Правда, сомневаться в том, что они — близкие родственники, пока не приходится. У них очень много общих черт. Древесина у древних хвойных и кордаитов одна и та же, сходны их пыльца и семена, да и те «шишечки» (как мы выяснили, они являются укороченными побегами с семенами) тоже удивительно сходны. А сомнения остаются вот какие.

Во-первых, надо вывести иглы хвойных из длинных крупных листьев с многочисленными жилками. Правда, на этот вопрос еще можно найти ответ. Предки хвойных явно имели листья с более сложными жилками. Недаром у некоторых самых древних хвойных мы находим отдельные листья с вильчатой верхушкой. Врожденная и законсервированная способность хвойных давать слож-

ные листья проявляется у некоторых современных и ископаемых родов разных семейств. Например, листья агатиса (даммары) внешне почти, как у кордаитов. Все это — пока лишь логические рассуждения, и растений с листвой, промежуточной между хвойными и кордаитами, мы не знаем. Но вот второй вопрос значительно сложнее. Все данные палеоботаники показывают, что спиральное расположение листьев, побегов, органов размножения в эволюции предшествует двурядному расположению. Почему хвойные должны быть исключением, и как их шишки со спиральным расположением чешуй могли произойти от сережек кордаитов, где шишечки сидят двумя рядами? На этот вопрос ответ может быть лишь один: скорее всего, хвойные произошли не от тех кордаитов, которых мы знаем, а от более древних, более примитивных форм. Может быть и так, что обе эти большие группы взяли свое начало от какого-то общего предка. Решение загадки происхождения первых хвойных придет из очень древних (может быть девонских) отложений. Возможно, что таким предком было одно своеобразное каменноугольное растение, найденное в Шотландии, у которого древесина кордаитово-хвойного типа, а листочки чешуевидные — примерно, как у араукарии.

## ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ КУРСОМ

*«Очень сходно — это еще не одно и то же».*

Д. Г. СКОТТ  
(английский палеоботаник)

Мы познакомились с достаточным количеством фактов, чтобы теперь немного предаться размышлениям. Когда читаешь книги или статьи по общим проблемам развития органического мира, то всегда бросается в глаза, как мало используется для обобщений фактический материал, добытый палеоботаникой. Конечно, это можно объяснить тем, что «разобранные на детали» ископаемые растения — не очень благодарный объект для выведения закономерностей эволюции. Но, скорее всего, дело в том, что сами палеоботаники, по горло загруженные работой по изготовлению препаратов, определению коллекций, собранных геологами, систематизацией непрерывного потока новых и непонятных растений, просто не находят времени, чтобы представить свои наблюдения в пригодном для обобщений виде. Не надо забывать, что квалифицированный палеоботаник одновременно должен быть и хорошим геологом. Трудно ему объять необъятное. Однако эта же энциклопедичность дала возможность некоторым палеоботаникам стать выдающимися теоретиками. Это Г. Потонье, Э. Джеффри, Д. Г. Скотт, О. Линье, А. Н. Криштофович, А. Л. Тахтаджян и другие. Их работы пролили свет на многие общие проблемы биологии.

В этой главе мы рассмотрим явления параллелизма. Речь пойдет о независимо возникающем сходстве. Когда мы видим одинаковые колеса у разных машин или пылесос в форме ракеты, мы не очень удивляемся. Человеку так было нужно, так было удобно (красиво, выгодно и т. д.), он подумал — и сделал так. Когда мы встречаем одинаковые детали у разных растений, о «подумал и сделал», понятно, не может быть и речи. Объясняя такие явления, часто говорят: «В определенных условиях возникли соответствующие структуры». Это, конечно, не объ-

яснение, а своеобразная разновидность демагогии. Во второй половине нашего века нужен показ конкретных причин и механизмов. Поэтому мы и начнем с конкретных примеров.

### Искусные имитаторы

Удивительное сходство далеко не родственных растений мы видели на примере буриадии и обычных хвойных Северного полушария.

Другой пример, о котором пойдет речь сейчас, не менее показателен. Нам уже встречались гондванские и ангарские хвои, у которых листья узкие и длинные, но срослись в основании в виде чаши. Это филлотеки (по-гречески «филлон» — лист, а «тека» — чаша). Еще в 1828 г. французский палеоботаник Адольф Броньяр впервые описал их на образцах из Австралии, но не изобразил ни одного экземпляра. Потом другие исследователи опубликовали изображения, и род широко вошел в литературу. В 1879 г. русский палеоботаник И. Ф. Шмальгаузен описал и изобразил целую серию видов филлотек из Кузнецкого, Тунгусского и Печорского бассейнов. Его рисунки были так наглядны, что именно ангарские филлотеки стали приводить в справочниках и учебниках, когда хотели показать, какие растения надо относить к этому роду.

В начале 60-х годов М. Ф. Нейбург, занимаясь печорскими филлотеками, обратила внимание на экземпляры со спорангиями. Аккуратными розетками они сидели между узлами прямо на стебле. Розетки теснятся друг к другу и закрывают значительную часть междоузлия. Хотелось разобраться в строении спорангиев, и эту работу М. Ф. Нейбург поручила сделать мне. Розетки спорангиев у филлотек мелкие, несколько миллиметров в диаметре. Работа предстояла кропотливая. Надо было делать последовательные срезы через каждые 25—40 мк. На это ушло несколько дней. После каждого среза делались фотография и схематическая зарисовка. Всего оказалось около двухсот срезов. Полученные результаты поначалу не удалось использовать, так как вскоре после окончания этой работы М. Ф. Нейбург не стало. В 1966 г., занимаясь сравнением гондванских и ангарских филлотек, я вернулся к пачке сделанных в свое время фотографий и рисунков и начал их внимательно изучать.

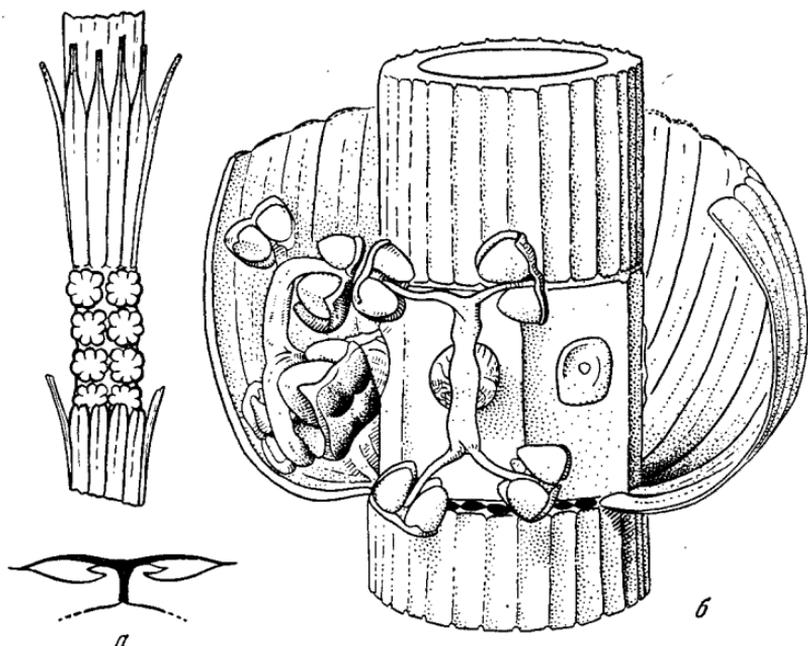


Рис. 35. Спороносные побеги ангарских (а) и гондванских (б) членистостебельных, прежде неверно относимых к одному роду филлотека. У ангарского растения спорангии срослись в розетки, расположенные несколькими ярусами; у гондванского растения спорангии сидят на ветвящихся ножках

Мне была знакома работа австралийского палеоботаника Д. Таунроу, который изучил спорангии настоящих австралийских филлотек. Внешне побеги были почти те же, но спорангии оказались совсем другими. У ангарских филлотек — несколько рядов розеток между узлами, а у австралийских чуть повыше каждого узла располагается лишь одна мутовка ветвящихся ножек (рис. 35). На конце каждого ответвления щиток (как шляпка у гвоздя), с тыльной стороны которого висят четыре спорангия. Один такой щиток можно сопоставить с одной розеткой спорангиев у ангарских видов. Однако на этом сходство и кончается. Срезы показали, что спорангии у ангарских филлотек срослись боковыми стенками, а сами розетки сидят на неветвящихся ножках.

Читателю, далекому от систематики растений, все эти отличия могут показаться не слишком существенными.

Поэтому поспешим пояснить, что их достаточно с избытком, чтобы отнести ангарские и австралийские (а с ними и вообще гондванские) филлотеки не только к разным родам, но и к разным семействам. Правда, здесь мы сразу попадаем впросак: лишённые спорангиев побеги тех и других настолько сходны, что мы просто не в состоянии указать серьёзные, например родовые, отличия между ними. Здесь возникает сложный вопрос с родовым названием, но не это нас интересует. Получается так: два разных растения, принадлежащих разным семействам (это по меньшей мере) с принципиально различными органами размножения, имеют настолько сходные побеги (не только листья или стебли, а целые побеги), что никому никогда не приходило в голову, что это — даже разные роды. В литературе обсуждался лишь вопрос о видовых различиях.

Конечно, это сходство возникло не на пустом месте. Анализ эволюции членистостебельных показывает, что и у гондванских, и у ангарских видов могут быть общие предки. Их надо искать где-то в нижних частях каменноугольных отложений или даже в девоне. С тех времен эволюция филлотек шла в Северном и Южном полушариях совершенно независимо, но параллельно.

Другие случаи параллелизма, касающиеся уже не растения целиком, а лишь его листьев, мы встречали раньше. Совершенно одинаковые листья со средней жилкой и почти перпендикулярными боковыми жилками (имеется в виду формальный род тениоптерис) могут независимо иметь некоторые цикадовые, беннеттитовые, мараттиевые папоротники, птеридоспермы и своеобразная группа гондванских растений — пентоксилеевые. Сюда может попасть и лист фикуса, если он будет найден с оборванными краями. Пример параллелизма дают и листья кордаитов. Их систематика была перестроена на основе микроструктуры листьев. Тогда выяснилось, что раньше исследователи, изучавшие лишь общую форму листа, относили к одному виду листья, принадлежащие разным родам. Еще более разительный пример дает внешнее сходство настоящих и семенных папоротников. Мы уже говорили о том, что и те, и другие берут начало где-то в девоне от растений с примитивной листвой, а затем совершенно независимо и параллельно приходят к очень сходному внешнему облику.

## Что говорит микроскоп?

Микроскоп всегда выручает систематика, помогает ему разобраться в сути явлений. Что же скажет он о всех этих имитациях? На одну часть вопроса микроскоп нам уже ответил. Именно благодаря микроструктуре и была вскрыта разная природа внешне сходных листьев. Другая часть вопроса значительно сложнее: если в одних случаях сходство независимо образуется у листьев, семян, стеблей, т. е. на макроскопическом уровне, то, может быть, в других случаях сходство может проявляться на уровне клеток и тканей? На этот вопрос можно смело ответить утвердительно. Такие случаи известны, но насколько часто так бывает — мы не знаем.

В тканях, которые проводят питательные вещества и воду по телу растения, есть клетки с разными стенками. Если проследить развитие стебля высокоорганизованного растения, мы увидим, как на стенках сильно вытянутых проводящих клеток (трахеид) сначала образуются кольчатые и спиральные утолщения, затем спираль начинает сжиматься, ее соседние обороты соединяются перемычками, образуется лесенка, постепенно в стенке остаются лишь более или менее сложно устроенные поры (рис. 36). Дальнейшая эволюция приводит к исчезновению стенок на их концах, так что образуются сплошные длинные трубки — сосуды. Такое последовательное усложнение стенки проводящих клеток наблюдается у многих групп растений, но процесс останавливается на той или иной стадии. Например, у сосны и всех других хвойных дело не дойдет до сосудов, которые являются привилегией цветковых растений, у лепидодендронов развитие заканчивается на лестничных трахеидах, а у ринии — на спиральных.

Теперь давайте рассуждать. Возьмем две эволюционные линии. Одна, включающая плауновидные, начинается от очень древних растений, известных в нижних горизонтах девонской системы. У них есть только кольчатые и спиральные, т. е. самые примитивные утолщения. Листаем страницы геологической летописи и видим, как в процессе эволюции у плауновидных идет усложнение стенки проводящих клеток (трахеид). Появляются лестничные трахеиды, а затем и настоящие поры. До такой стадии эволюция доходит уже в каменноугольном периоде.

Рис. 36. Развитие стенки проводящих клеток (трахеид): вместо кольчатых и спиральных утолщений образуются поры



У некоторых современных плауновых мы находим, хотя и редко, даже сосуды. Вторая такая же линия начинается от растений вроде ринии, и здесь мы видим ту же последовательность. Если бы мы полнее знали эволюцию членисто-стебельных растений, то, несомненно, и здесь мы увидели бы такой же ход эволюции проводящей ткани. Во всяком случае у некоторых современных хвощей сосуды отмечены. Отсюда вывод: в микроструктуре растений параллельное, независимое приобретение одинаковых признаков есть. Особенно хорошо это видно на примере сосудов, которые появляются у высокоорганизованных плауновых, хвощей, папоротников, голосеменных, многих покрытосеменных. Таким образом, в «умении подражать друг другу» микроскопические элементы не отстают от листьев и стеблей.

Прежде чем идти дальше, надо немного остановиться на терминологии. Мы уже говорили в главе II, что явления сходства, не подкрепляемого родством, широко распространены в органическом мире. Тогда же была приведена серия терминов для обозначения различных типов такого сходства. Не будем объяснять все термины, но на двух все же остановимся: на конвергенции и параллелизме. О конвергенции обычно говорят, что это — внешнее сходство совершенно не родственных органов или организмов, появившееся под влиянием сходных внешних условий или сходного образа жизни. Таково сходство дельфина и акулы. Говорят также, что при конвергенции сходство никогда не бывает глубоким, т. е. не проникает в тонкую структуру. Возможно, но не обязательно, что параллелизм в конечном счете тоже определяется сходными внешними условиями, но о нем мы говорим тогда, когда близкородственные группы, имеющие общего предка, независимо развиваются в одном направлении.

Так рассуждают зоологи. С чем же мы имеем дело у растений?

Здесь эти явления сходства столь широко распространены, что мы не можем уверенно разделить их на родственные и не родственные глубокие и поверхностные, связанные с внешними условиями и не связанные. Поэтому для нас лучше всего не делать вообще различий между конвергенцией и параллелизмом и объединить все явления сходства под одним термином. Так мы и поступим, а по сложившейся у ботаников традиции оставим термин «параллелизм».

### Разложение многочленов

Сейчас я должен сделать читателям предупреждение. Его следовало бы сделать, пожалуй, уже в начале главы, но лучше поздно, чем никогда. Дело в том, что мы вступаем в область теоретической ботаники и палеоботаники. Поэтому предлагаю любителям легкого занимательного чтения пролистать книгу дальше и браться за другие книги или журналы. А мы с самыми терпеливыми и любознательными продолжим наше путешествие среди ископаемых растений.

Итак, мы добрались до явлений параллелизма, отметили «коварство» растений, которые не только сами рядятся друг под друга, но заставляют то же проделывать и составляющие их ткани, но ничего не сказали о причинах. Здесь, конечно, легко отделаться магическим заклинанием со ссылкой на внешнюю среду, но попытаемся все же разобраться в механизмах и закономерностях. Для этого воспользуемся испытанными методами.

Когда исследователь сталкивается со сложным явлением, то он прежде всего старается разложить его на составные части. Математик разлагает многочлен, химик выделяет отдельные элементарные реакции, генетик разбирает изменчивость и наследование отдельных признаков. Так же, очевидно, должны поступить и мы, анализируя эволюцию древних растений.

Первым, кто понял это и расчленил растение на элементарные органы (а точнее — на элементарные эволюционирующие единицы), был немецкий палеоботаник Г. Потонье. Он описал массу ископаемых растений,

сделал исключительно много в познании пермских и каменноугольных отложений Европы, заложил основы современного учения о накоплении горючих ископаемых, написал массу научно-популярных статей, издавал журнал и, наконец, сделал огромный вклад в общую морфологию растений. Умер Г. Потонье в 1915 г., когда ему едва перевалило за пятьдесят.

Потонье понял, что лист представляет собой не изначально простое образование, а сложный синтетический орган, результат срастания элементарных структурных единиц. Эта идея была затем развита О. Линье в начале нашего века. Линье различал у растений несколько элементарных единиц. Одни дают начало крупным листьям, типа папоротников, и на них развиваются спорангии; другие представляют выросты первых и всегда лишены спорангиев (это, например, листья плауновидных); третьи дают начало корням. Исходя из своих построений, Линье фактически предсказал открытие псилофитов.

К сожалению, в начале нашего века мало кто из ботаников задумывался над такими проблемами. Поэтому идеи Потонье и Линье прошли почти незамеченными для современников. По выражению одного из современных ботаников, они были «гласом вопиющего в пустыню». Лишь в 30-х годах немецкий морфолог В. Циммерманн довел эти идеи до логического завершения, достаточно широко распропагандировал их и снабдил свои построения удачной терминологией. Простые и однообразные органы первых наземных растений — так сказать, элементарные эволюционирующие единицы — он назвал теломатами. Из теломатов, претерпевавших различные изменения, образовалось все разнообразие внешних форм у наземных растений. Эти изменения Циммерманн также разложил на элементарные процессы: слияние, изгиб, утолщение, стерилизация и др., которые обеспечивают растению лучшее поглощение света и лучшую защиту спорангиев. Действительно, если спорангий торчит на конце стебля, он максимально подвержен и температурным колебаниям, и различным механическим повреждениям. Загнутая ножка уже дает спорангию преимущество, а еще лучше, если он сидит в пазухе листа под его защитой.

То, что такие элементарные процессы могли происходить у самых разных растений, не вызывает сомнения, и палеоботанические наблюдения это подтверждают.

Возьмем, например, плауновидные и членистостебельные. В их эволюции в течение палеозоя и мезозоя наблюдаются одинаковые процессы, приводящие к образованию очень сходных структур. Спорангии, сначала разбросанные по побегу группами, затем собираются в компактные шишечки на концах стеблей. В этих шишках листья преобразуются в специальные образования, защищающие спорангии. Сами спорангии со стебля переходят на эти защитные образования. Сходные процессы проходят у обеих групп и в микроскопической структуре стеблей. Возможно, что плауновидные и членистостебельные связаны общностью происхождения (есть древние растения, которые обнаруживают черты обеих групп), тем более понятно сходство в их эволюции. Таков один из основных источников параллелизма в развитии, но не единственный.

Каждый живой организм, будь то животное или растение, это не простой набор органов, независимо друг от друга выполняющих свои функции. Изменение одного органа вызывает в организации цепную реакцию. Приспособление растений к распространению семян ветром уменьшает размер семян, ведет к изменениям в структуре завязи; развитие новой группы мышц ведет к пропорциональному усилению соответствующего участка нервной системы и т. д. Такие зависимости неисчислимы, и их тем больше, чем более высоко развит организм. Вполне естественно, что реакция разных организмов на одно и то же изменение может оказаться одинаковой, если внутренние зависимости у них также одинаковые. В этом — второй источник параллелизма. К сожалению, здесь трудно привести наглядные примеры, так как для этого надо забираться в терминологические дебри.

Из сказанного не надо делать вывода, что органы вовсе не имеют никакой автономии и являются абсолютно необходимыми. В процессе эволюции они себя чувствуют порой вполне независимо. При этом у растений, даже у самых высокоорганизованных, зависимость между органами значительно меньше, чем у животных. Характерный, хотя и несколько грубый пример: если вы оторвете у собаки хвост, вам не удастся вырастить из него новой собаки, а из веток одного дерева, например тополя, можно вырастить целую рощу нормальных деревьев. Из-за высокой независимости органов среди растений

встречаются удивительные существа, сопоставляющие архаичные и прогрессивные признаки (подобным дисгармоничным растением является, например, магнолия). Из этого вытекает, что зависимости между органами вряд ли сыграла ведущую роль в параллельной эволюции разных групп растений.

Третий источник параллелизма, по-видимому, кроется в генетических возможностях живых существ. Генетика сейчас активно популяризируется, с ее терминами все больше и больше знакомится широкая публика. Но на всякий случай приведем два определения. Нам понадобятся в рассуждениях термины «генотип» и «фенотип». Генотип — это вся наследственная информация, которую получает организм в момент его зарождения. В течение жизни она используется не полностью, а лишь в той мере, в какой это допускают условия среды. Результат взаимодействия наследственной информации и среды, т. е. сам выросший организм, называется фенотипом.

В ходе эволюции растения часто упрощают свою структуру. Это доказано, например, для споронных органов клинолистов каменноугольного периода. В ходе такого упрощения, обычно происходящего через задержку в индивидуальном развитии органа или его частей, былая сложность остается в генотипе. В нем как бы законсервирована возможность последующего, если это станет необходимым, развития сложных структур. И если такая возможность вдруг осуществляется у уже разошедшихся от упрощенного предка ветвей, то нет ничего удивительного, что при этом образуются сходные признаки. Однако мы затрагиваем проблему, которая еще разработана очень мало. Имеющиеся иллюстрации касаются лишь современных растений, а палеоботаника здесь мало чем может помочь.

Генетическую природу имеют и параллелизмы, описанные Н. В. Вавиловым в его ставших классическими гомологических рядах. Хотя он прослеживал параллельную изменчивость на современных культурных растениях, выведенные им закономерности имеют более общее значение. Эти исследования долгое время были вне поля зрения биологов и, к сожалению, вовсе не нашли отклика в палеоботанических обобщениях. Поэтому на

гомологических рядах применительно к ископаемым растениям имеет смысл остановиться.

Сущность открытых Вавиловым закономерностей вкратце сводится к следующему. Совершенно очевидно, что чем более родственны друг другу организмы, тем больше у них общих черт. Это исходное положение биологической систематики. В основе каждого вида лежит некий набор обязательных признаков, без которых надо говорить уже о другом виде. Но другие признаки, не являющиеся видовыми, обнаруживают большую или меньшую степень изменчивости. Изучая многочисленные сорта культурных растений, Н. И. Вавилов подметил, что эта изменчивость упорядочена. У близких видов одного рода она идет в почти одинаковых направлениях, причем чем ближе по происхождению виды, тем полнее это сходство. Дело доходит до того, что различие в форме семян (или других органов) у видов, принадлежащих разным родам, становится меньшим, чем у видов одного рода (рис. 37). Получается массовая симуляция органов. То же явление наблюдается и при анализе семейств, порядков и т. д. Но ведь ограниченность изменчивости означает и ограниченность в ассортименте признаков. Растения не могут выйти за пределы определенного круга черт, хотя круг и очень широк.

Примеры такой ограниченной и повторяющейся изменчивости у систематических групп разного уровня хорошо видны среди ископаемых растений. Когда речь шла о кордаитовых листьях, то фигурировали два их анатомических типа, за которыми стоят разные роды. У одного рода (*Ruffloria*) устьица спрятаны в желобках, а у другого (*Cordaites*) разбросаны по поверхности листа. По признакам микроструктуры второй род может быть подразделен на несколько подродов. В пределах каждого рода и подрода можно найти листья самого различного внешнего облика: длинные и короткие, узкие и широкие, с закругленной и приостренной верхушкой и т. д. Микроструктура — постоянный устойчивый признак, а внешние черты подвержены значительной, но однообразной изменчивости. Поэтому, классифицируя листья по очертаниям, густоте жилкования и тому подобным признакам без учета микроструктуры, палеоботаники включали в один вид листья, в действительности принадлежащие разным родам.

