

БОТАНИКА

УДК 581.824; 582.476

Л. И. Лотова

АНАТОМИЯ МОЛОДЫХ ПОБЕГОВ
И ВТОРИЧНОЙ ФЛОЭМЫ
ТАКСОДИЕВЫХ

Семейство таксодиевых (Taxodiaceae), представители которого в мезозое были широко распространены в северном полушарии земного шара, в настоящее время включает 9 родов (Тахтаджян, 1956; Schultze-Motel, 1971). По морфолого-биологическим признакам таксодиевые наиболее близки с сосновыми.

Растения, относящиеся к этим семействам, однодомны, у всех родов семенные чешуи собраны в шишки; болотный кипарис и метасеквойя листопадные и характеризуются наличием удлиненных и укороченных побегов, что свойственно и некоторым представителям сосновых. В ксилотомическом отношении таксодиевые обнаруживают наибольшее сходство с родами *Abies* и *Keteleeria*, в древесине которых нет смоловыделительной системы, лучи гомогенные с гладкими стенками клеток (Greguss, 1955; Будкевич, 1961). Очень редко у таксодиевых встречаются лучевые трахенды, которые, однако, не достигают высокой организации, как у сосновых (Чавчавадзе, 1967). Оба семейства П. Грегусш (Greguss, 1955) относит к особому, микрофильному, направлению эволюции хвойных, происхождение которого он связывает с плауновыми. Учитывая сходство таксодиевых не только с сосновыми, но и с кипарисовыми или можжевеловыми (Комарницкий и др., 1975), в настоящее время эти семейства вместе с араукариевыми предложено включить в подпорядок *Pinineae* (Hsuan, 1975).

Кроме строения древесины, остальные анатомические особенности таксодиевых, в том числе структура флоэмы, исследованы очень слабо. Краткие сведения об анатомии молодых побегов болотного кипариса, секвойи и куннингамии приведены И. Меллером (Moeller, 1882), некоторые признаки коры секвойи отмечены Б. Губером (Huber, 1939). Л. Эббе и А. Крафтсом (Abbe, Crafts, 1939), склериды, встречающиеся в побегах криптомерии, описаны индийскими ботаниками (Rao, Malaviya, 1963). Изучены развитие и продолжительность жизни метасеквойи, строение и расположение ситовидных клеток и клеток Страсбургера в ее флоэме (Kollmann, 1961, 1965, 1973; Kollmann, Schumacher, 1964).

О гистологическом составе элементов, слагающих флоэму, их топографических особенностях и возрастных изменениях у разных родов таксодиевых литературные сведения либо очень скудны, либо их нет совсем.

В связи с этим мы исследовали кору молодых побегов и стволов у 6 представителей семейства, которые по морфологическим признакам относятся к 3 трибам (Тахтаджян, 1956):

1. *Sequoieae*, характеризующаяся плоскими, игловидными чешуйчатыми, очередными или супротивными многолепными или опадающими

на зиму листьями, 3—9 обратными семезачатками на щитовидных семенных чешуях: *Sequoia sempervirens* Endl. (секвойя вечнозеленая), *Sequoiadendron giganteum* Lindl. (секвойядендрон гигантский), *Melasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng (метасеквойя глиптостробоидная),

2. *Taxodiaceae* — с шиловидными или чешуевидными опадающими на зиму листьями, с двумя прямыми семезачатками на тонкой уплощенно-щитовидной или плоской семенной чешуе: *Taxodium mucronatum* Ten. (болотный кипарис мексиканский),

3. *Cunninghamiaceae* — с чешуевидными листьями и 2 (3) или 4 (3—6) прямыми либо обратными семезачатками на черепицеобразно расположенных чешуях: *Cryptomeria japonica* Dog. (криптомерия японская), *Cunninghamia lanceolata* Lamb. (куннингамия ланцетная)

Большая часть материала собрана в Никитском ботаническом саду и любезно предоставлена нам Г. Д. Ярославцевым. Образцы коры болотного кипариса и криптомерии получены из Батумского ботанического сада. Исследована также кора секвойядендрона, хранящегося в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова в Ленинграде. Молодые побеги секвойи собраны в совхозе «Южные культуры» в Адлере.

Не закончившие рост однолетние побеги у представителей всех родов имеют лопастные очертания поперечного сечения из-за наличия мощно развитых листовых подушек. В выемках между ними, под эпидермисом с хорошо развитой кутикулой, расположена ткань, состоящая из клеток с неравномерно утолщенными стенками, по внешнему виду напоминающая коллепхиму. Наиболее крупные тяжи этой ткани характерны для криптомерии (рис. 1, 7).

Под эпидермисом находятся субэпидермальные волокна с толстыми одревесневшими стенками. Они расположены в один, реже в два ряда. У секвойядендрона и секвойи волокна составляют довольно длинные тангентальные тяжи, у криптомерии они собраны в небольшие цепочки, у метасеквойи волокна часто отделены от эпидермиса 1—2 слоями хлорофиллоносных паренхимных клеток, у болотного кипариса волокон под эпидермисом нет (рис. 1). Остальная часть листовых подушек состоит из хлорофиллоносной паренхимы, клетки которой либо плотно сомкнуты, либо между ними имеются крупные межклетники. В каждой листовой подушке проходит по одному вертикальному смоляному каналу, у криптомерии их три (рис. 1). В побегах куннингамии смоляные каналы находятся не только в подушках, но могут быть и в глубоких слоях первичной коры.

Первичная кора стебля состоит из тонкостенных паренхимных клеток. В молодых стеблях метасеквойи внутренний однорядный слой клеток первичной коры, соответствующий крахмалоносному влагалищу (рис. 1, 5), отличается от остальных элементов коровой паренхимы более крупными размерами клеток и наличием в них красно-бурого содержимого.

Перидерма развивается уже в первый год жизни побега обычно снаружи от смоляных каналов (рис. 1, 2), у метасеквойи — конутри от них (рис. 1, 4). Отмершие вследствие образования пробки листовые подушки вместе с частью первичной коры сбрасываются, и стебель в поперечном сечении приобретает округлые очертания. У секвойядендрона и секвойи первичная кора сохраняется 2—3 года.

Проводящая система стебля характеризуется наличием у большинства представителей протофлоэмных волокон, армирующих однопучковые листовые следы. В поперечном сечении волокна округлые, овальные или многоугольные. Стенки волокон толстые, одревесневшие, часто с хорошо выраженной слоистостью (рис. 1, 3). Полости клеток