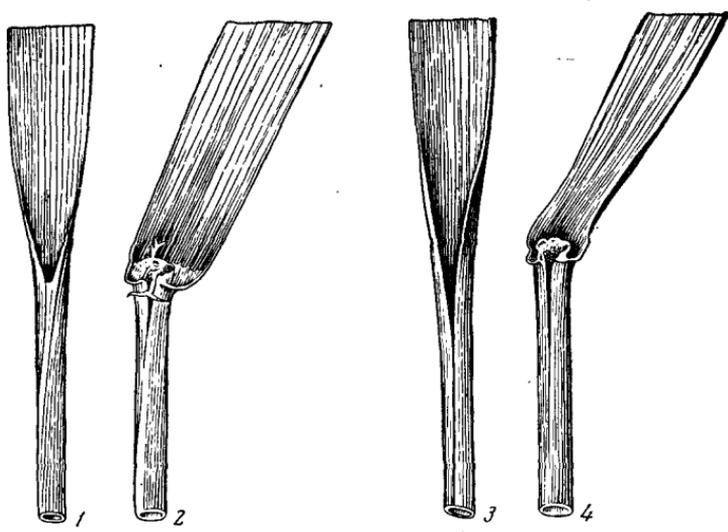


Рис. 37. Параллелизм в строении листьев у пшеницы (1, 2) и ржи (3, 4). По Н. И. Вавилову

Прежде чем закончить эти затянувшиеся рассуждения, заметим, что перечисленные пути появления параллелизма не только вероятны, но и доказаны. Однако мы не можем сказать, с каким из них в каждом конкретном случае мы имеем дело. Причина этому — наше почти полное незнание приспособительной ценности самых основных признаков растения. Пожалуй, особенно интересно и непонятно независимое появление очень тонких микроскопических структур в тканях, появление удивительно сходных спор или пыльцы у самых разных групп где-то в середине или в конце их эволюционного развития. С чем мы здесь имеем дело, пока совершенно непонятно. Конечно, мы очень привыкли относиться к микроструктуре несколько с большим почтением, чем к общей морфологии. Исследователи с легкостью допускают образование одинаковой формы листьев у неродственных растений, а завидев сходство в строении тканей — склонны сразу видеть родство. Однако у нас нет особых оснований считать, что в мастерских природы ювелиры в большей цене, чем плотники, и что их не заставляют одну и ту же работу проделывать заново несколько раз.

## ВВЕРХ ПО РАЗРЕЗУ

*«Мы имеем перед собой пласты в сотни и тысячи метров мощности, отложившиеся за громадный промежуток времени, и должны представить себе хронологически те события, которые происходили в каждый данный момент, причем эти события отделены одно от другого тысячами и даже миллионами лет».*

А. Ч. С Б Ю О Р Д  
(английский палеоботаник)

Эта книга построена в виде серии отдельных очерков. Чтобы как-то скрепить приведенные факты, теперь полезно наметить в самых общих чертах последовательность в развитии растительного мира планеты.

Мы пропустим девонскую, каменноугольную и пермскую флору, о которых достаточно сказано в предыдущих главах. У читателя уже должно создаться общее впечатление о растительном мире палеозоя. В мезозое, когда на сцену вышли знаменитые динозавры, растения были уже совершенно другими: вместо древовидных плауновых, многочисленных семенных папоротников и кордаитов на первый план выступили гинкговые, хвойные, цикадовые, беннеттитовые, а затем и покрытосеменные. О флоре триасового, юрского и мелового периодов мы поговорим немного ниже, а сейчас попытаемся понять, как произошла смена декораций, где «прятались» все те растения, которые заселили сушу в мезозое?

### Корни мезозойской флоры

Здесь не случайно употреблено слово «прятались». Как и в более ранние периоды, на рубеже палеозоя и мезозоя мы не видим следов той мастерской, где вырабатываются новые роды и виды. Но если не можем уловить их происхождение, то хотя бы посмотрим на их появление.

Многие великие артисты сначала работали статистами, участвовали в массовых сценах и тогда им редко выпадало

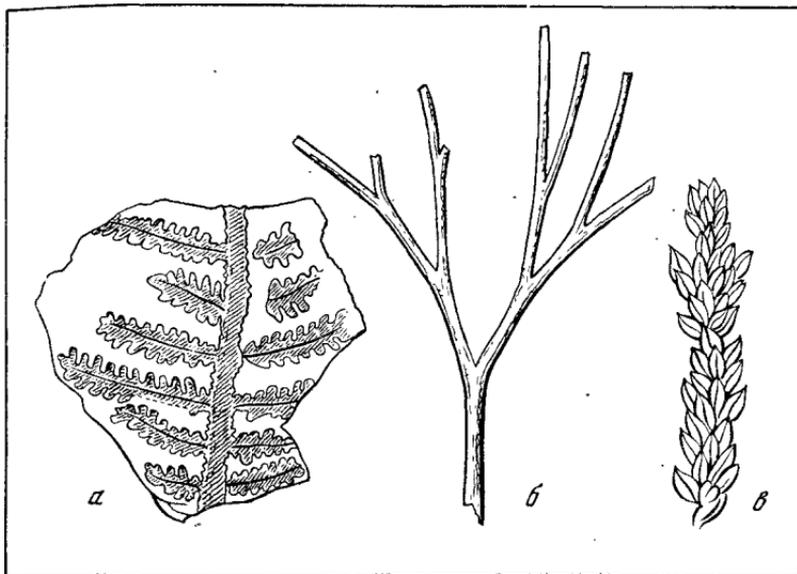


Рис. 38. Растения верхнепермских медистых сланцев Западной Европы:

а — семенной папоротник лепидоптерис; б — гинговое сфенобайера;  
в — хвойное ульмания

счастье даже подать реплику. С такими же незаметными предвестниками мезозойской флоры мы начинаем встречаться довольно рано. Первые достоверные гинговые известны еще в нижнепермских отложениях Европы. Первые растения с листвой, как у цикадовых и беннеттитовых, появляются еще раньше, в верхней части каменноугольных отложений. В это же время начинают набирать силу и хвойные. В конце каменноугольного периода эти растения были почти незаметны на общем фоне тропической флоры. В первой половине пермского периода их число увеличивается, а в начале второй половины этого периода, когда уже вымерли основные растения каменноугольного леса, их местами становится очень много.

Еще в прошлом веке палеоботаники внимательно изучали остатки растений (рис. 38) в медистых сланцах ГДР и ФРГ, залегающих в самом основании верхнепермской толщи. Эти сланцы разрабатываются до сих пор. В них

обнаружено всего полтора десятка видов: в основном хвойные, гинкговые и древние цикадовые, есть один вид птеридоспермов, почти нет папоротников и хвощей. От былого великолепия каменноугольного леса не осталось и следа. И внешний вид растений, и породы, в которых они погребены, все говорит о жарком и сухом климате. Можно, конечно, предположить, что именно эта флора, носящая явно мезозойские черты, дала начало новым богатым лесам триасового, юрского и мелового периодов. Однако к концу перми набор видов в ней становится все меньше и меньше, создается впечатление, что флора медистых сланцев вымерла, оставив не слишком обильное потомство. К тому же растения медистых сланцев, привыкшие к достаточно суровому жаркому климату, едва ли могли быстро перестроиться и превратиться во влажные леса мезозоя. К тому же у них, наверное, были достойные конкуренты, уже привыкшие к влажным условиям.

Конкуренты действительно были. В самом конце каменноугольного периода в Европе начало ощущаться иссушение климата, которое прогрессировало в течение всего пермского периода и захватило даже часть раннего мезозоя. Однако чем дальше на восток мы двигаемся, тем все меньше и меньше заметны следы сухости. В северной части Евразии располагалась Ангарида с ее вне-тропической флорой. Между ней и Гондваной на территории Китая, Кореи и Юго-Восточной Азии располагался еще один древний материк Катазия с тропической флорой. Здесь долго держался влажный тропический климат. Поэтому некоторые растения каменноугольного леса спокойно дожили почти до конца перми. Мы не в силах проследить пояс влажной тропической растительности пермского периода далеко на запад. Но предполагать его существование где-то южнее засушливых территорий можно. Вот некоторые наблюдения.

В начале 60-х годов в верхнепермских отложениях восточной части Турции был найден интересный набор ископаемых растений: европейские папоротники каменноугольно-раннепермского типа, гондванские глоссоптерисы и некоторые катазиатские растения. С такой удивительной смесью форм палеоботаники столкнулись впервые. Но, может быть, здесь просто были ошибки в определениях? Нет, вряд ли. Эту флору определял английский палеоботаник Р. Вагнер, один из лучших знатоков европейских

палеозойских папоротников. Уж их-то он, наверняка, определил правильно! Гондванские глоссоптерисы невозможно ни с чем перепутать. Не менее броскими, характерными видами представлены и катазиатские растения. Одно из них — гигантоптерис. Это — папоротниковидное растение (может быть, семенной папоротник). Его слившиеся перья образуют цельный лист, иногда очень похожий на лист табака или ольхи.

Интересны еще два факта. Во-первых, катазиатские растения найдены в некоторых местах Гондваны, а именно: в Южной Африке и Южной Америке. Во-вторых, на западе США — в Техасе, Оклахоме и Колорадо — встречена пермская флора, которую сначала прямо назвали катазиатской, а потом смягчили формулировку и стали говорить лишь о растениях катазиатского типа. Находка катазиатского облика растений в Северной Америке, флора которой в целом развивалась по европейскому образцу, произвела в свое время большое впечатление. И мобилисты, и фиксисы, т. е. и сторонники, и противники движения континентов, были озадачены. Ведь и те, и другие согласны в том, что Тихий океан существовал уже в палеозое (а может быть — был и извечным). Двигались материки или нет, но в любом случае растения, чтобы попасть из Китая на юго-запад Северной Америки, должны были пересечь тысячекилометровые океанические пространства. Мысль исследователей стала искать возможные мосты. Перекинуть их с севера и с юга нельзя: здесь область господства или ангарских, или гондванских внетропических флор, через которые тропическим жителям не пройти. Предполагают, что в сходстве западноамериканских и китайских растений проявляется параллелизм, о котором мы уже говорили. Интересное объяснение, но оно требует подтверждения детальным изучением самих растений. Эта работа — дело будущего. По-видимому, можно все объяснить иначе.

Мы видели карту современной растительности влажных тропиков. Она протягивается вдоль экватора сплошным кольцом. Почему бы не предположить существование такого же пояса и в перми? Почему влажные тропические леса в пермском периоде должны были населять только Катазиатский материк? Они вполне могли быть западнее и проходить между флорой засушливого жаркого климата на севере и гондванской флорой на юге, т. е. через Малую

Азию, Ближний и Средний Восток, Северную Африку и Центральную Америку. Вдоль этого пояса с влажным тропическим климатом катазиатские растения свободно шли на запад, смешивались с выходцами из Гондваны (в Малой Азии) и сами проникали в гондванскую флору (в Южной Африке и Южной Америке). Наконец, некоторые растения, порядочно изменившиеся после долгих странствий, могли подняться из этого пояса и в юго-западную часть Северной Америки. Здесь они основали колонию, остатки которой сбивают с толку палеоботаников. Это, разумеется, лишь гипотеза, основанная на находке катазиатского облика растений вдалеке от привычных нам мест. Для ее подтверждения нужны более обстоятельные и многочисленные факты.

Однако пора объяснить, почему мы уделили так много внимания этому поясу. Ведь мы обсуждали перед этим вопрос о происхождении мезозойской флоры. Дело в том, что в катазиатской флоре было много различных растений мезозойского облика с самого начала пермского периода, а может быть — и раньше. К концу этого периода количество таких растений увеличилось. Эта омоложенная катазиатская флора, привыкшая к тропическим условиям и расселенная по гипотетическому поясу, о котором мы много говорили, вполне могла стать одним из источников теплолюбивой мезозойской флоры обоих полушарий, дать ей цикадовые, гинкговые, некоторые папоротники.

### Палеоботаническая Помпея

В роли жителей Помпеев растения оказывались часто. Ко многому они смогли приспособиться: и к соленой воде, и к пустыням, и к высокогорьям. Но вот «учесть», что из соседней горы вдруг неожиданно потечет лава, а с неба опустятся тучи пепла, они так и не смогли! Шло время, на вулканическом плаще снова поселялись сначала самые неприхотливые, затем более привередливые растения. Снова образовывалась почва, и жизнь продолжалась своим чередом. Потом все повторялось снова.

Вулканические породы с остатками растений представляют большую ценность для палеоботаников. Дело не только в том, что в них растения иногда консервируются не хуже, чем в угольных почках (рис. 39). Главное в дру-

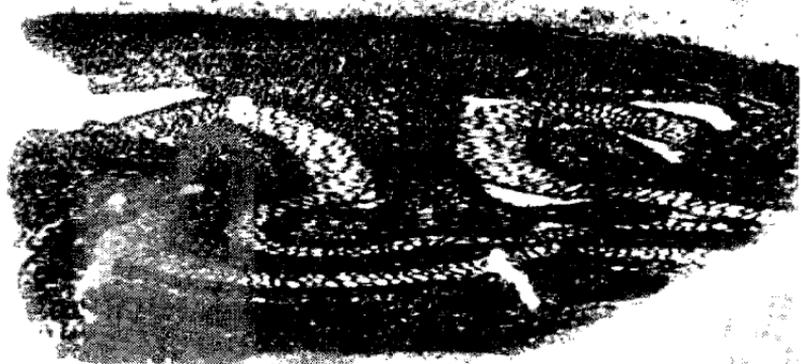


Рис. 39. Минерализованный черешок папоротника в вулканогенных отложениях Сибири. Хорошо видно сохранившееся клеточное строение. Увеличение ~ в 13,5 раза

гом. Выше уже шла речь о том, что законсервироваться на века растение может лишь тогда, когда его части падают в воду. Для этого растению надо расти вблизи водоемов. Вулканические породы могут погребать значительно более широкий круг растений. Может быть, именно поэтому отпечатки в вулканических отложениях бывают особенно непонятными, своеобразными, а значит и интересными.

В самом конце пермского и в начале триасового периода вся территория восточнее Енисея и западнее Лены, на север вплоть до Таймыра, а на юг почти до Красноярска представляла собой настоящую вулканическую страну. От нее нам остались многометровые застывшие потоки лав, огромные толщи вулканических туфов и породы, образовавшиеся в результате перемыва тех и других. Разобраться в сложном чередовании таких пород очень трудно, особенно в условиях Сибири, где иногда на сотнях квадратных километров нет ни одного обнажения. Но это нужно сделать, так как в вулканических толщах Сибири сосредоточены важнейшие полезные ископаемые, среди них оптическое сырье и цветные металлы, недавно здесь нашли нефть. В таких случаях геолог с надеждой смотрит

на остатки животных и растений, как на незаменимые ориентиры в геологическом разрезе.

Изучение вулканических отложений Сибири началось лишь в 30-е годы. Тогда же выдающийся советский палеоботаник В. Д. Принада описал собранные остатки растений. Его книга вышла в свет только в 1970 г. Многим другим его рукописям не повезло. Они так и остались неопубликованными. В. Д. Принада скончался в 1950 г., будучи еще в расцвете сил (он родился в 1897 г.).

К исследованию сибирской палеоботанической Помпеи вплотную приступили лишь в середине 50-х годов. Однако она оказалась крепким орешком даже для выдавших виды геологов. Здесь уже собраны тысячи образцов с ископаемыми растениями, найдены остатки самых различных древних животных, но вопрос о возрасте толщи остается до сих пор открытым. Его решение упирается в очень противоречивые «показания» растений и животных. Вот пример.

Уже в первой главе говорилось, что в горных породах гораздо чаще, чем обычные остатки растений, сохраняются микроскопические оболочки спор и пыльцы. Испытуемый образец дробят, обрабатывают реактивами, осадок несколько раз центрифугируют и, наконец, выделяют эти оболочки. На них можно видеть тонкую микроструктуру, по которой их классифицируют. Такими палинологическими исследованиями в Советском Союзе занимается несколько сот человек, работающих в геологических управлениях и научно-исследовательских институтах. Когда возникли первые трудности в познании вулканической толщи Сибири, геологи решили прибегнуть к этому испытанному методу. В числе первых были московский геолог и палеоботаник Г. Н. Садовников, добывавший образцы, и палинолог (т. е. специалист по ископаемым спорам и пыльце) О. П. Ярошенко. Однако вместо ясности возникли лишь новые вопросы.

Между палеоботаниками различного профиля часто возникают недоразумения по поводу возраста той или иной толщи. Один предлагает провести границу между системами здесь, а другой — немного выше или ниже. Но таких разноречивых данных, какие получились в Сибири, история палеоботаники еще, наверное, не знала. Под вулканической толщей здесь лежат угленосные пермские отложения. В них есть хорошей сохранности

отпечатки растений, споры и пыльца. Все эти остатки хорошо изучены. В вулканогенных отложениях картина резко меняется. Даже совершенно непосвященный в палеоботанику человек скажет, что происходит исключительно резкая смена в составе ископаемой флоры. Как сквозь землю проваливаются многочисленные растения типичной кордаитовой тайги, и на сцену без малейшего предупреждения выходят разнообразные папоротники в сопровождении цикадовых, гинкговых, хвойных и других растений. Иными словами, появляется флора, имеющая типично мезозойский облик. Правда, некоторые палеозойские формы среди пресноводных моллюсков и рачков делают вид, что ничего не произошло, и спокойно продолжают существовать. Им это можно простить: все-таки фауна — достаточно суверенное царство природы. Самое удивительное не это, а то, что споры и пыльца в породе так же «плохо» прореагировали на события. Они как бы решительно размежевались с теми, кто, по логике вещей, их произвел на свет. Чудес на свете, конечно, не бывает, но сказать, почему так решительно не совпадают по времени коренные изменения в составе отпечатков растений, с одной стороны, и спор, пыльцы и животных — с другой, мы не знаем.

Не знаем мы до сих пор и тот уровень, на котором проходит граница палеозоя и мезозоя в Сибири.

В любом случае перед нами одна из древнейших и, возможно, самая богатая флора мезозойского типа. Работы последних лет, в частности наблюдения Г. Н. Садовникова, показывают, что здесь есть много растений, которые до этого считались характерными лишь для юрского и даже мелового периодов. Возможно, что вулканические извержения похоронили именно те растения, которые где-то в глубине Сибири готовились к широкому выходу в будущие мезозойские леса. Вопрос о происхождении самих растений этим предположением, конечно, не снимается, так как мы опять видим не какие-нибудь предковые, а вполне развитые формы. Но интересно даже то, что палеоботаники приблизились к древнейшим представителям мезозойской флоры.

В палеоботанической литературе иногда обсуждается вопрос о конкретном месте происхождения мезозойской флоры. Ищут некий Арарат, к которому причалил ботанический Ноев ковчег. Между тем каждая значительная

по времени и распространению на площади флора вполне могла появиться от смешения и взаимодействия выходцев из многих мест. В частности, в образование типично мезозойской флоры могли одновременно сделать свой вклад и Сибирь, и Катазия, и Приуралье, и растения, найденные в европейских медистых сланцах, и Гондвана. Когда в триасовом периоде начали рушиться климатические барьеры, началось и массовое «братание» флоры из разных областей.

Неуживчивым и консервативным пришлось вымирать.

### О значении мелочей

Систематическое геологическое изучение Печорского угольного бассейна началось еще в конце 20-х годов. К концу 50-х годов о нем было известно уже очень много, были составлены подробные геологические карты, пробурены сотни скважин, интенсивно разрабатывались угольные и нефтяные залежи. Вполне понятно, что геологи в основном интересовались угленосными отложениями, хотя обращали достаточно внимания и на то, что лежит ниже и выше их. И все же в 1958 г. выяснилось, что в ходе работы были пропущены отложения целого периода. На геологической карте ошибочно не были указаны триасовые отложения. Собственно, их видели и описывали, но не знали, что они триасовые. На основании общих геологических соображений о возможности такого их возраста говорил еще в 1936 г. молодой геолог А. Л. Яншин (ныне академик). Но его предположение тогда оставили почти без внимания.

В 1958 г. в одной из скважин недалеко от реки Большая Сыня в отложениях, считавшихся пермскими, геолог Ф. И. Енцова обнаружила остатки растений, которые были переданы на определение М. Ф. Нейбург. Как раз в это время, окончив университет, я пришел на работу в Геологический институт и в один из первых дней стал свидетелем разговора М. Ф. Нейбург с геологом А. В. Македоновым, под началом которого работала Енцова. Я видел, какое впечатление произвело на Македонова сообщение Нейбург, что найденная на Большой Сыне флора триасовая, что определенные отсюда растения хорошо известны в верхнетриасовых отложениях Цен-

тральной Европы. Для геологов, работающих в Печорском бассейне, это было большое событие. Пришлось пересматривать сложившиеся взгляды, перекраивать геологическую карту, снова смотреть эти отложения, прослеживать их, собирать остатки растений и животных.

Я рассказал обо всем этом попутно, чтобы еще раз показать, как сильно могут влиять находки ископаемых растений на повседневную работу геологов, на правильное понимание строения земных недр. Но мне хотелось бы подчеркнуть другое. Среди образцов с Большой Сыни оказалось несколько листьев с хорошо сохранившейся угольной корочкой и достаточно отчетливыми жилками. Представьте себе папоротник, у которого конечные перышки срослись краями, а жилки располагаются по-прежнему, и вы получите впечатление о найденном здесь растении. Правда, это был не обычный, а семенной папоротник. Перебирая литературу, М. Ф. Нейбург нашла изображения очень сходных листьев из Южного Приуралья. Они были отнесены к роду *Aipteris*, который считали близким родственником катазиатского рода гигантоптерис (о нем уже шла речь в этой главе). Гигантоптерис — пермское растение, и *Aipteris* впервые был найден в пермских отложениях. Многочисленные находки *Aipteris* в триасе Печорского бассейна и в Южном Приуралье наводили на мысль, что при формировании раннемезозойской флоры этих мест ощущалось непосредственное влияние флоры Катазии.

Для гигантоптериса и его ближайших катазиатских родственников характерно образование сетчатого жилкования. Это значит, что мелкие жилки соединяются друг с другом и закрывают всю пластинку листа мелкой сеткой (рис. 40, а). Такое же соединение жилок как будто было видно и на листьях *Aipteris* из Печорского бассейна и Южного Приуралья. Но потом возникли сомнения. Геологи нашли в Печорском бассейне, а затем и в Башкирии листья, которые прошли естественную химическую обработку. В плоском мешке из кутикулы здесь отлично сохранились все жилки. И тогда выяснилось, что они друг с другом никогда не соединяются (рис. 40, б). Теперь хорошо говорить «выяснилось». За этим словом стоит далеко не легкая работа по внимательному изучению отпечатков и фитолейм, анализу литературы, специальная микроскопическая техника. Вместе с получением препара-

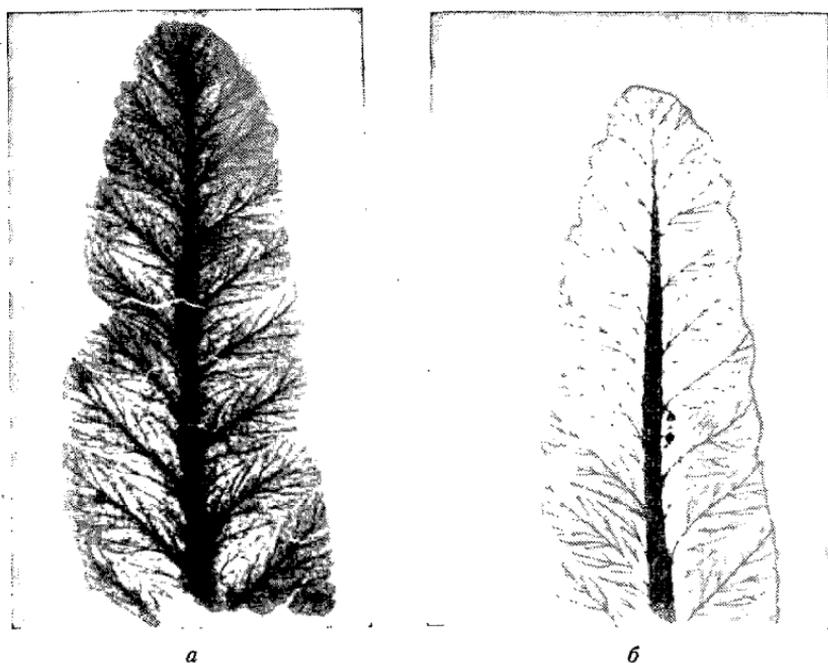
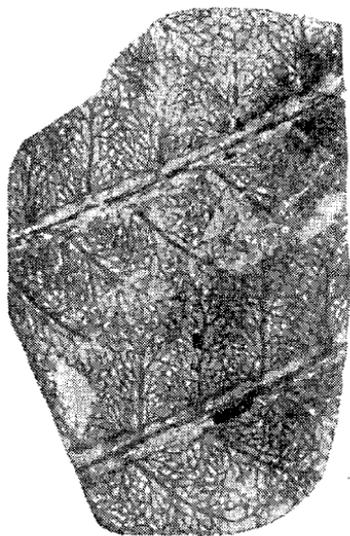


Рис. 40. Жилкование семенного папоротника (а, б) из триасовых отложений Печорского бассейна и катазиатских гигантоптерис (в, г). Их неверно считали близкими родственниками

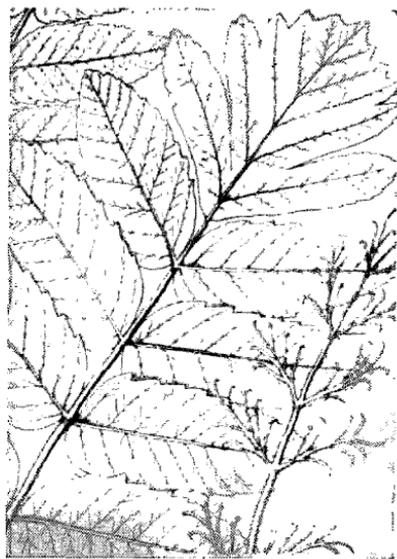
тов кутикулы эта работа отняла у московского палеоботаника И. А. Добрускиной больше года.

Когда такой вывод был сделан, от родства с катазиатским гигантоптерис пришлось отказываться. Родственников надо было искать сызнова. Сыграли свою роль доли миллиметра, на которые не дошли друг до друга жилки. Не надо думать, что для растения эти доли миллиметра — мелочь. Слившиеся жилки сразу приводят к иному ходу обмена веществ в растении, а этим уже никак нельзя пренебрегать.

К счастью, родственники нашлись довольно скоро. Это были те самые листья из средневропейского триаса, на которых И. Борнеманн сто с лишним лет назад впервые в мире начал эпидермальные палеоботанические исследования. Лучшие образцы этих листьев хранятся в Шведском музее естественной истории. В ответ на робкую



в



г

просьбу И. А. Добрускиной прислать из дублетного фонда, хотя бы на время, для сравнения ломтик угольной корочки или препарат кутикулы из Стокгольма пришел увесистый пудовый ящик с теми самыми листьями, которые описаны в литературе.

«Сикстинскую мадонну» знают все, в миллионах репродукций она разошлась по всему свету. И все-таки самая лучшая репродукция никогда не заменит подлинника. Поэтому не из вежливости стояла толпа людей у этой картины, когда в Москве была выставлена Дрезденская галерея. Пожалуй, будет преувеличением сказать, что палеоботаник испытывает то же чувство, когда видит перед собой отпечаток, на фотографию или рисунок которого он много раз смотрел в книге. Но сходное ощущение, безусловно, возникает. Наконец можно самому рассмотреть все те детали, которые опустили или просто не заметили предшественники, проверить прежние выводы, как свои, так и чужие.

Присланные из Стокгольма образцы окончательно убедили Добрускину, что именно в Европе, а не в Катазии,

жили ближайшие родственники печорских и южноуральских листьев. В биографии раннемезозойской флоры появилась хорошо обоснованная документами запись. Сыграла свою роль какая-то незначительная на вид мелочь. Но на таких мелочах и держится современная палеоботаника. И наоборот, пренебрежение ими рано или поздно приведет к грубой палеоботанической ошибке, а начавшаяся цепная реакция в конце концов ударит по интересам геологической практики.

### Школа Гарриса

В 1963 г. палеоботаники Москвы и Ленинграда приняли английского палеоботаника, члена Королевского общества (по-нашему академика), президента Линнеевского общества Т. М. Гарриса. О работах этого английского исследователя надо рассказать особо. Гаррис не сделал великих палеоботанических открытий. Тем не менее в вышедших за последние 30 лет палеоботанических сводках и учебниках неизменно фигурируют полученные им сведения и репродукции иллюстраций к его работам. Можно без преувеличения сказать, что появление работ Гарриса ознаменовало новый этап в палеоботанике. И дело не в том, что он ввел в палеоботанику какие-либо хитроумные методы, а в том, что из материала, выбранного для исследования, он извлекал все, что можно.

Иногда в коллекции, положенной в основу опубликованной статьи или монографии, позднее обнаруживаются в большем или меньшем числе незамеченные ранее интересные отпечатки. Бывает, что на куске породы лежит красивый лист, а рядом какой-то невзрачный обрывок. На него-то и не обратил внимания изучавший коллекцию палеоботаник. Тот же материал попадает к более тщательному исследователю, и тут выясняется, что и вправду «не все то золото, что блестит». Обрывок оказывается ценнее красавца. Мало кто из палеоботаников извлекает из материала так много, как Гаррис и его ученики.

Этот стиль в работе виден даже в самых ранних статьях Гарриса. В 20-х годах он занялся триасово-юрской флорой Гренландии, и в первой же монографии, вышедшей в 1926 г., поражает полнота охвата материала. Какие-то пятнышки на фитолейме привлекли его внимание — и он

докопался, что это остатки неизвестных науке грибов. Неясные отпечатки, едва заметные на породе, — после тщательного изучения оказывались хорошей сохранности остатками печеночных мхов, также до того неизвестных. Но и такое внимание к мелочам показалось Гаррису недостаточным. Ведь мало видеть то, что лежит на поверхности скола породы. Как бы посмотреть то, что лежит внутри? Гаррис разрабатывает новый метод, названный им «bulk-maceration». В дословном переводе это звучит довольно нескладно: «объемная мацерация», или «мацерация объемов». Большой кусок породы помещается в смесь азотной кислоты с бертолетовой солью и разрушается (мацерируется). Осадок пропускается через сита, и в распоряжении палеоботаника различные мелкие листья, обрывки кутикулы, спорангии, семена и масса другого интересного материала.

Тщательное изучение образцов позволило Гаррису установить новые, доселе неизвестные группы растений. К одной из них относится лептостробус. Этот род описал в прошлом веке швейцарский палеоботаник О. Геер, когда он занимался изучением коллекций, собранных в юрских отложениях Иркутского бассейна.

Вместе с лептостробусами часто встречаются своеобразные тонкие листья, собранные в пучки. Это — чекановский, род, названный по имени поляка А. Л. Чекановского, известного исследователя Сибири. По внешнему облику листья чекановскую долго считали принадлежащей к гинкговым.

Сколько раз подводил палеоботаников этот самый «внешний облик»! После урока, преподанного семенными папоротниками, палеоботаникам вроде бы следовало быть более осторожными. Но сформулированный Д. Г. Скоттом принцип: «очень сходно — это еще не одно и то же» с трудом пробивает себе дорогу. Разумность его еще раз доказывает история с чекановской.

Еще в начале 30-х годов японский палеоботаник С. Оиси, изучая кутикулу чекановский, высказал сомнение, что это — гинкговое. Позже Гаррис, изучив кутикулу и чекановский, и лептостробуса, пришел к выводу, что оба палеоботанических рода в действительности принадлежат одному растению. Подозрения Оиси подтвердились. Тщательное изучение лептостробуса показало Гаррису, что это — женская шишка весьма необычной

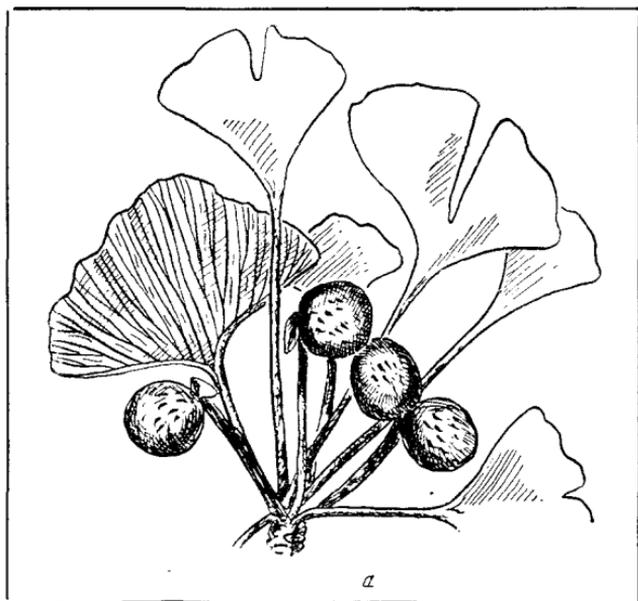


Рис. 41а. Гинкго

конструкции. На длинной оси попарно сидят чешуи, имеющие вид створок раковины. Внутри этих створок — несколько семян. У гинкго и его родственников ничего подобного нет (рис. 41 а, б). Здесь семена или сидят на ножках поодиночке, или располагаются на коротком ветвистом побеге. Своеобразие растений с шишками лептостробус и листвой чекановския таково, что индийский палеоботаник Д. Д. Пант (который разобрался в строении буриадии) счел возможным выделить их в новый порядок голосеменных, который он назвал *Czekanowskiales*. Порядок — очень высокая систематическая категория. Достаточно сказать, что один порядок — это или все хвойные, или все гинкговые, или все цикадовые.

Одного такого исследования было бы достаточно, чтобы занять прочное место в истории палеоботаники. Но это лишь немногое из того, что сделано Гаррисом. Он добыл интереснейшие сведения о древних цикадовых, разобрался в органах размножения своеобразной группы кейтониевых (иногда их считают предками покрытосе-

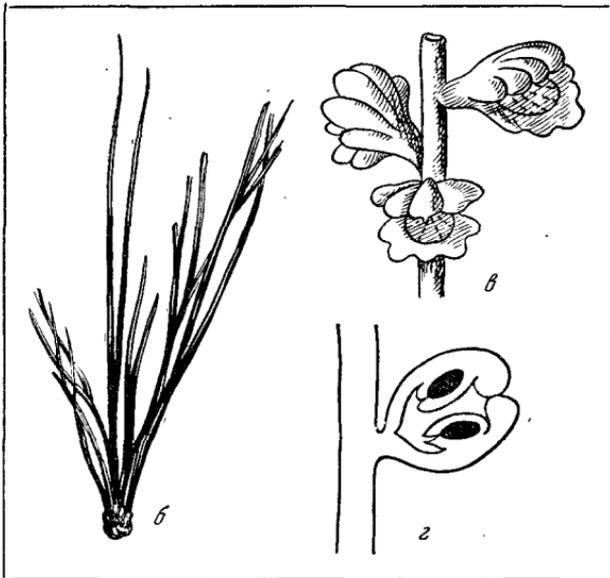


Рис. 416. Чекановскийя

б — листья чекановскийя; в, г — двустворчатые капсулы с семенами  
(внешний вид и разрез)

менных), описал много новых родов, дал исчерпывающее описание юрской флоры Англии, ставшее теперь эталонным. Говоря об исследованиях Гаррисом верхнетриасово-нижнеюрской флоры Гренландии, американский палеоботаник Эндрьюс писал в своем учебнике палеоботаники: «Немного найдется палеоботанических исследований, если вообще таковые есть, которые бы пролили свет на столь многочисленные, неизвестные доселе растения».

Гаррис никогда не принимался за обобщения в планетарном масштабе. Может быть, это было связано с тем, что он, как никто другой, знал цену фактам, которые всем казались неоспоримыми. Работая над флорой, до этого считавшейся вполне прилично изученной, он всегда вскрывал массу ошибок и заблуждений, в основе которых лежала поверхностность и небрежность исследователей. Но Гаррис никогда не был только коллекционером фактов и строгим профессиональным ревизором. Ведь разгаданная природа доселе неизвестного или непонятного иско-

паемого растения — это не голый факт, а уже готовое обобщение и необходимый исходный материал для качественной реконструкции растительного царства геологического прошлого. Поэтому работы Гарриса — не картотека фактического материала, а незаменимые и надежнейшие справочные пособия. Последующие исследователи почти никогда не находили в них ошибок и непродуманных мест. За эти работы Королевское общество избрало Т. М. Гарриса своим членом.

### Неисчерпаемые возможности

Мы уже видели, что при изучении ископаемых растений и при исследовании преступлений порой применяются одни и те же методы. Этим не исчерпывается сходство в работе палеоботаника и криминалиста. И тому, и другому приходится по незначительным уликам восстанавливать прошедшие события, внешний облик и манеру поведения действующих лиц, докапываться до причин явлений.

Современная палеоботаническая техника позволяет извлекать из каменного материала огромное количество информации. К сожалению, эти поистине неисчерпаемые возможности обычно используются далеко не полностью. Причем здесь дело не только в том, что палеоботаник не имеет для этого необходимых условий, но и в том, что он не всегда знает, как подступиться к такой работе. Иногда он формально и поверхностно обрабатывает одну коллекцию и уже берется за следующую. Такое отношение к материалу можно сравнить с непродуманной эксплуатацией месторождения полезного ископаемого, когда с него только «снимаются сливки». После такой эксплуатации месторождение мало кого интересует, хотя в нем остались нетронутыми богатейшие залежи.

Еще не так давно этот подход был единственно возможным, так как в интересах геологической практики надо было хотя бы первично инвентаризовать основные ископаемые флоры. Но сейчас от таких исследований иногда получается больше вреда, чем пользы.

К счастью, среди палеоботаников время от времени находятся люди, которые на свой страх и риск берутся за переизучение такого материала. Именно так поступил

Гаррис, когда он взялся за изучение юрской флоры Англии. В том же направлении работали и его ученики — Д. Таунроу, С. М. Архангельский, У. Чалонер и другие.

В нашей стране также проводились детальные исследования с извлечением из материала всей возможной информации. В качестве примера возьмем раннемеловые растения Дальнего Востока. В течение последних десяти лет их изучает владивостокский палеоботаник В. А. Красилов. До него уже была сделана основная инвентаризационная работа. На долю Красилова выпала неблагоприятная роль ревизора. Пришлось взять на вооружение современную палеоботаническую технику. Вот некоторые результаты этой работы: описано свыше 40 новых видов, у 12 видов оказались неверными названия, выявлено систематическое положение многих растений. Если учесть, что в нижнемеловых отложениях Приморья сейчас известно около 140 видов, проведенная Красиловым ревизия достаточно существенна. А ведь эта флора считалась хорошо изученной!

На листьях многих растений В. А. Красилов обнаружил плодовые тела различных грибов, которые наши палеоботаники вовсе не изучали. Нельзя сказать, чтобы их не видели. Просто не придавали значения каким-то темным пятнам на кутикуле. Между тем изучение остатков грибов значительно дополняет характеристику древних растительных сообществ, позволяет ввести в практику биостратиграфии новую группу растений.

Красилову удалось извлечь споры из спорангиев многих папоротников. О том, что палеоботаники извлекают рассеянные в породе споры и пыльцу, уже говорилось. Иногда это единственная возможность выяснить возраст горных пород. К каким родам или семействам относятся эти микроскопические остатки, обычно сказать трудно. Правда, иногда имеются некоторые броские признаки, по которым исследователи определяли систематическую принадлежность спор и пыльцы. Например, казалось, что вполне возможно распознать среди ископаемых спор представителей глейхениевых и схизейных папоротников. Такие споры описывались в составе соответствующих семейств, и им посвящались даже специальные монографии. И снова внешнее сходство подвело палеоботаников. Работы Красилова показали, что споры, которые считали принадлежащими к семейству глейхе-

ниевых, вполне могут принадлежать к четырем другим семействам. Столь же недоказанными оказались и определения по спорам родов других семейств.

### Царство покрытосеменных

Середина мелового периода явилась в истории растительного мира переломным моментом. Если в нижнемеловых отложениях мы находим остатки обычных мезозойских растений — цикадовых, беннеттитовых, гинкговых, хвойных и папоротников, то в верхнемеловых породах картина совершенно другая. Почти повсеместно мы начинаем встречать многочисленные остатки покрытосеменных. С резкой сменой декораций мы уже сталкивались в предыдущих главах, но наступление века покрытосеменных произошло особенно неожиданно и во многом непонятно. Известный советский ботаник М. И. Голенкин считал, что в то время произошли космические явления, изменившие характер земной атмосферы и сделавшие ее более прозрачной. Бурному потоку световой энергии по-настоящему могли противостоять только покрытосеменные. Эта популярная в свое время гипотеза теперь уже оставлена палеоботаниками. Большинство палеоботаников приходит сейчас к убеждению, высказанному В. А. Вахрамеевым, что покрытосеменные первоначально появились на возвышенных и гористых пространствах. При возникновении обширных засушливых зон, приведших к вымиранию мезозойских влаголюбивых растений, покрытосеменные широко распространились по Земному шару. В этом смысле интересно, что наиболее примитивные из современных покрытосеменных (например, магнолиевые) сохранили доныне свою привязанность к горным местам.

Гипотеза о горном происхождении покрытосеменных подкупает своей логичностью, но не решает всех стоящих перед палеоботаникой вопросов. Мало ответить на вопрос «где», нужно показать еще «как» они произошли. Палеоботанические «документы» не сохранили, к сожалению, соответствующих «записей». Древнейшие из известных нам покрытосеменных имеют уже все основные отличительные особенности этого класса. Как и все другие крупные группы растительного царства, покрытосеменные

появляются уже вполне оформленными. Поэтому на вопрос «как» приходится отвечать не палеоботанике, а ботанике.

Основным оружием покрытосеменных в их борьбе за существование, безусловно, был цветок. Но решающую роль сыграли не краски венчика, а строение завязи. Завязь состоит из отдельных плодолистиков, а в них надежно скрыты от высыхания и поедания насекомыми зачатки будущих семян. Возникновение этой надежной системы — объект долголетних споров ботаников и палеоботаников. В возможных предках покрытосеменных перебивали чуть ли не все основные группы растений, даже хвощи.

Неожиданное и остроумное решение проблемы предложил советский ботаник и палеоботаник А. Л. Тахтаджян. Он рассуждал примерно так. У предков покрытосеменных семезачатки были разбросаны по всему листу. Сидя в нераспустившихся почках, такие семенные листья должны были складываться. Представим себе теперь, что лист остается в сложенном (кондупликатном) состоянии, края его срастаются, а спрятанные внутри семезачатки продолжают развиваться. В результате получится орган, который иначе как плодолистиком не назовешь. Анализ цветка современных покрытосеменных показал, что именно так могло обстоять дело. Такая способность к половому созреванию в недоразвитом или просто зародышевом состоянии называется неотенией. Гипотеза неотенического происхождения покрытосеменных разделяется если не всеми, то очень многими ботаниками.

В эволюции покрытосеменных неотенические явления, по-видимому, сыграли очень большую роль. С этими явлениями А. Л. Тахтаджян связывает также происхождение травянистых покрытосеменных.

Свое победное шествие по планете покрытосеменные начали, будучи деревьями. Не случайно самые архаичные среди них, например магнолии, — всегда древовидные. По общему мнению ботаников, травы появились на земле позже. Травянистые (особенно однолетние) растения имеют перед деревьями серьезные преимущества. У них короткий жизненный цикл, раннее созревание. Будучи прижаты к земле, они легче переносят холод. В суровую зиму им легче спрятаться под снегом. У трав быстро че-

редуются поколения. Это тоже выгодная особенность, позволяющая им быстрее изменяться, приспосабливаться, а затем распространяться по поверхности планеты. Только травы смогли заселить высокогорья, пустыни и полярные страны. Деревьям туда проникнуть не удастся. Что же такое трава, чем она отличается от деревьев?

Проследим развитие дерева. Вот семя прорастает, и образуется небольшое растение, называемое проростком. В отличие от животных, развитие растения идет путем наслаивания все новых и новых слоев клеток, которые перекрывают, но не замещают ткани проростка. Сам проросток, в сущности, почти не отличается от лишенной цветков травы. Иными словами, проросток, притормозивший развитие всех своих органов, кроме цветов, вполне может рассматриваться как трава. Здесь уместно напомнить, что растения часто спешат размножаться, не достигнув нормального взрослого облика. В ботаническом саду на острове Тринидад однажды неожиданно зацвело красное дерево, имея в высоту всего 25 см. Иногда начинают вдруг плодоносить совсем юные сеянцы клена, груши, яблони, бузины и других деревьев. Обычно это происходит не от хорошей жизни. И. Т. Васильченко обнаружил в Намангане пень грецкого ореха с однолетним побегом, который плодоносил. Полученные семена были посеяны, и новый урожай получили в год посева.

Вывод о том, что трава — это задержавшиеся в развитии деревья, уже напрашивается сам. Эта мысль, сейчас вполне естественная, а когда-то неожиданная, также принадлежит А. Л. Тахтаджяну.

Мы ничего не говорили здесь о добытых палеоботаниками фактах по истории флоры, составленной преимущественно покрытосеменными. Такая флора заселяла Землю, начиная со второй половины мелового периода. С соответствующими отпечатками растений мы встречаемся на всех материках. Рассматривать все эти документы не будем, так как это не входит в задачу нашей книги. В столь молодых отложениях мы, в сущности, встречаемся с современными родами, а то и видами. Некоторые необычные растения интересны лишь для специалистов и вряд ли заслуживают рассмотрения в популярной книге. Рассказ о флоре кайнозоя немислим без знакомства с систематикой современных растений, а это требует слишком больших отступлений в область палеоботаники.

Все же мне хочется отметить, что в расшифровке этой главы истории растений огромную роль сыграли труды наших замечательных палеоботаников А. Н. Криштофовича, И. В. Палибина и их учеников.

Последние миллионы лет проходили под знаком нарастания климатических контрастов на Земном шаре. В начале последнего, четвертичного периода, т. е. полтора-два миллиона лет назад, на Земле началась эпоха оледенений, что было большим событием для растительного мира. Смещение климатических зон повлекло за собой переселение растений, появились обширные площади тундры и лесотундры.

О драматических событиях в жизни растений в эти трудные для них времена мы узнаем главным образом по остаткам захороненных в горных породах спор и пыльцы. Но это уже совершенно особая тема для разговора. Интересующиеся могут почитать об этом в популярной брошюре С. А. Сафаровой «С микроскопом в глубь тысячелетий».

## ЖИВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

*«Надеюсь, благосклонный читатель извинит меня за то, что я останавливаю его внимание на такого рода подробностях; однако, сколь ни незначительными могут показаться эти детали умам пошлым и низменным, они, несомненно, помогут философу обогатиться новыми мыслями и применить их на благо общественное и личное».*

Д Ж О Н А Т А Н С В И Ф Т  
«Путешествие Гулливера»

Живые ископаемые или организмы, которых привыкли видеть окаменевшими, а не живыми, — любимая тема популяризаторов палеонтологии. Да и для палеонтолога всегда интересно посмотреть на облик и образ жизни животного и растения, от которого обычно буквально остаются только «рожки да ножки». Правда, надо сказать, что подобные находки не привели к сколько-нибудь важным переменам в наших представлениях. Для палеонтологов в этих существах важно другое. Им надо знать, сколько времени может просуществовать биологический род или вид. Однако не будем забегать вперед с рассуждениями. Лучше рассмотрим сначала конкретные примеры.

### «Дерево за сорок эю»

Классическим живым ископаемым среди растений обычно считают гинкго. Это крупное дерево с раскидистой кроной и декоративной листвой. Таких изящных двулопастных листьев, пересеченных веером тонких жилок и сидящих на длинном черешке, нет ни у одного другого современного растения (рис. 41).

Гинкго интересен не только палеоботаникам, но и ботаникам. Вместе с цикадовыми он стоит особняком среди голосеменных растений по способу образования семян. Когда пыльца гинкго проникает в семезачаток, из нее вырастает микроскопическая трубочка, которую

называют пыльцевой. В ней незадолго перед оплодотворением появляются два сперматозоида. Снабженные ресничками, они медленно передвигаются и напоминают инфузории. Подходя к яйцеклетке, сперматозоид оставляет на ее поверхности свой спиральный поясок с ресничками и голышом проникает внутрь. Ядра сперматозоида и яйцеклетки сливаются. Оплодотворение произошло. У большинства других современных голосеменных сперматозоиды лишены ресничек и, следовательно, подвижности. Кстати, подвижные сперматозоиды цикадовых крупнее, чем у всех других высших растений. Они достигают в поперечнике 0,3 мм и хорошо видны невооруженным глазом.

Интересны и семена гинкго. Собственно говоря, пока они висят на дереве, их нельзя и называть семенами. Это лишь семезачатки. Пыльца в них попадает весной, а оплодотворение откладывается до поздней осени, когда семезачатки уже опадут. Возможно, что такая же картина наблюдалась у многих палеозойских растений, например у семенных папоротников, в семенах которых никогда не удавалось видеть зародыша.

Сейчас гинкго можно встретить в ботанических садах и в парках южных городов Европы, Азии и Америки. Между тем еще три столетия назад европейские ботаники ничего о нем не знали. А вот в китайских поэмах гинкго фигурировал еще в начале XI в., рисунки и описания его можно найти в китайской научной литературе XVI в. Судя по китайским источникам, семена гинкго принимались на севере страны в виде дани.

Наверное, немного найдется растений, имеющих столько самых различных и порой неожиданных имен. Доктор Кемпфер, благодаря которому гинкго проник в Европу, был врачом посольства в Японии, изучал местную флору и отметил гинкго в 1690 г. В рукописи для гинкго были указаны три названия: «ginan», «sankyo» и «icho». Уже в начале XVIII в. он совместил два первых названия воедино. Как появилась в середине получившегося слова латинская буква «g», до сих пор неясно. Возможно, это была просто описка, и некоторые палеоботаники вопреки установившейся традиции предпочитают писать «Ginkyo». В 1796 г. англичанин Д. Смит возмутился неблагозвучием сочетания «kgo», назвал его варварским и неуклюжим, и предложил именовать растение *Salisburia*, но было поздно. За четверть века до этого Карл

Линней уже ввел слово *Ginkgo* в официальную латинскую номенклатуру. Отсюда оно попало в русский и немецкий языки. Англичане называют гинкго «*Maidenhair tree*», что дословно переводится несуразным набором слов «дерево девичьих волос». Дело все в том, что *Maidenhair* — английское название травянистого папоротника адиантум, или «венерин волос». Перышки этого папоротника сходны с листьями гинкго, и в поисках названия для последнего англичане обратились к папоротнику, добавив к его имени слово «дерево».

Французы называют гинкго весьма необычно: «дерево за сорок экю». Название это, по данным Лоудона, родилось так. В 1780 г. парижский ботаник-любитель по имени Петиньи посетил Лондон для осмотра ботанических садов. В одном из них он увидел пять молодых растений гинкго, который был настолько редким в Англии, что хозяин сада считал себя единственным владельцем этого растения. Он сам вырастил деревца из семян, полученных из Японии, и рассчитывал их выгодно продать. Однако после хорошего завтрака с соответствующим количеством вина хозяин сада уступил Петиньи все пять экземпляров, выросших в одном горшке, за 25 гиней. Гость тут же расплатился и, не теряя времени, унес покупку. На следующее утро проспавшийся владелец разыскал Петиньи и предложил ему ту же сумму уже за одно деревце. Француз был непреклонен и увез гинкго на родину. Каждое дерево обошлось ему в 120 франков, т. е. в 40 экю. Почти все гинкго Франции, а их много в этой стране, берут начало от деревьев, купленных Петиньи.

Эти растения довольно неприхотливы. По выражению одного ботаника, они выживают в наихудших условиях среды, какие только может создать человек. Им не страшны насекомые и грибки. Может быть, именно благодаря своей необычайной выносливости гинкго дожили до наших дней.

В Китае и Японии гинкго считают священным деревом. Не исключено, что именно забота человека помогла ему стать живым ископаемым — «нечто обратное обычной судьбе всего живого» (Г. Эндриус). В диком состоянии эти деревья известны лишь в Юго-Западном Китае, да и то возникают сомнения, не проникли ли они сюда из культуры. Между тем еще в третичном периоде гинкго были распространены на обширной территории от Англии до Сахалина. Но наиболее обильные остатки мы находим в верхнеюрских и

нижнемеловых отложениях. Иногда фитолеймы их листьев сплошь выстилают поверхность камня или образуют целые прослои. Самые древние отпечатки гинкго находят в верхнетриасовых отложениях. Этим остаткам почти 200 млн. лет.

Роль гинкго и его ближайших родственников в мезозойские времена, т. е. в век динозавров была весьма существенной, но все же ее часто преувеличивают. К числу родственников гинкго иногда относят чуждые ему растения. Одни из них, как теперь стало ясно, вполне самостоятельны и, во всяком случае, принадлежат другим родам и семействам. Другие, например, чекановский, вообще оказались в совершенно иной группе растений (см. главу X).

Разобраться в систематике ископаемых листьев гинкговых — очень трудное дело. Слишком уж они изменчивы. Даже на одном дереве можно встретить листья от ромбических до глубоко рассеченных. Некоторые листья даже скручены в глубокую воронку и срослись боковыми краями. В породы попадают листья с деревьев, принадлежащих разным видам, и ни один из видов не отличается однообразием листовой. К счастью, на листьях часто сохраняется угольная корочка, фитолейма, из которой обычно удается получить препарат кутикулы. Клеточное строение листа, устьица и волоски не так сильно меняются от одного листа к другому. Благодаря всем этим микроскопическим признакам история гинкго теперь более или менее раскрыта.

### Рано похоронили

Не надо думать, что биологи и ботаники уже закончили инвентаризацию животных и растений, населяющих сейчас нашу планету. Каждый год в литературе появляются десятки статей с описанием новых видов и даже родов, существование которых до этого не подозревалось. Очень интересной и неожиданной была, например, находка в 1957 г. в Центральном Перу нового рода плауновидных *Stylites*, возможного потомка древовидных гигантов каменноугольного периода. Обычно ботаники и зоологи действительно открывают для науки роды и виды, но иногда после тщательного изучения находки оказывается, что нечто подобное уже встречалось палеонтологам.

В 1941 г. японский палеоботаник Сигеру Мики нашел в верхнетриасовых отложениях своей страны своеобраз-

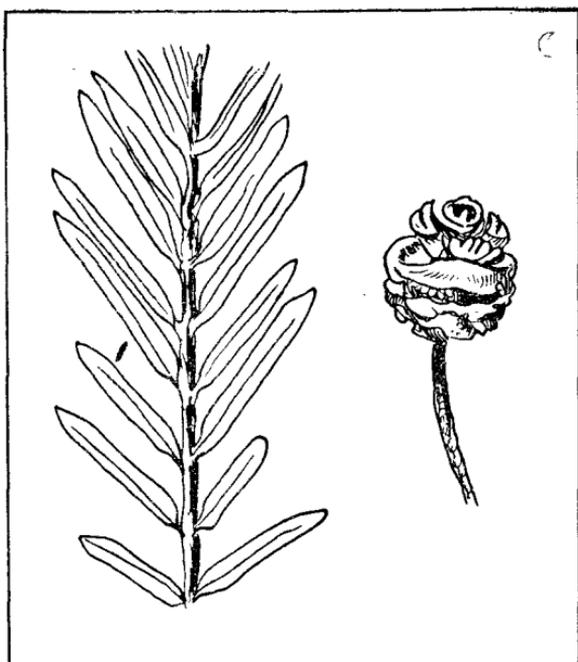


Рис. 42. Метасеквойя  
(побег с листьями и шишка)

ные веточки хвойного, похожего на секвойю. Детальное изучение остатков показало, что это новый род. Мики дал ему название метасеквойя. Позже такие же остатки были найдены в третичных и даже меловых отложениях чуть ли не по всему Северному полушарию, вплоть до Шпицбергена. Оказалось, что многие ископаемые листья, которые раньше принимали за тисс или секвойю, в действительности относятся к метасеквойе. Постепенно материалы по этому растению накапливались, и вдруг в 1944 г. китайские ботаники нашли его живым и здоровым в Центральном Китае. Метасеквойи живут здесь на площади всего в 800 кв. км на высоте от 700 до 1400 м. Несколько экземпляров, подаренных советским ботаникам, можно видеть в наших ботанических садах. У метасеквойи мягкие и плоские иголки, сидящие на тонких веточках двумя рядами (рис. 42). Наконец-то, палеоботаники смогли посмотреть на целое растение вместо того, чтобы складывать его годами по ча-



Рис. 43. Слева — *Selaginellites* из каменноугольных отложений; справа — современная селлагинелля (по К. Мэгдефрау)

стям из разрозненных остатков. К чести палеоботаников надо сказать, что они хорошо разобрались в этих остатках. Во всяком случае, живая метасеквойя, при всем интересе к ней, не заставила их в корне ломать сложившиеся взгляды.

### Много ли сейчас живых ископаемых?

Ответить на этот вопрос довольно трудно. Прежде всего, надо четко определить, что же такое «живые ископаемые». Ведь все окружающие нас живые существа появились не вчера, а имеют более или менее длительную геологическую историю. Стало быть, все они в какой-то степени живые ископаемые. Поэтому мы поставим вопрос несколько иначе, а именно: какие из наших современников имеют наиболее почтенную историю? Ответ, наверное, будет для многих довольно неожиданным. Это и не гинкго, и не ме-

тасеквойя и не какое-нибудь оригинальное экзотическое растение. Вполне возможно, что самыми древними из современных растений являются травянистые плауновидные селлагинеллы и плаун (*Lycopodium*). Первое из этих растений — селлагинелла — имеет стелющийся или прямостоячий побег размером от нескольких сантиметров до добрых двух десятков метров. Хотя в современных лесах у селлагинеллы нет близких родственников (впрочем, и в геологическом прошлом она, видимо, была «довольно одинока»), нельзя сказать, чтобы этот род чувствовал себя плохо. Он охватывает свыше семисот видов и, предпочитая тропические леса, хорошо чувствует себя и в странах умеренного климата. А один вид прижился даже в пустынях Мексики и юго-запада Соединенных Штатов.

Примечательная черта селлагинеллы — разнospоровые шишечки. Это значит, что в одной шишечке собраны спорангии двух видов. Одни заполнены массой микроспор диаметром 20—70 мк, которые прорастают еще в спорангии, а когда высеиваются, то дают начало маленькому заростку с мужскими половыми органами. Другие спорангии заключают от 8 до 40 мегаспор. Они также прорастают прямо в спорангии, а затем уже в грунте дают начало женским заросткам. Заметной чертой селлагинеллы является также ее листва. На побегах сидят листья двух типов: одни плотно прижаты к стеблю, а другие расprostерты двумя рядами в плоскости стебля (рис. 43).

Точно такие же остатки время от времени находят в кайнозойских, мезозойских и даже палеозойских отложениях разных стран. Самая древняя находка была сделана американским палеоботаником У. Дарра в угольных почках каменноугольных отложений штата Иллинойс в США. Возраст этих остатков почти 300 млн. лет. Тем не менее сохранность их исключительно хороша. В небольшой продолговатой шишечке диаметром всего 3,5 мм хорошо видны спорангии с мегаспорами (по четыре в каждом). Споры уже начали прорастать, и в клетках видны окаменевшие ядра. Больше того, в некоторых клетках заметны какие-то образования, которые Дарра признал за хромосомы. За долгую историю у селлагинеллы появились черты высокой специализации в анатомическом строении, например настоящие сосуды. О них речь шла в главе IX.

Обычный лесной плаун (рис. 44 а, б) по внешнему облику напоминает селлагинеллу, но у него, во-первых, листья

одного сорта и, во-вторых, споры в спорангиях одинаковые. Плауны живут сейчас во многих странах как в тропическом, так и в умеренном климате. В тропиках они часто поселяются на деревьях, а в наших лесах стелются по земле. Диапазон хозяйственного использования современного плауна весьма своеобразен. Его побеги продают на кладбищах для украшения могил, их же укладывают на зиму для красоты между рамами окон. Споры плауна используют как детскую присыпку и, что самое важное, в литейном производстве. Ими обсыпают формы, чтобы металлические детали не прилипали к стенкам.

Когда в горных породах находят побеги, внешне похожие на плауны, их обычно называют не *Lycopodium* (т. е. плаун), а *Lycopodites*. Суффикс «ites» часто прибавляют к названию современного рода, когда речь идет об ископаемых остатках. Самому названию *Lycopodites* не везло, так как его не всегда применяли по назначению. В 30-х годах наш палеоботаник М. Д. Залесский нашел в верхнепермских отложениях тонкие побеги с нежными листочками, которые он посчитал за хвойные и назвал *Walchia spinulifolia*. Другой палеоботаник, Г. П. Радченко, определил этот вид в верхнепермских отложениях Тунгусского бассейна. Ему показалось сомнительным, что это действительно вальхий, и после названия рода он на всякий случай поставил знак вопроса. Через некоторое время Радченко счел, что это остатки не хвойного, а плаунового, и назвал их *Lycopodites spinulifolius*. Больше того, он назвал всю сопутствующую флору «ликоподитовой». Но тут вышла статья М. Ф. Нейбург. Не доверяя внешнему сходству, она применила микроскопическую технику. В результате оказалось, что это не плауны, а мхи. Радченко пришлось переименовать флору в «глотофилловую» по названию другого растения. Возможно, что и некоторые другие описанные в литературе *Lycopodites* незаконно считаются плаунами.

Тем не менее этот род действительно очень древний. Его остатки, причем довольно типичные, немецкие палеоботаники Р. Крейзель и Г. Вейланд описали из верхнедевонских отложений Эйфеля (ФРГ). Их возраст не меньше 350 млн. лет. Из спорангиев удалось извлечь довольно крупные (90—120 мк), но одинаковые споры. Достаточно хорошие по сохранности остатки растений, очень похожих на *Lycopodium*, встречаются и в каменноугольных отло-

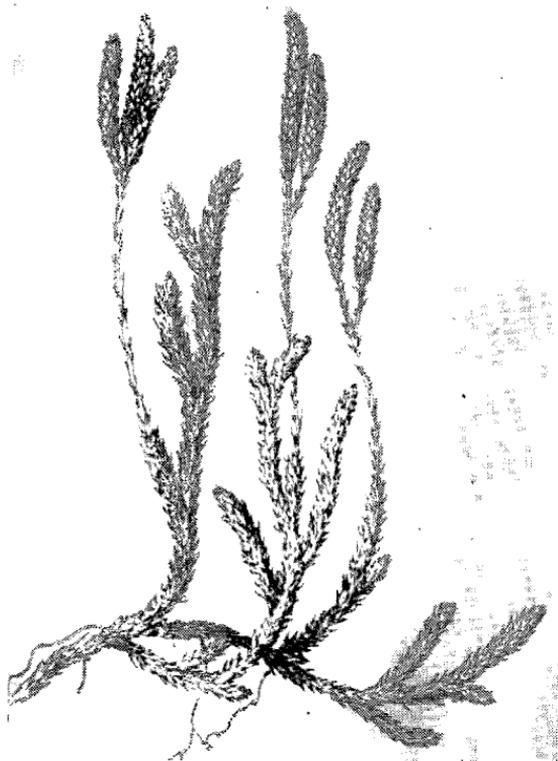


Рис. 44а. Современный плаун (*Lycopodium*)

жениях. Некоторые палеоботаники полагают, что древнейшее плауновидное — баррагванация из нижнего девона Австралии (почти 400 млн. лет) близко родственна нашему плауну.

В научно-популярной литературе иногда говорят о плауне как о травянистом потомке древовидных каменноугольных лепидодендронов. Наблюдения последних десятилетий показывают, что это не так. Плауны не моложе, а, может быть, даже и старше лепидодендронов. Скорее всего, когда-то на очень ранних стадиях эволюции плауновидных среди них наметились две крупные независимые ветви. Одна из них, хотя и процветала в каменноугольное время, теперь вымерла почти бесследно. К ее потомкам,



Рис. 446. Плаун *Lycopodites* из каменноугольных отложений

может быть, относятся лишь современные полушники и упомянутый выше перуанский стилит. Другая ветвь никогда не играла выдающейся роли, но успешно дожила до наших дней. В органическом мире часто события развивались по принципу «нет великого Патрокла, жив презрительный Терсит».

Следующим растением, которое в той же степени, что и гинкго, имеет право называться живым ископаемым, является всем известный хвощ (рис. 45), по-латыни *Equisetum*. В нашей стране хвощи довольно мелкие, но в тропиках некоторые виды достигают двух метров в высоту при диаметре в 10 см. Южноамериканский вид хвоща, недаром прозванный «гигантским» (*Equisetum giganteum*), вырастает на 12 м

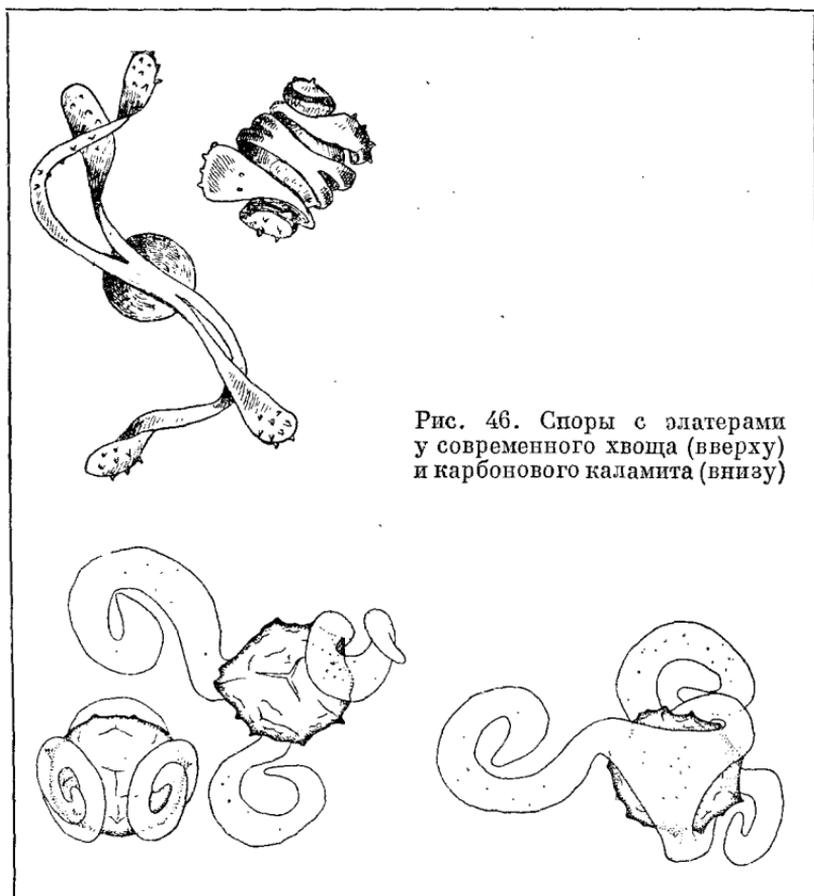


Рис. 46. Споры с элатерами у современного хвоща (вверху) и карбонового каламита (внизу)

паемыми хвощами. Впрочем, вполне возможно, что под воздействием химикатов, которому подвергаются споры при их изучении, пружинки просто растворяются. Заметим, кстати, что споры с пружинками недавно были обнаружены американцами Р. Бэкстером и Д. Лейсманом в спороносной шишке каламита в угольной почке каменноугольного возраста (рис. 46). Они растворили небольшой кусочек породы с заключенными внутри него спорами в разбавленной соляной кислоте. Пока споры были в кислоте, их пружинки оставались свернутыми. Но когда их перенесли в 50% спирт, пружинки ожили. «Этот процесс, — писали Бэкстер и Лейсман, — можно было наблюдать под препаровальным

микроскопом, и это было необычайное зрелище — видеть споры, поворачивающиеся под воздействием быстрого движения элатер (т. е. пружинки. — С. М.) после стольких миллионов лет бездеятельности».

Список живых ископаемых, незаслуженно забытых популяризаторами, можно продолжать еще долго. Это папоротники чистоус (*Osmunda*) и мараттия (*Marattia*), которые тоже жили вместе с динозаврами. Сюда же можно отнести и некоторые хвойные мелового и юрского периодов. То, что они относятся к современным родам *Podocarpus*, *Serphalotaxus*, *Athrotaxis* и др., показано шведским палеоботаником Р. Флорином и нашим палеоботаником В. А. Красиловым. Во всяком случае, эти растения намного старше такого классического «живого ископаемого», как метасеквойя.

### Снова уроки осторожности

Если бы палеоботаника первой половины прошлого века попросили написать известные ему живые ископаемые, то в результате получился бы своеобразный список. В нем не было бы некоторых только что рассмотренных — и в то же время фигурировали бы другие роды. Правда, уже тогда палеоботаники были достаточно осторожны и избегали применять к ископаемым остаткам неизменные родовые названия современных растений. Они широко пользовались суффиксом «ites». Так вошли в литературу, например, каламиты — по латыни *Calamites* от слова *Calamus*, т. е. тростник (так же называют и современную пальму-ротанг). Нескладно получилось, конечно. Ведь каламиты и тростник — отнюдь не родня. Тростник это однодольное (т. е. цветковое) растение, а каламиты принадлежат совсем другой группе растений (к членистостебельным). Эта ошибка вскрылась очень рано и была ясна еще в прошлом веке. Тем не менее пошли в ход *Adiantites* (*Adiantum*, или «веперин волос» — папоротник, а название *Adiantites* получил семенной папоротник), *Yuccites* (в честь лилейного юкки было названо какое-то голосеменное растение), *Zamites* (от *Zamia*), *Casuarinites* (от *Casuarina*) и т. д. Кроме того, в списках мезозойских и палеозойских растений замескали папоротники *Asplenium* (костенец), *Syathea* (циатея) и другие современные растения. Каждый раз при выборе названия палеоботаника гипнотизировало внешнее сход-

ство. Конечно, он знал о многочисленных случаях симуляции форм у растений, не связанных родством, и все же сходство подкупало. Хотя вопиющие ошибки вскрывались сплошь и рядом, уроки не шли впрок. Даже сейчас, когда под явления параллелизма подведена серьезная теоретическая база, палеоботаники сплошь и рядом продолжают верить этому ставшему пресловутым внешнему сходству.

Осторожные палеоботаники, найдя знакомые по современным растениям листья, не спешат относить их к еще живущим родам и пополнять списки живых ископаемых. Мало найти один сходный орган: лист, стебель или шишку. Надо еще разобраться, чей это лист, на каком стебле он сидел и вместе с какими шишками. Дело даже не только в том, что у разных растений могут быть одинаковые листья или пыльца. Дело в том, что эволюционное развитие отдельных органов у растений протекает неравномерно. Это явление А. Л. Тахтаджян предложил называть гетеробатмией, т. е. разноступенчатостью. Сначала начинает прогрессировать, например, форма листа и строение пыльцы, затем подтягивается строение шишек, а анатомическая структура ствола запаздывает. Потом и она начинает наверстывать упущенное. Только тогда, когда разовьются до необходимого уровня все органы, можно сказать: «Это сосна (дуб, капуста и т. д.)».

Проблема живых ископаемых имеет большое научное значение. Рассматривая вопрос об эволюционном прогрессе (подробнее речь о нем пойдет в следующей главе), крупнейший дарвинист Т. Гексли обратил внимание на то, что многие организмы, оставшись неизменными, просуществовали от палеозоя до наших дней. Отсюда он делал вывод об «изумительно незначительном прогрессе» в органическом мире за прошедшие геологические эпохи.

Приведенные выше факты о живых ископаемых наверняка порадовали бы Гексли. Однако они вряд ли подтверждают его выводы. Не предвзято предстоящих ниже рассуждений о прогрессе, скажем только, что большая часть перечисленных организмов, хотя и играла временами заметную роль в ландшафтах геологического прошлого, но не играла такой роли постоянно. Гинкговые вымерли почти бесследно, селлагинелли, хвощи и плауны никогда не были основным фоном растительности. То же можно сказать и о других растениях, с которыми мы познакомились в этой главе.

## КТО КОМАНДУЕТ ПАРАДОМ?

*«Мы многому научились, но по-  
крос, скрывающий тайну происхож-  
дения органического мира, лишь  
отчасти приподнят. Мы учимся, но  
еще не способны познать истину».*

А. Ч. С Б Ю О Р Д

Любой современный объективно написанный курс по тому или иному теоретическому разделу биологии больше напоминает задачник, чем свод твердо установленных положений. Мы можем перечислить то, что нам дано, но когда надо ответить на то, что спрашивается, большей частью мы становимся в тупик. В этот удивительный задачник природа забыла вставить лист с ответами. И чем важнее вопрос, тем дальше мы находимся от его решения. Говоря словами П. Эрлиха и Р. Холма, «основной вопрос остается без ответа: почему в ходе эволюции ДНК создала для своего собственного воспроизведения трубказубов и людей, тогда как бактерии и другие простые организмы, казалось бы, могут служить не хуже для этой цели?». Мы не будем рассуждать на эту вечную тему, в которой есть что-то сродни вопросу о смысле жизни. Реми Шовен справедливо пишет: «От того, что мы будем задавать себе подобные неразрешимые вопросы, наука, право же, ничего не приобретет». А поэтому постараемся меньше спрашивать «почему», а больше уделим внимания вопросу «как?».

### Кому отвечать на вопросы?

Как сменялись во времени группы растений? Какие события определили эти смены! Подобные вопросы исследователи задают себе уже давно. Казалось бы, кто, как не палеоботаники, должны на них ответить? Ведь именно в их распоряжении находятся соответствующие «документы». Действительно, имеющаяся у палеоботаников информация огромна. Следуя из глубин геологического прошлого к нашим дням, мы видим, что эпоха господства

древних псилофитов, прапапоротников и других споровых растений сменилась эпохой голосеменных. На последнем этапе истории растений на передний план вышли покрытосеменные. И все же палеоботанические документы о многом умалчивают. Мало того, что ископаемые растения доходят до нас в разобранном виде. Неполнота геологической летописи проявляется и в другом.

Мы уже рассказывали о том, что смена флоры различного типа происходит как-то внезапно. В отдельные моменты истории непонятно, откуда берутся, причем сразу в большом количестве, совершенно новые группы растений. Потом они внезапно исчезают, оставляя немногочисленных доживающих потомков. Так было с псилофитовой флорой девона, так появилась и исчезла мезозойская флора с ее гинкговыми, цикадовыми, чекановскими и беннеттитами, так вышли на сцену окружающие нас покрытосеменные. Внезапное появление новых растений и целой флоры в геологическом разрезе — не свидетельство их возникновения именно в это время. Они жили и раньше (долго ли — неизвестно), а мы видим лишь следы их быстрого расселения. Проникнуть в кузницу новых форм палеоботанике пока не удастся, разве что в исключительных случаях. Но и тогда нельзя уверенно говорить о конкретной причине формообразования.

Поэтому на многие (хотя и далеко не на все) вопросы, касающиеся механизма эволюции растительного покрова и самих растений, приходится отвечать ботанике. Конечно, действительный ход событий могут показать лишь палеоботанические наблюдения.

### Фон или движущая сила?

У колыбели каждого растения стоят злые и добрые волшебники. Одни предрекают жизненные невзгоды, другие одевают свойствами, позволяющими побеждать врагов. Всю свою жизнь растение проводит в борьбе за воду, свет, пространство, в борьбе с болезнями, паразитами и травоядными животными. С точки зрения растения, корова — беспощадный хищник.

Значение внешней среды в жизни растения умалить невозможно. Поэтому вполне понятны симпатии большинства исследователей к учению Дарвина, который счи-

тал, что именно во внешней среде надо видеть движущую силу эволюционного развития. Важнейший довод в пользу этой концепции — приспособляемость организмов к различным условиям среды. Однако в науке вопросы не решаются большинством голосов. Многие биологи относятся к учению Дарвина с изрядной долей скепсиса, и это связано не с их плохим характером, а с тем, что не на все вопросы это учение отвечает достаточно убедительно. Говоря словами Э. Синнота, еще «в последнем десятилетии XIX в. энтузиазм, вызванный идеей эволюции, уступил место более здравому представлению, что эта теория не разрешает всех биологических проблем». Таких проблем немало, но мы задержимся лишь па тех из них, с которыми имеет дело палеоботаник. Только не надо думать, что автор хочет поставить под сомнение сущность эволюционного учения. Речь идет, наоборот, о возможных объяснениях с его позиций некоторых фактов из истории растительного мира.

В десятой главе мы вкратце коснулись заключительной фазы в развитии наземных растений. Примерно полтора-два миллиона лет назад на обширные территории Земли начали наступать ледники. Подготовка к оледенению, видимо, началась довольно давно, где-то в недрах мезозоя, когда после позднетриасового «пантропического» климата на нашей планете стала все резче и резче проявляться климатическая дифференциация. И все же, судя по всему, оледенение разразилось достаточно внезапно. Это было грандиозное событие в жизни наземных растений. Естественно ожидать, что такие кардинальные изменения условий должны вызвать и соответствующую эволюционную вспышку, но никаких следов какой-либо вспышки не видно. За четвертичный период и предшествующие 10—15 млн. лет мы не можем отметить появления сколько-нибудь крупных групп растений, например порядков или семейств. Больше того, в неогеновых отложениях почти не встречаются роды, неизвестные в современной флоре, хотя географическое распределение всех родов было тогда иным, чем сейчас. Таким образом, неогеновая и четвертичная история растительного мира как будто дает в распоряжение противников дарвинизма серьезный аргумент. Где же оно здесь, это влияние внешней среды?

Следующий вопрос задает верхнепермская флора Западной Европы. Мы уже говорили, что вся пермская ис-

тория западноевропейской флоры проходила под знаком прогрессирующего иссушения климата. Не надо доказывать, что большая или меньшая сухость климата — очень важный фактор внешней среды, на который должна откликнуться эволюция растений. В действительности верхнепермская флора Западной Европы составлена растениями, которые известны и в более древних отложениях, но играют там подчиненную роль. Этот факт как будто должен порадовать сторонников «теории преадаптации».

В основе этой теории лежит представление о естественном отборе, который играет роль не созидającego фактора, а своеобразного фильтра, через который на территорию с изменившимися внешними условиями проникают из окружающих мест лишь те растения (или животные), которые к ним уже приспособлены (адаптированы) по той или иной причине. Другими словами, под полог вновь образованного елового леса проникнут лишь теневыносливые растения, на ставшей засоленной почве удержатся лишь те растения, которые не погибают от избытка соли. Отсюда вывод, что не среда создает признаки и привычки организмов, а организмы подыскивают среду, подходящую к их признакам и привычкам. Что-то похожее происходит с врачами в стране, давно освободившейся от черной оспы, если в ней неожиданно вспыхнула эпидемия. Редкие и, вроде бы, ненужные специалисты оказываются в центре внимания, становятся незаменимыми. Этим рассуждениям нельзя отказать в логичности, а анализ ископаемой флоры засушливых областей как будто подтверждает теорию преадаптации.

Этим не исчерпываются «антидарвинистские» палеоботанические документы. Во многом неясны источники многочисленных случаев параллелизма у неродственных растений, живущих далеко друг от друга и в достаточно различных условиях. Таково сходство гондванской буриадии и хвойных Северного полушария. Не менее показательны, что листья типа тениоптерис появились у самых разных групп, не связанных друг с другом ни временем, ни местом, ни (как будто) условиями жизни.

Обращает на себя внимание неравномерное развитие разных групп в одних и тех же условиях, в одном и том же месте. Одни группы прогрессируют, дают множество видов, тогда как другие долго живут на том же фоне, обходясь без существенных нововведений. Каверзные вопросы задают

и древнейшие растения. Мы уже говорили об их внезапном появлении и необычайно быстром прогрессе, хотя никаких выдающихся стимулирующих событий во внешних условиях в то время, видимо, не было. Наконец, последовательность фаз складчатости и горообразования, менявших лик континентов, не совпадает с важнейшими этапами в эволюции наземных растений.

Как же можно с позиций дарвинизма истолковать эти и многие другие палеоботанические факты? Неужели действительно внешняя среда лишь фон, на котором разворачиваются эволюционные процессы?

### Почему «или . . . , или . . . » ?

Прежде чем отвечать на поставленные вопросы, четко разграничим два понятия: происхождение организмов и их появление в геологическом разрезе. Оба понятия не столь тесно связаны друг с другом, как кажется на первый взгляд. При рассмотрении общих вопросов эволюции палеонтологи любят списывать отсутствие документов на неполноту геологической летописи. Эта неполнота действительно настолько значительна, что известный немецкий ботаник К. Гебель сравнил палеоботанические свидетельства с жалкими обрывками растерянной библиотеки. Однако оснований для такого пессимизма, пожалуй, все же нет. Выпадение страниц из геологической летописи — закономерный процесс, и их отсутствие само по себе достаточно красноречиво.

Вот один пример. Изучая закономерности распределения культурных растений, Н. И. Вавилов обратил внимание на то, что на Земном шаре есть места с огромным разнообразием сортов того или иного растения. Так, в Эфиопии на площади не более, чем полмиллиона гектаров, было обнаружено больше видов и разновидностей пшеницы, чем во всех остальных местах Земного шара вместе взятых. Работы Вавилова и его учеников показали, что подобные концентрации не случайны. Они указывают нам на центры формообразования, некие генераторы новых видов и разновидностей. Больше того, Вавилов пишет о фактах «изумительной приуроченности процесса основного формообразования географически к чрезвычайно малым пространствам». Выяснилось, что современные



а именно — расселение в новые условия флоры, сформировавшейся за кулисами наблюдаемых нами событий.

О таком механизме развития растительного покрова в геологическом прошлом писали Ч. Дарвин, английский палеоботаник Д. Г. Скотт (в 20-х годах), но полнее всего он был вскрыт в работах нашего крупнейшего палеоботаника А. Н. Криптофовича. Поведение растений при резком изменении внешних условий (оледенение, аридизация) А. Н. Криптофович сравнивал с паническим бегством кошки, взбирающейся на дерево при виде собаки. Действительно, растениям, хорошо приспособленным к внешней среде, нужно время для перестроек, если эта среда меняется. Быстрые изменения климата и почвы приводят растение к гибели. Для эволюции нужны гомеопатические дозы направленных изменений.

Представление о том, что основное формообразование совершается в приподнятых участках суши и поэтому выпадает из нашего поля зрения, было широко взято на вооружение палеоботаниками. Сейчас на это явление ссылаются каждый раз, когда видят внезапное появление групп растений и целой флоры. Но как же тогда быть с раннедевонскими событиями в мире наземных растений? Неужели и здесь внезапное появление в разрезе богатой ископаемой флоры зависит от той же причины? Нет, едва ли. Очень трудно, почти невозможно отказаться от представления, что колыбель наземных растений — побережье морей или других водоемов. Предками наземных растений были водоросли. Таково единодушное мнение исследователей, и подвергать его сомнению пока нет оснований. Предполагать же, что водоросли спустились в низины, т. е. в область формирования флороносных толщ, начав свой путь в предгорьях, по меньшей мере смело.

Причину внезапного появления богатства раннедевонской флоры, видимо, надо искать в другом.

Растительность не всегда сплошь покрывала континенты. Когда-то суша была вовсе безжизненной. Первые растения стали проникать в глубь ее по отдельным увлажненным участкам. В этих условиях на континентах не было настоящего почвообразования, не регулировался сток вод. Возможно, что по этой причине все континентальное и прибрежно-морское осадконакопление шло совсем не так, как в последние геологические эпохи. Иными словами, другими не достаточно устойчивыми были и «кладбища»

древнейших растений. По мере эволюции наземные растения становились способными к более полному заселению суши, развитие корневой системы позволяло им прочнее удерживаться на субстрате, а значит и закреплять его.

Даже небольшое приобретение в этом отношении могло резко изменить всю ситуацию. Образуется единая связанная цепь: больше растений, крепче они сидят — лучше регулируется сток — меньше размыв склонов — меньше повреждений в растительном покрове — больше растений и т. д. Процесс нарастал лавинообразно, в очень короткие сроки. Суша быстро приобрела обжитой вид, стали формироваться вполне сносные «кладбища» растений, но углеобразование еще не начиналось. Позже те же процессы, развиваясь и углубляясь, настолько изменили характер стока вод и почвообразования, что стало возможным формирование болотистых низин, в которых стали накапливаться угли. Кстати, последние появляются в геологическом разрезе также очень неожиданно. Девонские угли редки, зато в нижнекаменноугольных отложениях их уже много во многих местах Земного шара.

Экспансия на незанятые участки суши при незначительной конкуренции и богатом воздействии факторов, каждый из которых был в диковинку выходцам из воды, — вот, по-видимому, тот источник, которому обязан девонский растительный мир своей сверхскоростной эволюцией.

На несколько каверзных палеоботанических вопросов мы как будто подобрали более или менее сносные ответы. Можно объяснить и неодинаковые темпы эволюции разных растений в одних и тех же условиях: во-первых, изменения не обязательно захватывают все компоненты среды в равной мере; во-вторых, разные растения обладают не одинаковой мерой эволюционной пластичности.

Труднее объяснить с точки зрения дарвиновской теории естественного отбора многочисленные случаи параллелизмов, о которых уже много говорилось в девятой главе. Во всяком случае, здесь огромную роль должны играть сложные генетические механизмы. Нельзя исключать и возможные проявления направленного развития, происходящего при известной автономии от внешней среды.

Вопрос о происхождении параллелизмов не может быть окончательно решен, пока не выяснено приспособительное значение параллельно появляющихся признаков. До этого еще слишком далеко, и мы вынуждены занимать в отно-

шении влияния среды довольно примирительную позицию, не ставя решительно вопрос «или . . . , или . . . », помня о том, что большинство кардинальных вопросов науки находило решение тогда, когда исследователи принимали во внимание «и . . . , и . . . ». Точно так же нельзя полностью отвергать и всю концепцию преадаптации. Полемизируя с ее сторонниками, палеонтолог Помпецкий справедливо заметил, что ихтиозавры едва ли перешли к жизни в море по той причине, что у них конечности стали преобразовываться в ласты.

Однако, когда мы имеем дело с быстрыми и сильными изменениями среды, мы видим, что из окружающих мест на эти участки проникают лишь те, кто может жить в этих ставших крайними условиях. Здесь идет не столько изменение, сколько переселение организмов. Например, в третичное (особенно раннетретичное, т. е. палеогеновое) время на Земле, видимо, не было широких областей с арктическим климатом. По тем временам тундры и лесотундры, очевидно, были именно такой крайней и нетипичной средой. Но четвертичное оледенение резко изменило картину. И в наши дни холодный климат господствует на обширных территориях. Последние заселялись, по-видимому, главным образом теми растениями, которые уже научились обходиться без большого количества тепла.

### Ускоряется ли прогресс?

В числе основных проблем биологии, к решению которых палеоботаника (и вообще палеонтология) имеет прямое отношение, стоит проблема эволюционного прогресса. Среди зарубежных ученых есть немало таких, которые отрицают органический прогресс или считают его незначительным. Даже знаменитый дарвинист Томас Гексли, страстный проповедник эволюционного учения, писал, что «суммарный итог» развития органического мира «изумительно незначителен». Этой точке зрения можно противопоставить высказывание палеоботаника Г. П. Радченко, который довольно категорично пишет: «Прогрессивная эволюция органического мира выражается в повышении уровня организации животных и растений на протяжении всей истории биосферы и имеет ясно выраженную тенденцию к постепенному убыстрению этого процесса». А вот

один из крупнейших современных генетиков, шведский ученый А. Мюнтцинг пишет: «... В настоящее время едва ли продолжается процесс эволюции в направлении возрастания сложности организации». Мы ограничимся этими взятыми наудачу высказываниями, поскольку привести все точки зрения, изложенные в литературе, совершенно невозможно. Их рассмотрению посвящены обстоятельные научные статьи и целые монографии.

Вопрос об эволюционном прогрессе при всей его кажущейся простоте (неужели развитие от амебы до человека не свидетельствует прогресса?) не может считаться окончательно решенным. Достаточно сказать, что генетические механизмы удивительно сходны у огромного большинства организмов. Поэтому генетики, изучая наследственность дрозофилы, могут применять многие полученные закономерности к человеку. Таким образом, по такому важнейшему признаку всего живого, как наследственность, мы не в состоянии указать на сколько-нибудь значительный прогресс в течение последнего полумиллиарда лет.

Трудность определения прогресса связана еще и с другим обстоятельством. Гигантские динозавры, если бы они были наделены разумом и могли ознакомиться с остатками своих предков, наверное, сочли бы себя достаточно прогрессивными. Тем не менее динозавры, некогда господствовавшие на суше, на море и в воздухе вымерли, а их далекий примитивный предок кистеперая рыба латимерия дожила до наших дней. Оценка прогресса с точки зрения высоты и сложности организма — дело рискованное.

Часто о прогрессивности животного судят по тому, находилось ли оно на филогенетической дороге, ведущей к человеку. Мы сами стали в глазах многих биологов мериллом прогресса. Это, конечно, довольно шаткий критерий, ибо судьба человечества в масштабах геологического времени неизвестна. Кто знает, может быть, прав окажется Реми Шовен. Он, шутя, пишет о том, что «лет этак миллионов через сто какой-нибудь шестиногий эрудит напишет, что судя по весьма древним источникам, некая обезьяна совершенно внезапно превратилась в другое существо и это новое существо настроило невесть чего, каких-то гор из камня, а затем молниеносно исчезло...»

Тем не менее полностью отрицать прогресс трудно. Вслед за большинством наших исследователей мы примем, что прогресс по крайней мере весьма вероятен.

Раз так, то интересно определить меру прогресса растений в разные геологические периоды. Здесь, очевидно, нужно вести оценку по двум показателям: сначала по появлению тех или иных признаков, а затем по их комбинациям. И тут мы сталкиваемся с очень интересными фактами. Расчленим известные нам наземные растения на отдельные признаки и посмотрим, в какой последовательности они появлялись в геологической истории. Оказывается, что еще в раннем девоне наметились основные признаки внутренней структуры. В конце девона внутренняя структура достигла уже очень высокой дифференциации. С этого времени и до мезозоя в ней не отмечается серьезных усовершенствований. Правда, во второй половине мезозоя появились покрытосеменные, важным приобретением которых были сосуды. Девонские растения преуспели не только в анатомическом строении. У них уже были семезачатки. До появления покрытосеменных семезачатки не претерпели существенных усложнений. У покрытосеменных семезачатки укрыты сросшимися покровами, усложнился и процесс оплодотворения.

Что касается строения листьев, то и здесь основные успехи также принадлежат девонским растениям. Правда, у них еще нет листьев, в которых жилки располагаются перисто, а также листьев с сетчатым жилкованием. Однако все это появилось уже к середине каменноугольного периода.

Большим достижением было приобретение покрытосеменными травянистого облика. О преимуществах травянистых (особенно однолетних) растений уже шла речь выше. Когда появились на Земле такие покрытосеменные, мы точно не знаем, но возможно, что они были уже во второй половине мелового периода.

К сожалению, сделать такую же оценку не отдельных признаков, а целых организмов, мы почти не можем из-за неполноты тех растительных остатков, которые попадают в руки палеоботаников. Однако и сказанного достаточно, чтобы предположить, что в истории наземных растений основной прогресс совершался в два этапа. Первый этап падает на девонский период, второй — на середину мезозоя. В последние геологические эпохи растения, занимаясь мелкими усовершенствованиями, не достигли чего-нибудь необычного.

Таким образом, из трех точек зрения на прогресс, названных в начале этого раздела, приходится склоняться к точке

зрения, высказанной генетиком Мюнтцигом. Мы не можем отрицать прогресс в растительном мире, но крайней мере при сегодняшнем состоянии наших знаний. Он явно затронул внешний облик растений и позволил им захватить огромные территории. Но говорить о каком-либо решительном ускорении прогресса растений все же трудно. Скорее, наоборот, сейчас мы являемся свидетелями спокойной их эволюции, не ведущей к существенному усложнению организации. Это вполне понятно в условиях суши, обильно заселенной прекрасно приспособленными организмами, опытными конкурентами в борьбе за существование.

### Если дружно мы навалимся. . .

В том, что разобранные выше вопросы интересны, по-видимому, нет сомнений. Они не только интересны, но и важны, и об их значении мы будем говорить в следующей главе. Однако до решения их еще далеко. Впрочем, это судьба всех кардинальных вопросов биологии. Решение оттягивается тем, что для него нужны совместные усилия специалистов в разных областях знаний: ботаников, палеоботаников, геологов, генетиков. Как теперь модно говорить, нужен комплексный подход к решению этих проблем.

Действительно, эволюция ископаемых растений не может изучаться в отрыве от современной биологии. Уже установлено множество любопытных биологических механизмов, эволюционное значение которых по-настоящему не оценено. Например, лишь немногие палеоботаники учитывают в своих эволюционных построениях неотенические явления. Речь идет о способности организмов приступать к размножению до завершения индивидуального развития, иногда даже в зародышевом состоянии. В работах А. Л. Тахтаджяна, И. Т. Васильченко и других исследователей отчетливо показано, какую огромную роль сыграла неотения в эволюции покрытосеменных. А. Л. Тахтаджян полагает, что именно с неотенией связано появление и травянистого облика у многих покрытосеменных, и самой покрытосемянности. О явлениях неотении в других группах растений мы знаем очень мало.

Вот другой пример. В работах, посвященных общим проблемам палеоботаники, почти не встретишь слова «апомик-

сис». Этим термином обозначают случаи замещения полового размножения бесполом. Такое бесполое размножение может быть как вегетативным (посредством отводков, клубней, луковиц и т. д.), так и с образованием внешне обычных семян, которые на самом деле развиваются без оплодотворения. Растения-апомикты имеют ряд преимуществ, иногда решающих. Благодаря этому явлению, хорошо приспособленный к данным условиям вид может быстро воспроизводиться в массовых количествах при совершенно одинаковой и притом оптимальной генетической структуре. При половом процессе изменчивость, часто вредная, значительно больше. Апомикты неизменно доставляют много хлопот систематикам, так как вместо широкого диапазона изменчивости у них образуется множество постоянных типов, каждый из которых мало отличается друг от друга. К апомиктам, кстати, относится ястребинка, которая давала несколько другое расщепление признаков у гибридов, нежели горох, чем и заставила Г. Менделя сомневаться во всеобщности выведенных им закономерностей. Апомиктные растения — сущее наказание для систематика, который, видя выдержанность изменений (хотя и мелких), описывает все новые и новые виды, в действительности имея дело с одним и тем же видом. Может быть, учет таких явлений палеоботаниками заставит их быть более осторожными и снизит количество описываемых в литературе новых видов ископаемых растений.

Число подобных примеров, когда генетика может прийти на помощь в решении палеоботанических проблем, можно легко увеличить. Опыт показывает, что союз генетики и палеозоологии очень плодотворен (вспомним интереснейшие работы Дж. Г. Симпсона). Почему же науке об ископаемых растениях быть сиротой?

Точно такие же тесные связи могут быть установлены палеоботаникой с палеогеографией, учением о накоплении осадочных полезных ископаемых, географией растений и многими другими дисциплинами. Но, к сожалению, эти связи слабы и не постоянны. От этого страдают и палеоботаника, и перечисленные области знаний. В чем же дело, что мешает все расставить по своим местам, что мешает установлению всех этих плодотворных связей? Что это — вина или беда палеоботаников? С этим вопросом мы попробуем разобраться в следующей главе.

## МНОГО ЛИ ПАЛЕОБОТАНИКУ ДЛЯ СЧАСТЬЯ НУЖНО?

*«... Люди большей частью нетерпеливы и хотят, чтобы их желания быстро исполнялись; и так как естественные причины простираются далеко и действуют посредством времени, то люди не имеют терпения выждать их действия».*

Х У А Н У А Р Т Е  
(испанский философ)

Хотелось бы надеяться, что читатель уяснил из предыдущих глав, что палеоботаника — интересная наука. По-видимому, можно сделать вывод и о том, что это — полезная наука. Кое-что об этой пользе уже было сказано. Однако палеоботаника настолько мало популярна, что о ее значении следует сказать подробнее.

Выводы палеоботаники, как и любой другой науки, имеют теоретическое и практическое значение. Сначала о первом. Наверное, сейчас не найдется человека, отрицающего значение эволюционной теории и ее влияние на общее мировоззрение. Совершенно очевидно, что палеонтология в постановке и решении эволюционных вопросов принадлежит не последняя роль, и что данные палеоботаники заслуживают не меньшего внимания, чем данные палеозоологии. В некоторых отношениях ископаемые растения дают даже более интересный материал для обобщений, чем ископаемые животные. Ведь от последних обычно остается лишь скелет, а у остатков растений мы часто видим внутреннюю микроскопическую структуру во всей полноте.

Уже одного этого значения ископаемых растений достаточно, чтобы считать их изучение оправданным. Однако дело не только в этом. В нашей стране основные палеоботанические ячейки организованы при геологических учреждениях. За рубежом палеоботанические исследования финансируются также не философскими обществами, а, главным образом, геологическими ведомствами, нефтяными и угольными компаниями. В начале книги говори-

лось, что без палеоботаники в распоряжении людей не было бы таких угольных бассейнов, как Рур или Кузбасс.

Ни одно полезное ископаемое нельзя разрабатывать, пока его залежь не изучена по всем правилам науки. Образование залежи — не случайный, а закономерный процесс. Познать закономерность — значит провести анализ процесса в пространстве и во времени. Геологу нужны геологические часы, и их ему заменяют остатки растений и животных. В континентальных отложениях всегда на первый план выходят именно растения.

Конечно, остатки ископаемых организмов не единственный показатель возраста пород. Больше того, они дают нам лишь последовательность событий, а не их длительность в миллионах лет, которую определяют физико-химическими методами. Здесь уместен вопрос: а стоит ли связываться с раковинами и листьями, если можно прямо устанавливать возраст пород физико-химическим путем? Как будет обстоять дело в будущем (пока отдаленном), мы не знаем, но сейчас определенно стоит. Методы измерения абсолютного возраста пород сделали за последние десятилетия внушительные успехи, но пока ни в коей мере не смогли заменить палеонтологию. Причин этому несколько. Во-первых, физико-химические методы дороги и трудоемки. Во-вторых, они далеко не везде применимы. В-третьих, они пока еще очень неточны. Это видно из одного только примера. Еще 10 лет назад считали, что возраст границы каменноугольного и пермского периодов 190—220 млн. лет. Сейчас эта граница отодвинута более, чем на 50 млн. лет. Положение горных пород в шкале геологических периодов определяется палеонтологическими методами в несколько раз точнее, чем с помощью физики и химии. Вот конкретный пример. Длительность каменноугольного периода ныне определяется в интервале 55—75 млн. лет (расхождение в оценке длительности по разным наблюдениям — 20 млн. лет). Ошибка каждого измерения возраста породы, относящейся к этому периоду, составляет не меньше 10 млн. лет. По ископаемым животным и растениям (в тех местах, где они хорошо изучены) каменноугольный период разделяется на 14—15 частей, каждая из которых узнается достаточно хорошо. Здесь точность палеонтологического метода в определении последовательности событий в три-четыре раза выше физико-химического. Конечно, техника определения абсо-

лютного возраста непрерывно совершенствуется, но ведь палеонтология также не стоит на месте. Короче говоря, палеонтологию, и в том числе палеоботанику, рано сдавать в архив.

Нельзя сказать, что геологи не знают всего этого. Скорее наоборот! Они чаще посылают образцы на анализ палеоботаникам, чем в лаборатории абсолютного возраста. И все же палеоботанике выпала сиротская доля. Не будем приводить абсолютных чисел, которые никому ничего не скажут. Лучше обратимся к сравнениям.

К числу крупнейших угольных бассейнов нашей страны относится Тунгусский. Здесь сосредоточены огромные запасы углей (не меньше 1500 млрд. т) и множество других полезных ископаемых. Недавно в Тунгусском бассейне нашли нефть. Интерес к геологии бассейна очень велик, и в нем работают многочисленные исследовательские, съемочные и разведочные партии. В центре их внимания — отложения с многочисленными остатками растений. В последние годы здесь собраны коллекции, заполнившие сотни ящиков. Это — тысячи и тысячи отпечатков, часто удивительной сохранности. Но у нас нет палеоботаника, который бы систематически осваивал это богатство. Коллекции отсылаются в разные учреждения, где изучаются в самом первом приближении и ложатся на полки мертвым грузом. Геолог получает лишь малую долю тех сведений, которые могли бы дать эти растения. Площадь Тунгусского бассейна раз в пять больше такой страны, как ФРГ. В последней, кроме Рура и Саара, нет крупных угольных бассейнов с палеозойскими растениями. Запасы угля в Рура и Сааре раз в десять меньше, чем в Тунгусском бассейне. Тем не менее палеозойские растения ФРГ сейчас изучают не менее 10 человек. Надо учесть, что это те же растения, что и во Франции, Англии и других странах Западной Европы. Там они также изучались и изучаются (причем в течение 150 лет) большим количеством высококвалифицированных специалистов. Многие из них в течение всей жизни занимались растениями одного небольшого бассейна и разобрались в них детально. В Тунгусском бассейне за сто лет его изучения работало не более десяти палеоботаников. Половина из них занималась этим бассейном лишь попутно с другими исследованиями, а другая половина — всего несколько лет. Результатом этого было то, что на геологических

картах в течение многих лет пермские угленосные отложения показывали лишь двумя цветами. Разделить эти отложения на более узкие интервалы без помощи ископаемых растений не удавалось. Такие карты плохо читаются, и их так или иначе придется переделывать.

Примерно такое же положение сложилось в Печорском бассейне. Еще хуже изучены палеозойские растения Северо-Востока СССР, Таймыра и Казахстана. В Кузнецком бассейне они изучаются более интенсивно. Но и здесь остается много белых пятен. Достаточно сказать, что до сих пор мы плохо знаем родовой и видовой состав палеозойских растений Кузбасса. Печально обстоит у нас дело с основательным ботаническим изучением палеозойских растений Сибири. Об их анатомии неизвестно почти ничего. (В этом отношении палеозойские растения Западной Европы были значительно лучше изучены в первой половине прошлого века.) В результате из эволюционных построений выпадает огромное количество своеобразных и совершенно непонятных растений, каждое из которых — кладовая сюрпризов.

Всеми этими интересными и нужными исследованиями нашим палеоботаникам заниматься некогда. Они выступают в роли библиофила, который не успевает читать свои книги, а лишь по названию ставит книгу на ту или иную полку. Немного найдется таких книг, сущность которых видна по обложке. Еще меньше таких ископаемых растений, в которых можно разобраться, не прибегая к детальным исследованиям с применением современной техники. Между тем круг обязанностей и интересов палеоботаников не сужается, а расширяется. Непрерывно растет интерес исследователей самого различного профиля к общим проблемам эволюции живого. Осваиваются новые территории, расширяется геологическое изучение нашей страны, обсуждаются общие закономерности в изменении лика планеты, и здесь палеоботаник не может стоять в стороне.

Но и на этом не кончаются беды палеоботаника. Ему приходится быть самоучкой. Высшие учебные заведения не готовят палеоботаников. Курс палеоботаники кое-где читается, но настолько куцый, что в него удастся включить лишь самые элементарные сведения. Заниматься ископаемыми растениями приходят или ботаники, которые не знают геологии и не видели в лицо отпечатков, или

геологи, которые ничего не знают о растениях. Палеоботаникой приходится заниматься людям, которые готовились стать специалистами по рудным минералам, геоморфологии, нефтяной геологии и т. д. Конечно, многие палеоботаники прошлого начинали свою деятельность горными инженерами, а такой видный палеоботаник, как Д. Г. Скотт, был сначала специалистом по паровозам. Но на такие исключения рассчитывать не приходится. Современная палеоботаника все сильнее дифференцируется. Она требует все более квалифицированных исследователей. Большинство специалистов занимается лишь флорой определенного периода и небольшого района. На большее не хватает времени. Не за горами и специализация по определенным группам растений (сейчас палеоботаники обычно обрабатывают флору целиком).

Между тем требования современной систематики растений все усложняются. Когда-то палеоботаник мог обходиться лупой и препаровальной иглой. Потом пришлось обратиться за помощью к шлифам и микроскопу. Если палеоботаник хочет обработать материал по всем правилам сейчас, ему придется иметь дело с большим количеством реактивов и сложными оптическими приборами. Детальное изучение растений требует огромного труда. Изучение одного вида может отнять много месяцев. Но если даже наш палеоботаник преодолел все эти трудности, то одна, чуть ли не самая главная, остается. Надо опубликовать свою работу. Статьи с описанием ископаемых растений у нас можно опубликовать лишь в двух журналах («Ботанический журнал» и «Палеонтологический журнал»).

Если палеоботанические обобщения еще пользуются некоторым успехом, то работа по систематическому изучению и описанию отдельных растений и флоры кажется многим бесполезным эмпиризмом. Между тем «если бы Ламарк и Дарвин не были систематиками, если бы первый не написал своей „Флоры Франции“, а второй своей монографии усонюгих, то мы не имели бы ни „Философии зоологии“, ни „Происхождения видов“». Эти слова, сказанные академиком Л. С. Бергом в начале 20-х годов, сохраняют свое значение и сейчас. Работа по систематизации всего разнообразия даже современного органического мира еще слишком далека от завершения. Что же говорить об ископаемой флоре, когда каждая новая коллекция

доставляет внимательному исследователю что-то интересное и доселе невиданное..

Рассматривая состояние нашей палеоботаники, мы имеем в виду прежде всего работу по изучению палеозойских растений. Исследования более поздних растений идут успешнее, но в основном благодаря тому, что растения мезозойских и кайнозойских отложений в СССР и за его пределами — примерно одни и те же. Поэтому наши исследователи в полной мере могут использовать результаты работ зарубежных ученых. Когда мы имеем дело с палеозойскими растениями древнего материка Ангариды (примерно половина нашей страны), нам приходится надеяться только на себя. За пределами СССР эти растения встречаются лишь в Монголии, в которой пока нет палеоботаников, и Северо-Восточном Китае.

Когда говорят о необходимости изучения живой природы, обычно не отдают предпочтения животным перед растениями. Каждому ясно, что органический мир един, и нельзя изучать закономерности его развития, пренебрегая растительным царством. Но когда заходит речь об органическом мире геологического прошлого, об этом часто забывают.

К счастью, среди наших палеоботаников всегда находились энтузиасты, которые, несмотря на все трудности, посвятили изучению ископаемых растений всю жизнь и сделали множество удивительных открытий. Напомним имена таких ученых, как И. Ф. Шмальгаузен, М. Д. Залесский, А. Н. Криштофович, М. Ф. Нейбург, И. В. Палибин, В. Д. Принада. Но ориентироваться только на таких энтузиастов нельзя. Современная наука требует совершенной организации труда многих исследователей.

Ископаемые растения — очень сложный объект для изучения. Опыт мировой палеоботаники свидетельствует, что без кропотливых исследований с применением трудоемких методов познать их невозможно. Но теоретические и практические выводы, которые будут получены, сторицей окупят затраченный труд. Наши палеоботаники уже доказали, что они в состоянии провести эти увлекательные и грандиозные исследования. Лучшее свидетельство этому — достигнутые ими успехи.

## ДЛЯ САМЫХ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

*«На всякий случай, чтобы не помянули меня недобрым словом, выписываю сюда, по алфавитному порядку, те слова, которые в книжке этой не всякому понятны».*

Н. В. ГОГОЛЬ

«Вечера на хуторе близ Диканьки»

**Абсолютный возраст горных пород.** Когда геолог говорит, что некое событие произошло в *пермском периоде\**, это не значит, что он твердо знает, сколько лет прошло с тех пор. 10 лет назад думали, что пермский период, установленный по палеонтологическим данным, длился 25—30 млн. лет, начавшись 190—220 млн. лет назад. Теперь считают, что он длился 45 млн. лет, а его начало отодвинулось в глубь истории до цифры  $273 \pm 10$  млн. лет. Тем не менее эта хронология в миллионах лет при всей относительности ее цифр называется «абсолютной». Хронология, в основе которой лежит последовательность событий без уточнения их давности в миллионах лет, значительно более постоянна, но ее называют «относительной». Как-то в Геологическом институте АН СССР в Москве на заседании ученого совета зашла речь о различии абсолютной и относительной геохронологии. Голос из зала заметил, что это в сущности одно и то же. На это академик А. Л. Яншин возразил: «Разница между ними огромная. Относительная геохронология обычно точна, тогда как абсолютная нет». Это, конечно, шутка. Абсолютный возраст горных пород успешно определяется по степени распада разных радиоактивных элементов и точность измерений прогрессирует. Реже используются другие физико-химические методы. См. также: *«Геохронологическая шкала»* и стр. 193.

**Антропогенный период** (антропоген) — см. *«Четвертичный период»*.

**Апомиксис.** Различные способы размножения без оплодотворения. Благодаря им хорошо приспособившиеся

\* Слова, выделенные курсивом, объясняются в этой же главе.

к среде растения могут быстро производить при минимальной изменчивости (часто вредной) большое количество потомков, столь же хорошо приспособленных.

**Беннеттиты.** Целиком вымершая группа *голосеменных* растений *мезозойской эры*, по внешнему облику напоминающих *цикадовые*. У них были перистые листья со сложной устроенными устьицами. «Цветки» были как обоеполые, так и раздельнополые. Поскольку строение органов размножения беннеттитов и наиболее примитивных *покрытосеменных* сходно, некоторые палеоботаники на этом основании делали вывод о происхождении покрытосеменных от беннеттитов. Но затем более детальные исследования поставили под сомнение эту точку зрения.

**Вальхия.** Так называются древнейшие *хвойные*, жившие в конце *каменноугольного* и в *пермском периодах*. Их листья внешне напоминали иглы ели, но строение шишек и стволов было другим. Изучив род вальхия, шведский палеоботаник Р. Флорин выделил из него два самостоятельных рода *Lebachia* и *Ernestiodendron*. Он показал, как эволюция привела от этих древних растений к современным хвойным. Об этом — в главе VIII.

**Вид.** Если бы биология могла точно сказать, что такое вид, то половина ее проблем была бы решена. Этой теме посвящена огромная литература. Академик В. Л. Комаров, рассматривая вопрос о виде в особой книге, пришел к такому его определению: «Вид есть совокупность поколений, происходящих от общего предка и под влиянием среды и борьбы за существование обособленных отбором от остального мира живых существ; вместе с тем вид — это определенный этап в процессе эволюции». Академик Н. И. Вавилов считал, что вид — это «обособленная подвижная морфо-физиологическая система, связанная в своем генезисе с определенной средой и ареалом». Толкований вида очень много. Однако, как говорил еще Ч. Дарвин, «ни одно из определений не удовлетворяет всех натуралистов». Правда, дальше Дарвин пишет, «что каждый натуралист смутно понимает, что он разумеет, говоря о виде». Мы тоже это смутно понимаем. Обратимся к житейскому примеру. Возьмем березу. Это род, имеющий латинское название *Betula*. В средней полосе встречаются различные березы. У одних листья с тыльной стороны голые, а концы ветвей тонкие, повисающие. У других берез листья покрыты с тыльной стороны пухом и

тонкие ветки не свисают. Кроме того, ближе к северу в средней полосе встречается береза в виде кустарника с округлыми, городчатыми мелкими листочками. Все это различные виды березы (береза поникшая, береза пушистая и береза карликовая). Точно также родами являются смородина (виды — красная и черная), капуста (виды — капуста огородная, брюква, репа, турнепс) и т. д. Важно запомнить, что род делится на виды, а не наоборот. В латинском названии, составляемом, как правило, из двух слов, первое слово соответствует роду и пишется с заглавной буквы, а второе — виду и пишется чаще всего со строчной буквы.

**Геологическая карта.** Изображение строения земной коры на карте. При этом разными красками или штриховкой выделяются в первую очередь породы разного возраста, что в большинстве случаев определяется по ископаемым остаткам растений и животных. Иногда на карте указывается также изменение состава горных пород. Особыми линиями показаны рассекающие земную кору разломы. Глядя на контуры, нанесенные на геологическую карту, геолог может графическими методами восстановить ход следования пластов, в том числе содержащих полезные ископаемые, под поверхностью земли. По такой карте геолог читает геологическую историю района. Картирование — основа геологического изучения района.

**Геологический разрез.** Так называется изображение на графике последовательности пород, слагающих земную кору на какой-то территории. На этом графике показывают состав пород, некоторые свойства их, содержащиеся в них остатки растений и животных и другие сведения. Составление геологического разреза ведется путем изучения обнажений, бурения скважин и другими методами. Геологическим разрезом часто сопровождаются *геологические карты*. Составлением и сопоставлением таких разрезов занимается *стратиграфия*.

**Геохронологическая шкала.** История Земли делится на несколько отрезков времени. Самые крупные отрезки — эры. Мы живем в *кайнозойскую* эру, перед ней была *мезозойская*, а еще раньше *палеозойская* эра. Для более древних эр, объединяемых одним словом «*докембрий*», существует несколько названий (протерозой, рифей, архей, азой и т. д.). Эры разделяются на периоды. Палеозойская эра

содержит, начиная с наиболее древних, кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный (карбонный) и пермский периоды. Мезозойская эра делится на три периода: триасовый, юрский и меловой. В кайнозойской эре раньше выделяли третичный и четвертичный периоды. Сейчас вместо третичного выделяют два периода — палеогеновый и неогеновый. Четвертичный период в честь человека иногда называют «антропогеновым». В обиходе названия периодов обычно сокращают и говорят «кембрий», «девон», «карбон», «пермь», «юрá», «мел», «неоген», «антропоген» и т. д. Каждому периоду соответствует своя толща отложившихся пород — «система». Периоды делятся на эпохи («раннемеловая эпоха», «позднепермская эпоха», «среднетриасовая эпоха»). Эпохи делятся на века. В толще пород эпохам соответствуют отделы, а векам — ярусы. Краткая характеристика эр и периодов приведена ниже под соответствующими буквами. См. также «Абсолютный возраст горных пород».

**Гинкговые.** Группа голосеменных растений, из которой до наших дней дожил лишь гинкго. О нем подробно рассказано в главе XI («Дерево за сорок эю»). Представители гинкговых достоверно известны, начиная с конца палеозоя, а именно — с нижней перми. Сходного облика листья находят и в более древних породах, но не исключено, что это — представители каких-то других групп.

**Глоссоптериевая флора.** Эта флора населяла почти все Южное полушарие, а именно — Гондвану, в течение позднего палеозоя. Название получила от наиболее распространенного в ней растения «глоссоптерис». Этой флоре посвящен раздел в главе V.

**Глоссоптерис.** Род голосеменных растений, имеющих ланцетные или языковидные листья, пересеченные толстой средней жилкой. От нее отходят боковые жилки, соединяющиеся друг с другом, так что образуется сетка из жилок. Глоссоптерисы — характернейшие растения Гондваны, палеозойская флора которой так и называется «глоссоптериевой». См. главу V.

**Голосеменные.** Растения, размножающиеся семенами, делятся на две группы: голосеменные и покрытосеменные (цветковые). Чтобы уяснить разницу между ними, посмотрите значение слова семезачаток. Семезачатки есть у всех семенных растений, но у покрытосеменных

они спрятаны в сросшихся покровах (плодолистиках), а у голосеменных — вовсе открытые или сидят в незамкнутых чашечках. Современные голосеменные опыляются ветром, а некоторые ископаемые представители, может быть, опылялись насекомыми. В число голосеменных входят *птеридоспермы* (семенные папоротники), *гинкговые*, *цикадовые*, *хвойные*, *кордаиты*, *беннеттиты* и некоторые другие группы растений.

**Гомология.** Органы, имеющие одинаковое происхождение, но не обязательно сходные внешне. Гомологичными могут быть органы, выполняющие самую разную работу. Например, из одних и тех же зачатков образуются и поэтому имеют общее происхождение рука человека, ласт тюленя и крыло летучей мыши.

**Гондвана.** Это слово, введенное в науку еще в прошлом веке, составлено из двух слов: Гонды — племя в Индии, Вана — один из индийских исторических районов. Это — гипотетический материк, некогда объединявший Индию, Австралию, Антарктиду, Южную Африку, Мадагаскар и Южную Америку. О Гондване и гондванской флоре говорится в V, VI и VII главах.

**Девонский период (девон).** Четвертый период *палеозойской эры*, начавшийся 393 ( $\pm 10$ ) млн. лет назад и продолжавшийся 50—70 млн. лет. Название получил от графства Девон (Девоншир) в Англии. О растениях этого периода рассказывает глава I. Животный мир тогда был обильным и разнообразным. В это время широко распространились панцирные рыбы, в конце периода появились первые наземные позвоночные. Им на суше уже было чем питаться. Кстати, в Приуралье слово «девон» широко распространено и им называют даже клубы и рестораны. Дело в том, что из девонских отложений идет лучшая нефть Второго Баку.

**Диатомовые водоросли.** Микроскопические одноклеточные водоросли, имеющие изящные ажурные створки, состоящие из кремния. Живут в морях и пресной воде.

**Докембрий.** Этим словом обозначают древнейшие отложения и соответствующее им геологическое время, предшествовавшее *палеозою*. Докембрий закончился примерно 570 млн. лет назад.

**Заросток.** У споровых растений в *спорангиях* вызревают *споры*, которые высеиваются и, если обстановка благоприятствует, прорастают. Получаются крошечные рас-

теньца, называемые заростками. На них развиваются мужские и (или) женские половые органы. Сперматозоиды, выделенные мужскими органами, достигают яйцеклетки. Совершается оплодотворение. Оплодотворенная яйцеклетка начинает делиться и дает начало самому растению. Так происходит развитие у папоротников, хвощей, плаунов и других высших споровых растений. У многих растений споры прорастают еще в спорангии. У мхов мужские и женские органы развиваются на основных стебельках, которые собственно и называют мхом. Эти стебельки соответствуют заросткам. После оплодотворения из яйцеклеток, находящихся на верхушке стебельков, вырастают тонкие ножки со спорангиями на концах.

**Кайнозойская эра** (кайнозой). Последняя эра геологической истории Земли, продолжающаяся и в наши дни. См. «*Геохронологическая шкала*».

**Каламиты.** Крупные древовидные растения, вместе с хвощами и *клинолистами* (сфенофиллами), объединяемые в группу *членистостебельных*. Стр. 46.

**Каменноугольный период.** И сам период, и соответствующие ему отложения иногда называют «карбон» (от латинского *carbo, carbonis* — уголь). Это — пятый по счету, т. е. предпоследний период *палеозойской эры*. Он начался 326—345 млн. лет назад и продолжался 55—75 млн. лет. Свое название период получил в прошлом веке в Европе, где в соответствующих ему отложениях содержатся огромные запасы угля. Справедливости ради заметим, что в некоторые другие периоды накопилось не меньше, а то и больше угля. О растениях каменноугольного периода рассказано в II, III и IV главах. В конце периода появились первые пресмыкающиеся, но господствовали на суше различные земноводные. Каменноугольными являются древнейшие насекомые. В морях жило много разнообразных животных, скелеты которых накапливались и давали начало известнякам. Именно из известняков этого возраста строилась Москва белокаменная.

**Катазия** (катазиатский). В средние века Китай называли Катай. Прибавим к этому слову «Азия» — и получим «Катазия». Это название древнего материка, располагавшегося в прошлые геологические эпохи (начиная с *палеозоя*) на территории Китая, Кореи и Юго-Восточной Азии. Флора, населявшая этот материк в палеозое,

они спрятаны в сросшихся покровах (плодолистиках), а у голосеменных — вовсе открытые или сидят в незамкнутых чашечках. Современные голосеменные опыляются ветром, а некоторые ископаемые представители, может быть, опылялись насекомыми. В число голосеменных входят *птеридоспермы* (семенные папоротники), *гинкговые*, *цикадовые*, *хвойные*, *кордаиты*, *беннеттиты* и некоторые другие группы растений.

**Гомология.** Органы, имеющие одинаковое происхождение, но не обязательно сходные внешне. Гомологичными могут быть органы, выполняющие самую разную работу. Например, из одних и тех же зачатков образуются и поэтому имеют общее происхождение рука человека, ласт тюленя и крыло летучей мыши.

**Гондвана.** Это слово, введенное в науку еще в прошлом веке, составлено из двух слов: Гонды — племя в Индии, Вана — один из индийских исторических районов. Это — гипотетический материк, некогда объединявший Индию, Австралию, Антарктиду, Южную Африку, Мадагаскар и Южную Америку. О Гондване и гондванской флоре говорится в V, VI и VII главах.

**Девонский период (девон).** Четвертый период *палеозойской эры*, начавшийся 393 ( $\pm 10$ ) млн. лет назад и продолжавшийся 50—70 млн. лет. Название получил от графства Девон (Девоншир) в Англии. О растениях этого периода рассказывает глава I. Животный мир тогда был обильным и разнообразным. В это время широко распространились панцирные рыбы, в конце периода появились первые наземные позвоночные. Им на суше уже было чем питаться. Кстати, в Приуралье слово «девон» широко распространено и им называют даже клубы и рестораны. Дело в том, что из девонских отложений идет лучшая нефть Второго Баку.

**Диатомовые водоросли.** Микроскопические одноклеточные водоросли, имеющие изящные ажурные створки, состоящие из кремния. Живут в морях и пресной воде.

**Докембрий.** Этим словом обозначают древнейшие отложения и соответствующее им геологическое время, предшествовавшее *палеозою*. Докембрий закончился примерно 570 млн. лет назад.

**Заросток.** У споровых растений в *спорангиях* вызревают *споры*, которые высеиваются и, если обстановка благоприятствует, прорастают. Получаются крошечные рас-

теньца, называемые заростками. На них развиваются мужские и (или) женские половые органы. Сперматозоиды, выделенные мужскими органами, достигают яйцеклетки. Совершается оплодотворение. Оплодотворенная яйцеклетка начинает делиться и дает начало самому растению. Так происходит развитие у папоротников, хвощей, плаунов и других высших споровых растений. У многих растений споры прорастают еще в спорангии. У мхов мужские и женские органы развиваются на основных стебельках, которые собственно и называют мхом. Эти стебельки соответствуют заросткам. После оплодотворения из яйцеклеток, находящихся на верхушке стебельков, вырастают тонкие ножки со спорангиями на концах.

**Кайнозойская эра** (кайнозой). Последняя эра геологической истории Земли, продолжающаяся и в наши дни. См. «*Геохронологическая шкала*».

**Каламиты.** Круные древовидные растения, вместе с хвощами и *клинолистами* (сфенофиллами), объединяемые в группу *членистостебельных*. Стр. 46.

**Каменноугольный период.** И сам период, и соответствующие ему отложения иногда называют «карбон» (от латинского *carbo, carbonis* — уголь). Это — пятый по счету, т. е. предпоследний период *палеозойской эры*. Он начался 326—345 млн. лет назад и продолжался 55—75 млн. лет. Свое название период получил в прошлом веке в Европе, где в соответствующих ему отложениях содержатся огромные запасы угля. Справедливости ради заметим, что в некоторые другие периоды накопилось не меньше, а то и больше угля. О растениях каменноугольного периода рассказано в II, III и IV главах. В конце периода появились первые пресмыкающиеся, но господствовали на суше различные земноводные. Каменноугольными являются древнейшие насекомые. В морях жило много разнообразных животных, скелеты которых накапливались и давали начало известнякам. Именно из известняков этого возраста строилась Москва белокаменная.

**Катазия** (катазиатский). В средние века Китай называли Катай. Прибавим к этому слову «Азия» — и получим «Катазия». Это название древнего материка, располагавшегося в прошлые геологические эпохи (начиная с *палеозоя*) на территории Китая, Кореи и Юго-Восточной Азии. Флора, населявшая этот материк в палеозое,

называется «катазиатской». Она была похожа на флору, описанную в главе III.

**Кейтониевые.** Одна из групп *голосеменных* растений *мезозойской* эры. У них были листья с *сетчатым жилкованием*, а *семезачатки* заключены в подобие завязи. Все же это не были покрытосеменные растения, так как вход к их семезачаткам, хоть и был надежно спрятан, не зарастал полностью.

**Кембрийский период** (кембрий). Первый период *палеозойской эры*, начавшийся примерно 570 млн. лет назад и продолжавшийся более 70 млн. лет. В морях тогда жило много самых разнообразных беспозвоночных животных (кораллы, моллюски, членистоногие, черви и др.). Суша, видимо, была безжизненной. В осадках этого периода находят странные отпечатки, похожие на наземные растения. Свое название период получил от Кембрия (древнее название Уэльса).

**Кистеперые рыбы.** Почти нацело вымершая группа рыб, у которых передние плавники напоминали примитивные конечности. Предполагают, что именно от этих рыб взяли начало наземные позвоночные. Кистеперые рыбы долго считались вымершими, но в 30-х годах была поймана дожившая до наших дней латимерия.

**Класс.** Весь растительный мир подразделяется на две группы: низшие и высшие растения. Эти группы делятся на типы (бактерии, грибы, плауновидные и т. д.). Типы делятся на классы, классы — на *порядки*, *порядки* — на семейства. Далее идут роды, виды, подвиды и т. д.

**Клинолисты** (сфенофиллы). Целиком вымершая группа *членистостебельных*. Свое название они получили по форме листьев, имеющих клиновидное очертание.

**Конвергенция.** Внешнее и обычно поверхностное сходство органов, не связанных общим происхождением, или целых организмов, не являющихся близко родственными. Это сходство возникает под влиянием сходства условий внешней среды или сходного образа жизни.

**Конгломерат** (conglomerate — собираю в тесную кучу) — сцементированный галечник. Наличие конгломератовых пластов и толщ в *геологическом разрезе* указывает на усиленный размыв более древних толщ и на близость мелководья, суши или поднятий. Так определяет это слово «Геологический словарь».

**Кордаиты.** Вымершая группа *голосеменных* растений. О них подробно рассказано в IV и VIII главах.

**Кроющая чешуя.** У многих *голосеменных* (*хвойных*, *кордаитов* и др.) семена сидели в маленьких шишечках или на чешуях (семенных), которые располагались в пазухе листовидного или шиловидного отростка, называемого кроющей чешуей или брактеей.

**Ксероморфные признаки.** Такие особенности растения, которые помогают ему выжить в условиях недостатка влаги, называются ксероморфными. Это толстая *кутикула*, мелкие листья, опушенность побегов и листьев и др. Но иногда те же признаки имеют и растения, живущие на болотах. Возможные причины этого парадокса объясняются на стр. 93—97.

**Кутикула.** Растениям приходится бороться с сухостью, избытком света, болезнями и вредителями. Для этого у них имеется много разнообразных приспособлений. Одно из них — кутикула. Это тонкая и эластичная пленка высокополимерного воскоподобного вещества, называемого кутином. Кутикула прерывается над отверстиями устьиц и секреторных каналов. Она покрывает поверхностные клетки и несет на себе их отпечаток, а также собственные украшения. Изучив строение кутикулы, палеоботаник может значительно точнее определить остаток растения, а иногда и выяснить, к какой группе растений принадлежит найденный лист, побег или шишка. Иногда кутикулы погибших листьев или стеблей накапливаются в огромных количествах, образуя целые прослой «листового угля».

**Лебахия** — см. «*Вальхи*».

**Лепидодендрон.** Древовидный представитель *плауновидных* карбона. См. первый раздел главы III.

**Мангровые заросли.** Густые заросли различных растений на болотистых морских побережьях. Интересной особенностью мангровых растений являются дыхательные корни, заполненные воздухом полости в корнях. Эти заросли образуются в устьях рек, несущих большое количество ила, распространены лишь в областях с тропическим климатом. В ходе геологической истории состав мангровых растений менялся. В *каменноугольном периоде* это были *лепидодендроны*, *каламиты*, некоторые *кордаиты*. Сейчас эти заросли в основном составлены *покрытосеменными*.

**Маноксилический ствол.** Если в стволе мало древесины, а основу составляют кора и сердцевина, он называется маноксилическим. Такие стволы, если они надземные и многолетние, — надежные свидетели безморозного климата. К числу растений с многолетними маноксилическими стволами относятся *лепидодендроны*, многие пальмы, *цикадовые* и *беннеттитовые*.

**Мацерация.** Размачивание кусков породы, растительных остатков, а если надо — и частей современных организмов в специальных смесях с целью вызвать их распадение на отдельные части. С помощью мацерации выделяют *кутикулу*.

**Мегаспоры.** У споровых растений *споры* могут быть одинакового или разного размера. В последнем случае из крупных спор (мегаспор) вырастают женские *заростки*, а из мелких (микроспор) — мужские заростки. Из одинаковых спор вырастают раздельнополые или обоеполые заростки. У некоторых растений (например, *лепидодендронов*) прорастание мегаспор начинается еще в *спорангии*. У *голосеменных* растений мегаспора заключена в *семезачаток*. Спорангии с микроспорами называются микроспорангиями, а с мегаспорами — мегаспорангиями. Мегаспоры часто попадают в породе изолированно, их извлекают специальными методами и изучают наряду с другими остатками растений.

**Мезозойская эра** (мезозой). Предпоследняя эра геологической истории Земли. См. «*Геохронологическая шкала*».

**Меловой период.** Последний (третий) период *мезозойской эры*, начавшийся примерно 130 млн. лет назад и продолжавшийся 70 млн. лет. В первой половине периода среди растений преобладают папоротники, *хвойные*, *гинкговые*, *цикадовые*, *беннеттиты*. В середине периода в большом количестве появились *покрытосеменные* растения, в конце периода на суше вымерли последние динозавры, а в море — аммониты и белемниты. После этого растительный и животный мир принял почти современный облик, но человека еще не было. Свое название период получил от большого количества пещерного мела, отложившегося в морях в те времена.

**Механическая ткань.** Для укрепления листьев, стволов и других частей тела растения служит механическая ткань. Стенки ее клеток утолщены и пропитаны различными веществами. Сами клетки при этом часто умирают.

**Микротом.** Лабораторный прибор, служащий для приготовления тонких и сверхтонких срезов, которые заделываются в препараты и изучаются под оптическим или электронным микроскопом. Есть микротомы, на которых приготавливаются срезы даже из *спор и пыльцы*,

**Неогеновый период** (неоген) — см. «*Третичный период*».

**Неотения.** Способность животных и растений приступить к размножению, оставаясь недоразвитыми в остальных отношениях, иногда будучи личинками и даже зародышами.

**Номенклатура.** Вся совокупность названий организмов. Эти названия не дают целиком по личному усмотрению исследователя. Правила названий сведены в обязательные для всех биологов международные кодексы ботанической (или зоологической) номенклатуры. Не будь этого, исследователи давно перестали бы понимать друг друга. Тем не менее любители нарушить положения кодекса то и дело находят. Номенклатура не надо путать с таксономией.

**Ордовикский период** (ордовик). Второй период *палеозойской эры*, начавшийся 480(±20) млн. лет назад и продолжавшийся примерно 60 млн. лет. Морские бассейны были населены разнообразными беспозвоночными животными. Была ли населена суша, пока неясно. В породах этого возраста находят непонятные остатки растений, но доказать, что они принадлежат к жителям суши пока не удалось. Настоящих спор и пыльцы в отложениях этого возраста еще нет. Ордовикский период назван по древнему племени ордовики в Англии.

**Палеогеновый период** (палеоген) — см. «*Третичный период*».

**Палеогеография.** Так называется дисциплина, изучающая физико-географические условия Земли в геологическом прошлом. При этом рассматриваются климат, распределение моря и суши, рельеф, характер бассейнов, закономерности распределения организмов, особенности осадконакопления и т. д. Палеогеография — синтетическая дисциплина, использующая сведения, получаемые различными отраслями науки.

**Палеозойская эра** (палеозой). Третья (если считать от наших дней) эра геологической истории Земли. См. «*Геохронологическая шкала*».

**Палеозоология.** Наука о животных геологического прошлого. См. «*Палеонтология*».

**Палеонтология.** По-гречески «палеос» — древний, а «онтос» — существо. Из этого названия следует, что в сферу влияния палеонтологии входит и животный, и растительный мир геологического прошлого. Так понимают объем палеонтологии многие специалисты. Во всяком случае во Всесоюзном палеонтологическом обществе состоят лица, занимающиеся всеми ископаемыми организмами. Но часто говоря о палеонтологии, имеют в виду лишь палеозоологию, что конечно, не справедливо.

**Палеофлористика.** Ее не надо путать с палеоботаникой. Палеофлористика — часть, а палеоботаника — целое. Палеоботаника изучает все: и сами растения, и их родственные связи, и их распределение в пространстве и времени. Палеофлористика изучает ископаемую *флору*, былую *растительность*, а не сами растения как таковые.

**Палеофлористические границы.** Каждая *флора*, будь то современная или ископаемая, не может распространиться по всему Земному шару. Естественные причины (климат, рельеф, почвы и т. д.) ставят предел или границу ее распространения. В применении к прошлому такая граница называется палеофлористической.

**Палинология.** Помимо отпечатков листьев, стеблей, семян, шишек и других остатков, видных невооруженным глазом, в горных породах часто сохраняются микроскопические оболочки *спор* и *пыльцы*. Их изучением занимается наука палинология. Эта наука появилась в начале нашего века, хотя получила свое название много позже. Только в 30-е годы извлечение из породы и изучение спор и пыльцы было поставлено на широкую ногу и стало применяться наравне с другими палеонтологическими методами для целей *стратиграфии*. Сейчас редкое геологическое управление или геологический институт обходится без палинологов. В нашей стране их несколько сот человек.

**Перистое жилкование.** У древнейших растений жилки в листьях располагались веером (веерное жилкование). Потом появились листья, в которых есть средняя жилка. От нее отходят простые или ветвящиеся боковые жилки. Такое жилкование называется перистым. Затем боковые жилки стали соединяться перемычками. Это — сетчатое жилкование.

**Пермский период** (пермь). Последний период *палеозойской эры*. Он начался 273 ( $\pm 10$ ) млн. лет назад и продол-

жался примерно 45 млн. лет. За это время отложились мощные толщи соли в Приуралье, угля в Печорском бассейне и Сибири. Свое название период получил от бывшей Пермской губернии. О растениях пермского периода рассказано в главах IV, V и VII. Вместе с этими растениями сушу заселяли многочисленные пресмыкающиеся и земноводные, множество насекомых (среди них жуки, тараканы и стрекозы). В море тогда жило много разнообразных животных (двустворки, кораллы, морские ежи и морские лилии, аммониты и др.).

**Пикноксилический ствол.** Это — такой ствол, в котором древесины значительно больше, чем коры и сердцевины, т. е. как у ели, дуба, березы и других наиболее обычных деревьев. Пикноксилические стволы не только крепче *маноксилических*, но и могут при необходимости переносить суровые зимы.

**Плауновидные.** Один из типов высших споровых растений. К нему относится обычный лесной плаун, о котором рассказывается в предпоследнем разделе главы XI, а также гигантские *лепидодендроны*. Плауновидные — очень древняя группа растений; возможно, они были в числе пионеров суши. В *каменноугольном периоде* они образовывали целые леса чуть ли не по всему миру. В мезозойских и кайнозойских лесах они ушли на второй план.

**Покрытосеменные (цветковые).** Сначала посмотрите значение терминов *семезачаток* и *голосеменные*. У покрытосеменных, в отличие от голосеменных, семезачатки спрятаны в плодолистиках, которые в свою очередь иногда срстаются, образуя завязь. Вопрос о происхождении покрытосеменных — один из самых темных и запутанных в палеоботанике. Его даже относили к великим загадкам природы. О некоторых путях решения этой загадки рассказывается на стр. 160—163.

**Порядок.** То, что ботаники называют порядком, зоологи называют отрядом. Это подразделение *класса*.

**Прапапоротник.** В подкласс «Прапапоротники» включены древнейшие папоротники, вымершие еще в конце *палеозоя*. О некоторых прапапоротниках рассказывается в третьем разделе главы II. Эти растения появились еще в *девонском периоде*, причем некоторые из них сначала были ошибочно приняты за древнейшие *членистостебельные*.

**Преадаптация.** Адаптация значит приспособление. Преадаптация (дословно) — приспособление заранее. Конечно, речь идет не о том, что организмы проявляют дальновидность. В основе теории преадаптации лежит представление, что организмы не столько приспосабливаются к окружающей среде, сколько подыскивают себе среду по вкусу. Подробнее об этой не лишенной остроумия теории говорится в разделе «Фон или движущая сила?» главы XII.

**Препарат кутикулы.** Посмотрите сначала значение слова *кутикула*. Эту тонкую пленку, снятую с ископаемого растительного остатка, заделывают в смесь глицерина и желатины, зажимая ее между предметным и покровным стеклом. Полученный препарат рассматривают под микроскопом при увеличении до 1000 раз.

**Проросток.** Молодое растение, только что выросшее из семени, но уже имеющее корень, стебель и первые листья. Не путать с *заростком*.

**Псилофиты.** По-гречески «псиλος» — голый, «фитон» — растение. Это — древнейшие и наиболее примитивные из высших споровых растений. Возможно, что именно они начали заселение суши. Но есть и другие мнения, о которых рассказано в главе I.

**Птеридоспермы.** Эти растения, которым посвящен раздел в главе III, иногда называют семенными папоротниками, хотя вполне возможно, что они имели довольно мало отношения к настоящим папоротникам. Во всяком случае, они возникали независимо от всех групп современных папоротников и связаны родством могут быть лишь с прапапоротниками. Тем не менее выражения «семенные папоротники» и «птеридоспермы» (по-гречески «птерис» — папоротник, «сперма» — семя) прочно вошли в обиход.

**Пыльца.** У семенных и некоторых других растений микроспоры прорастают, еще будучи в микроспорангии. Клетка споры испытывает всего несколько делений, и все же это уже настоящий мужской *заросток*. Его дальнейшее развитие происходит в *семеизачатке* или его покровах. В конце концов из пыльцы развиваются спермии (сперматозоиды), оплодотворяющие яйцеклетку. Пыльца имеет очень устойчивую химически оболочку, которая сохраняется в горных породах миллионы лет. Дальше см. «*Палинология*».

**Разновидность.** Основная систематическая единица — вид. Но в пределах видов иногда можно выделить более мелкие единицы, например разновидности.

**Разноспоровые растения.** Это растения, имеющие споры двух типов — микро- и *мегаспоры*. Когда появилась разноспоровость, мы не знаем, но во всяком случае это произошло не позже раннего *девона*.

**Растительность.** Еще в середине прошлого века швейцарский ботаник Турман призывал коллег не путать понятия «флора» и «растительность». Флора — систематический состав растений какой-либо территории или геологической эпохи, это, в сущности, список родов, видов и т. д. Растительность — более сложное понятие. Под ним разумеют сумму растительных сообществ, общую физиономию растительного покрова. Если мы говорим «болотная флора», то имеем в виду те роды и виды, которые населяют болото. Говоря «болотная растительность», мы подразумеваем, что на данном месте растительный покров имеет такой-то облик, такое-то соотношение отдельных растений и т. д.

**Реплики.** Когда надо изучить микрорельеф объекта при большом увеличении, лучше всего получить с него реплику. Для этого на объект наносится капля специального раствора (типа аптечного коалядия или лака для ногтей), которая высыхает и превращается в тонкую прозрачную пленку, повторяющую даже самые тонкие детали рельефа. Пленку (реплику) кладут на предметное стекло и рассматривают в микроскоп.

**Семезачаток.** У семенных растений в мегаспорангии остается лишь одна *мегаспора*. Она прорастает и образует женский *заросток* еще в мегаспорангии, который у семенных растений называется нуцеллусом. Поверх нуцеллуса имеются еще и другие покровы. Внутренний из них называется интегументом. Он имеет на верхушке отверстие, через которое проникает *пыльца*. Поверх интегумента бывает еще покров в виде чашечки, это — купула (сходная оболочка есть у лесного ореха). Все это хитрое сооружение вокруг мегаспоры называется семезачатком. Семезачатки могут сидеть прямо на листьях (у *птеридоспермов*), поодиночке на побегах (у *буриадии*, см. главу VIII), в шишках (у *хвойных*, *цикадовых* и др.) или цветках (у *покрытосеменных*).

**Семейство.** Систематическая категория, состоящая из родов, и в свою очередь составляющая порядки.

**Семенная чешуя.** Женская шишка голосеменных состоит из ряда чешуй, на которых сидят семезачатки или семена. Эти чешуи называются семенными. Чтобы рассказать, как они произошли, пришлось бы повторить главу VIII.

**Семенные папоротники** — см. «*Птеридоспермы*».

**Семя.** *Семезачаток* и семя — разные вещи. Не каждому семезачатку доводится стать семенем. Для этого в семезачаток должна проникнуть пыльца, из которой образуются спермии (сперматозоиды). Они оплодотворяют яйцеклетку. Из нее развивается зародыш. Только теперь семезачаток стал семенем, которое можно посеять. Кстати, большинство палеозойских семян, попадающих в руки палеоботаника, не по праву называются семенами. Это еще семезачатки. В них никогда не находят зародыша. Когда они становились семенами, мы не знаем.

**Сетчатое жилкование** — см. «*Перистое жилкование*».

**Силурийский период (силур).** Третий период *палеозойской эры*, начавшийся  $422 \pm 15$  млн. лет назад и продолжавшийся 30 млн. лет. Живые существа в силуре населяли главным образом моря. Но уже существовали различные наземные растения. В горных породах этого возраста появляются остатки спор. В морях продолжали существовать многочисленные беспозвоночные, но были и древнейшие рыбы. Свое название период получил от древнего племени силуров, жившего в Уэльсе.

**Систематика.** Науке известны сотни тысяч растений и животных. Разобраться во всем этом разнообразии очень сложно. Задачу разложить все организмы по полочкам наиболее естественным и удобным образом и берет на себя систематика. Надо выделить систематические единицы (виды, роды, семейства и т. д.), описать их, изобразить описанные организмы и правильно их назвать. Все систематические единицы называются таксонами. Законы выделения таксонов определяются дисциплиной таксономией (не путать с *номенклатурой*). Часто можно слышать, что систематика — описательная наука и отживает свой век. Ответ на этот тезис содержится в главе XIII.

**Систематические признаки.** Так называют все особенности растения, которые могут быть использованы в *сис-*

*тематике.* Совершенно ясно, что если у одного дерева все сучья целы, а у другого обрезаны слишком усердным садовником — это еще не систематический признак. За исключением таких случаев почти невозможно сказать, какой признак важен для систематики, а какой нет. Прежде чем приходить к выводу о несущественности признака, вдумчивый исследователь семь раз отмерит.

**Сосуды** — см. «*Трахеиды*».

**Специализация.** Разделение труда и объединение усилий давно взято на вооружение организмами. Приспосабливаются к узкому кругу обязанностей (т. е. специализируются) и отдельные органы (у дождевого червя вся система пищеварения одна кишка — она и пищевод, и желудок, и поджелудочная железа; появление этих органов — специализация), и целые организмы (хороший пример — разделение труда у муравьев). Специализация не всегда благотворна. Иногда меняющиеся условия жизни делают ненужными органы, лишают организмы привычной сферы деятельности. Кто слишком далеко зашел в своей специализации и не может перестроиться, большей частью обречен на вымирание.

**Спорангии.** Мешочки, в которых помещаются споры, называются спорангиями. Микроспорангии заполнены микроспорами, а мегаспорангии — мегаспорами. Спорангии располагаются поодиночке или группами (сорусами) прямо на листьях (например, у папоротников), иногда сидят на ножке прямо на стеблях (например, у некоторых *плауновидных*) или собраны в шишки (у хвощей, некоторых плауновидных и др.). Созревшие спорангии растрескиваются. Иногда раскрыванию спорангиев способствует специальный механизм, состоящий из группы клеток с утолщенными стенками. У некоторых растений спорангии сростаются и образуют синангии. Строение всех этих органов — один из самых важных *систематических признаков*. Но в строении спорангиев, сорусов и синангиев не всегда легко разобраться.

**Споры.** Все споровые растения размножаются спорами, т. е. микроскопическими клетками, образующимися в специальных вместилцах (*спорангиях*). Сначала в спорангии образуется компактная масса клеток, которая затем распадается на небольшие группы (обычно по 4 клетки). Из каждой клетки такой группы формируется спора. Она покрыта химически очень устойчивой оболочкой.

После созревания и растрескивания спорангиев споры высеиваются, прорастают и получают *заростки*. Иногда прорастание спор начинается еще в спорангии.

**Стратиграфия.** Жизнь Земли очень богата событиями. Воздвигаются и размываются горы, моря приходят и уходят, на месте пустынь вырастают леса, реки меняют свое течение и т. д. Все эти события так или иначе сказываются в геологическом разрезе: началось опускание — больше откладывается осадков, началось поднятие — осадки стали перемываться. В одно и то же время в разных местах одного района могут накопиться совершенно разные горные породы. Не разобравшись во всей последовательности событий, нечего приниматься за поиск полезных ископаемых. Ведь геология — не кладоискательство в расчете на простое везение, а наука! Во всем есть свои закономерности. Выяснением последовательности в накоплении горных пород, сопоставлением во времени толщ различных регионов, составлением и совершенствованием геохронологической шкалы и занимается стратиграфия. Каждый геолог должен быть стратиграфом, прежде чем стать геологом любого другого профиля. Геолог, не знающий стратиграфии, подобен криминалисту, который не интересуется последовательностью событий, а печется лишь о самом происшествии.

**Тиллиты.** Так называют ледниковые отложения прошлых геологических эпох. Внешне они сходны с *конгломератами*, но имеется несколько признаков, по которым можно отличить тиллиты от конгломератов. Например, валуны в тиллитах несут характерные царапины. Такие ледниковые отложения известны в докембрийских и верхнепалеозойских отложениях.

**Трахеиды.** У очень многих наземных растений проведение воды по стволу осуществляется трахеидами. Это сильно вытянутые клетки с толстыми стенками, украшенными спиральными, кольчатыми или лестничными утолщениями. У наиболее высокоразвитых трахеид в утолщенных стенках остаются по-разному расположенные поры. В ходе эволюции трахеид их торцовые стенки рассасывались. Так появились сосуды. Они особенно характерны для *покрытосеменных*, но изредка встречаются и у других растений.

**Третичный период.** Термин «третичный период» все меньше и меньше употребляется в геологической литера-

туре с тех пор, как было предложено делить его на два самостоятельных периода — палеогеновый (палеоген) и неогеновый (неоген). В старой *геохронологической шкале* вся история была разбита на четыре периода: первичный, вторичный, третичный и четвертичный. Затем два первых периода превратились в палеозойскую и мезозойскую эры со своими периодами. Названия «третичный» и «четвертичный» стали анахроничными. Вскоре стало ясно, что длительность третичного периода достаточно велика (он продолжался примерно 65 млн. лет и закончился 1,5—2 млн. лет назад), а крупных событий в течение его достаточно много, чтобы разбить его на два самостоятельных периода. Так и сделали. В третичном периоде растительный и животный мир приняли вполне современный облик, хотя человек еще не появился. Перед началом периода на суше исчезли последние динозавры, окончательно закончилась эра пресмыкающихся. В третичное время господствовали млекопитающие. В третичных морях уже не было аммонитов и белемнитов. Среди наземных растений в качестве господствующего класса окончательно утвердился *покрытосеменные*.

**Триасовый период** (триас). Первый период *мезозойской эры*. Он начался 230 ( $\pm 10$ ) млн. лет назад и продолжался 45 млн. лет. Это было время интересных событий. В начале периода еще хорошо видны различные климатические зоны, которые сильно сглаживаются к концу периода. Удивительное постоянство флоры на Земном шаре — главное свидетельство этого выравнивания климата. В триасе вымирают или сходят на второстепенные роли основные палеозойские группы растений: *кордаиты*, древовидные плауны, *прапапоротники*, *каламиты*, *клинolistы* и др. Зато в большом количестве появляются новые группы папоротников, *птеридоспермов*, *гинкговых*, *цикадовых*, *беннеттитовых*, *хвойных* и др. Об этой, во многом еще непонятной смене декораций рассказывается в главе X. Название период получил в Центральной Европе (ГДР, ФРГ, Австрия, Швейцария), где его отложения четко делятся на три части: средняя — морского происхождения, первая и последняя — континентального. Кстати, отложения *пермского* периода в прошлом веке называли «диасом», так как они в Европе делятся на две отчетливые части.

**Угольные почки.** Иногда их еще называют «угольными шарами, или «торф-доломитами». Это стяжения известковой породы в угольных пластах, содержащие остатки ископаемых растений, удивительно хорошо сохранившиеся. Но бывают почки без остатков растений с одной лишь морской фауной. См. первую половину главы II.

**Устьице.** В большинстве случаев тело растения снаружи обтянуто *кутикулой* или защитной пленкой другого типа. Но дышать и удалять лишнюю влагу все же надо. Для этого и служат устьица — микроскопические отверстия, окаймленные двумя подвижными клетками. Каждое устьице — маленькое реле. Стало слишком влажно — они открываются, стало сухо — закрываются («дежурные» отверстия всегда остаются). Строение устьиц и их расположение — важнейший *систематический признак*. Доказательства приведены во второй половине главы II и в главе IV.

**Фитолейма.** Иногда на породе остается только отпечаток листа, стебля или другой части растения, но чаще на отпечатке сохраняется угольная корочка (фитолейма), в которую превратилось растение. Если эта корочка покрывает отпечаток *спорангия*, в ней можно найти *споры*. Из фитолеймы готовят препарат *кутикулы*. Иногда фитолеймы сохраняются удивительно хорошо и их можно собирать на обнажении прямо в гербарные папки.

**Флора** — см. «*Растительность*».

**Формообразование.** Это примерно то же, что видообразование. См. «*Вид*», а также главу XII.

**Хвойные.** Один из порядков класса *голосеменных*. К хвойным относятся, например, ель, пихта, сосна, лиственница. У большинства хвойных листья имеют вид игл, но известны хвойные (современные и ископаемые) с широкими ланцетными листьями (сходными с листьями ландыша). Хвойные появились в *каменноугольном периоде*, но особенно широко распространились в последующие периоды.

**Цикадовые.** Один из порядков класса *голосеменных*. Цикадовые имеют довольно крупные перистые листья. Старое название цикадовых — «саговые пальмы». *Семязачатки* цикадовых сидят в шишках или на видоизмененных листьях. Достоверные остатки цикадовых известны с *триасовых* отложений, но листья, которые вполне могут

принадлежать этому порядку, встречаются в *пермский* и даже *каменноугольных* отложениях. Цикадовые господствовали в тропических лесах *мезозойской эры* вместе с *беннеттитами*. Листья обеих групп без приготовления препаратов кутикулы часто трудно различить.

**Четвертичный** (антропогеновый) период, или антропоген. Этот период, принадлежащий *кайнозойской эре*, начался 1,5—2 млн. лет назад и еще не закончился. Он был выделен благодаря двум главным событиям: появлению человека и крупному оледенению. Последнее охватило огромные территории в обоих полушариях планеты. Ледники Антарктиды и Арктики — остатки этого оледенения. Оледенение развивалось несколькими фазами, и не ясно, пошло ли оно окончательно на убыль или еще потревожит человечество. Животный и растительный мир четвертичного периода, в сущности, тот же, что и современный, но оледенения вынуждали животных и растения переселяться с места на место. О происхождении названия «четвертичный период» см. «Третичный период». В основе названия «антропоген» лежат греческие слова «антропос» — человек и «генос» — рождение.

**Членистостебельные.** Тип высших споровых растений, важнейшей особенностью которых являются членистые побеги и мутовчато расположенные листья. *Спорангии* обычно собраны в более или менее компактные шишки, но иногда располагаются прямо на стебле между мутовками листьев. Появившись в *девонском периоде*, членистостебельные (*каламиты*, сфенофиллы, филлатеки и др.) играли важную роль в ландшафтах *каменноугольного* и *пермского* периодов. В мезозойских отложениях они встречаются реже, а до *кайнозойской эры* добрался лишь один род. Это — хвощ, об истории которого рассказывается в предпоследнем разделе главы XI. Хвощ — типичное живое ископаемое.

**Шлиф.** Чтобы изучить микроскопическое строение породы или окаменелости, из нее готовят шлиф. Кусок породы выравнивают с одной стороны на шлифовальном круге. Полученной ровной площадкой породу приклеивают канадским бальзамом или другой смолой к стеклу. Затем породу начинают стачивать с тыльной стороны до тех пор, пока от нее не останется тонкий (несколько сотых долей миллиметра) прозрачный слой. Это и есть шлиф. Его изучают под микроскопом.

**Эпидерма**, или **кожица**. Так называется поверхностный слой клеток, защищающий листья, семена, стебли и другие органы растения. Клетки эпидермы, в том числе устьичные клетки, отпечатываются на *кутикуле*. Изучая кутикулу, мы, в сущности, изучаем строение эпидермы.

**Эпидермальный** (или эпидермально-кутикулярный) метод. Изучение *кутикулы* ископаемых и современных растений для целей *систематики*. Особенно важен этот метод в палеоботанике. Не изучив кутикулу, нельзя точно определить род и вид большинства ископаемых *кордаитов*, *хвойных*, *гинкговых*, *цикадовых*, *беннеттитовых* и других растений. Палеоботаник, пренебрегающий этим методом, рискует угодить в ловушку, подставленную симулирующими формами. Страдать будет не только он (ошибка рано или поздно вскроется), но и геолог, который поверит в ложное определение.

**Юрский период** (юрá). Второй период *мезозойской эры*. Этот период как бы олицетворяет всю эру, представляет ее в чистом виде. В это время вымерли все реликты *палеозойских* лесов и еще не появились пионеры *кайнозойской* флоры и фауны. Юрский период начался примерно 190 млн. лет назад и длился около 60 млн. лет. В юрских морях жила масса аммонитов и белемнитов, вполне современных по облику рыб, плавали ихтиозавры и плезиозавры. По суше бродили динозавры, в воздухе летали птеродактили и первоптицы. К услугам травоядных животных была богатая растительность, составленная *гинкговыми*, *цикадовыми*, *беннеттитами*, папоротниками, *хвойными* и др. Судя по растениям в юрское время отчетливо проявляется климатическая зональность. Юрские отложения широко распространены по всему Земному шару.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арбер Е. А. Н.* Естественная история угля. Перевод с английского. М., книгоиздательство «Наука», 1914.
- Популярная и в то же время строго научная книга об угле и растениях, которые дали ему начало.
- Баранов П. А.* Возникновение и развитие растительного мира. М., Военное изд-во Военного министерства СССР, 1952.
- В этой популярной книге рассматривается широкий круг вопросов: возникновение растительной формы жизни, возникновение отдельных групп растений, история флоры разных периодов. В книге объясняются важнейшие ботанические термины.
- Вульф Е. В.* Историческая география растений. История флоры Земного шара. М.—Л., 1946.
- Капитальная свodka, дающая очень полную картину распространения растений на нашей планете. Рассказано о путях и закономерностях расселения растений.
- Геологический словарь. Тома I и II. М., Госгеолтехиздат, 1955.
- Друщиц В. В., Якубовская Т. А.* Палеоботанический атлас. Изд-во МГУ, 1961.
- В атласе мало текста, но много иллюстраций, заимствованных из многих палеоботанических работ, в том числе достаточно редких. Иллюстрации вполне наглядны и сопровождаются подробными пояснениями.
- Жиньё М.* Стратиграфическая геология. М., ИЛ, 1952.
- В книге собрано огромное количество сведений о стратиграфии Европы, Северной Африки, Северной Америки, в меньшей степени других континентов. Хотя некоторые сведения, особенно касающиеся территории СССР, устарели, книга остается ценнейшим справочником. Жиньё приводит в своей работе и некоторые данные о распространении в геологических разрезах ископаемых растений.
- Комаров В. Л.* Происхождение растений. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1943.
- Вполне популярная по форме, книга отличается глубоким проникновением в сущность рассматриваемых проблем. А проблемы эти разнообразные: возникновение жизни, понятие об эволюции, история растительного мира в целом, происхождение основных групп растений, история развития их главнейших органов.
- Криштофович А. Н.* История палеоботаники в СССР. М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Хотя книга носит название, свойственное историческому исследованию, предмет ее значительно шире. А. Н. Криштофович дает анализ наших знаний по палеофлористике.

*Криштофович А. Н.* Палеоботаника, 4-е исправленное и дополненное издание. Л., Гостоптехиздат, 1957.

Мимо этого учебника не может пройти ни один начинающий палеоботаник. В нем рассматривается исключительно широкий круг вопросов: история палеоботаники, методика исследования; для лиц, мало подготовленных в области ботаники, даются основы морфологии и анатомии растений; излагается систематика ископаемых растений и история развития растительности Земного шара. Книга снабжена огромным списком литературы.

*Криштофович А. Н.* Избранные труды. Том 1. Теоретические работы. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959.

Из собранных в этом томе теоретических статей обращаем особое внимание на статью «Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и ее основные факторы». Эта статья полна глубоких мыслей об основных закономерностях эволюции растительного мира.

*Мейен С. В.* Мхи в палеозое Ангариды. — «Природа», 1963, № 5. Популярная статья об открытии советским палеоботаником М. Ф. Нейбург мхов в пермских отложениях Кузнецкого, Печорского и Тунгусского бассейнов.

**О с н о в ы п а л е о н т о л о г и и.** Водоросли, мохообразные, псилофитовые, плауновидные, членистостебельные, папоротники. М., Изд-во АН СССР, 1963.

**О с н о в ы п а л е о н т о л о г и и.** Голосеменные и покрытосеменные. М., Госгеолтехиздат, 1963.

В двух томах справочника дается краткая характеристика и изображение почти всех родов ископаемых растений, известных на территории СССР. К каждой группе растений даются общие сведения о морфологии, анатомии, принципах систематики, истории развития, геологическом значении и т. д. Хотя в подзаголовке указано, что это «Справочник для палеонтологов и геологов СССР», в сущности это не справочник, а сводка. Начинающие палеоботаники могут использовать ее для ознакомления с ископаемыми растениями, но для определительской работы указанные тома во многом не пригодны. Дело в том, что в их основу не был положен так называемый принцип типификации. Для иллюстрации родов подбирались фотографии и рисунки, часто сделанные не с типовых, а со случайных образцов. При этом многие определения этих образцов сделаны неверно.

*Потонье Г.* Происхождение каменного угля и других каустобиолитов. Пер. с нем. М., ОНТИ, 1934.

Книга была переведена с немецкого почти 20 лет спустя после смерти автора. Г. Потонье был выдающимся палеоботаником и, рассуждая о происхождении горючих ископаемых, никогда не забывал о растениях. Поэтому книга интересна и полезна и геологам, и палеоботаникам. Она написана простым и доходчивым языком. Достоинство ее и в том, что хорошо показаны современные процессы, приводящие к накоплению горючих ископаемых.

*Сафарова С. А.* С микроскопом в глубь тысячелетий. М., Изд-во «Наука», 1964.

В небольшой книжке (56 стр.) просто, понятно и вполне научно рассказывается о палинологии, ее значении и ее истории. По остаткам спор и пыльцы автор рисует картину развития растительного мира.

*Сьюорд А. Ч.* Века и растения. Обзор растительности прошлых геологических периодов. Пер. с англ., под редакцией и с дополнениями А. Н. Криштофовича. Л.—М., 1936.

Сами растения почти не описываются, а речь идет о развитии флоры планеты в целом. В отличие от большинства работ такого рода, в книге Сьюорда события в растительном мире рассматриваются на фоне геологической истории. Высказано много ценных мыслей, блестяще подтвердившихся позднейшими исследованиями.

*Тахтаджян А. Л.* Вопросы эволюционной морфологии растений. Изд-во ЛГУ, 1954.

Книга рассчитана на хорошо подготовленного специалиста. В вводной главе дается история морфологии высших растений.

*Тахтаджян А. Л.* Происхождение покрытосеменных растений. М., Изд-во «Высшая школа», 1961.

Книга невелика по объему. Пожалуй, ее можно назвать популярной, хотя она, скорее, важна для специалистов. Рассматриваются все основные аспекты сложнейшей проблемы происхождения покрытосеменных.

*Тахтаджян А. Л.* Основы эволюционной морфологии покрытосеменных. М.—Л., Изд-во «Наука», 1964.

Хотя в книге говорится в основном о покрытосеменных, она интересна и специалистам по другим растениям: ведь закономерности морфологической эволюции у всех растений примерно одни и те же. Но дело не только в этом. А. Л. Тахтаджян рассматривает наиболее общие методологические вопросы научного исследования, анализирует теоретические проблемы биологии.

*Шварцбах М.* Климаты прошлого. М., ИЛ, 1955.

Автор — не ботаник, а специалист по климатам геологического прошлого. Ценные свидетельства о прошлых климатах дают ископаемые растения, о чем в книге подробно написано. В книге рассказывается и о других методах палеоклиматических реконструкций. Автор прослеживает историю климатов Земли от докембрия до нашего времени, разбирает причины климатических изменений и даже пытается дать прогноз на отдаленное будущее.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие (академик В. В. Меннер) . . . . .	5
От автора . . . . .	7
<b>Глава I. Первые поселенцы . . . . .</b>	<b>10</b>
Окаменевшее болото в Райни . . . . .	11
Почему сомневалась Сюзанна Леклерк? . . . . .	14
Какими же были первые поселенцы? . . . . .	17
Еще одна великая загадка природы . . . . .	20
<b>Глава II. Консервам 300 миллионов лет . . . . .</b>	<b>23</b>
Когда шахтер ругается, а палеоботаник радуется . . . . .	24
А можно ли без шлифов? . . . . .	26
Палеоботаник-конструктор . . . . .	27
Растения-симулянты . . . . .	30
Химию и микроскоп в помощники . . . . .	32
Фитолейма в тигле . . . . .	35
Теперь за микроскоп . . . . .	36
Хвойные — тоже симулянты . . . . .	37
<b>Глава III. В отпуск — в каменноугольный лес . . . . .</b>	<b>41</b>
Растения-динозавры . . . . .	43
Древовидные хвощи . . . . .	44
О папоротниках подлинных и мнимых . . . . .	47
Прочие достопримечательности . . . . .	51
Зачем нужны 400 000 отпечатков? . . . . .	52
<b>Глава IV. Кордантовая тайга . . . . .</b>	<b>55</b>
Полувековой спор из-за ошибки . . . . .	55
Царство кордантов . . . . .	58
Упрямые листья . . . . .	62
Наконец-то повезло! . . . . .	64
О других растениях кордантовой тайги . . . . .	67
<b>Глава V. Был ли материк Гондвана? . . . . .</b>	<b>72</b>
Открытие капитана Скотта . . . . .	73
Глоссоптериевая флора . . . . .	74
Материков много — флора одна . . . . .	78
<b>Глава VI. Термометры геологического прошлого . . . . .</b>	<b>81</b>
Гаданье на кольцах . . . . .	82
Арктические тропики . . . . .	85
Гондванское оледенение . . . . .	86
Древний материк Ангариды . . . . .	89

Воды, воды!	90
Растения-жесвидетели	92
Когда свет становится врагом	94
Был ли у растений золотой век?	97
<b>Глава VII. Ископаемые растения о дрейфующих материках</b>	100
Парадокс № 1	102
Парадокс № 2	104
Большая палеоботаническая стена	107
Подведем итог	114
<b>Глава VIII. Столетний спор о сосновой шишке</b>	117
Суть вопроса	118
Вначале был кордаит	120
Когда появились семена?	122
Буриадия путает карты	124
Что осталось скептикам?	128
<b>Глава IX. Параллельным курсом</b>	130
Искусные имитаторы	131
Что говорит микроскоп?	134
Разложение многочленов	136
<b>Глава X. Вверх по разрезу</b>	142
Корни мезозойской флоры	142
Палеоботаническая Помпея	146
О значении мелочей	150
Школа Гарриса	154
Неисчерпаемые возможности	158
Царство покрытосеменных	160
<b>Глава XI. Живые ископаемые</b>	164
«Дерево за сорок эку»	164
Рано похоронили	167
Много ли сейчас живых ископаемых	169
Снова уроки осторожности	177
<b>Глава XII. Кто командует парадом?</b>	179
Кому отвечать на вопросы?	179
Фон или движущая сила?	180
Почему «или... или...»?	183
Ускоряется ли прогресс?	187
Если дружно мы навалимся	190
<b>Глава XIII. Много ли палеоботанику для счастья нужно?</b>	192
<b>Глава XIV. Для самых любознательных</b>	198
Список литературы	219

*Сергей Викторович Мейен*

**Из истории растительных династий**

*Утверждено к печати редколлегией серии  
научно-популярных изданий Академии наук СССР*

**Редактор В. К. Низковский**

**Художественный редактор В. Н. Тихунев**

**Технический редактор И. А. Макогонова**

Сдано в набор 10/IX 1970 г. Подписано к печати  
17/II 1971 г. Формат 84×108<sup>1/32</sup>. Усл. печ. л. 11,76.  
Уч.-изд. л. 11,3. Бумага № 2. Тираж 17000. Тип.  
зак. 1257. Т-01480. Цена 68 коп.

Издательство «Наука»

Москва, К-62, Подосенский пер., 21

---

1-я типография издательства «Наука»

Ленинград, В-34, 9 линия, дом 12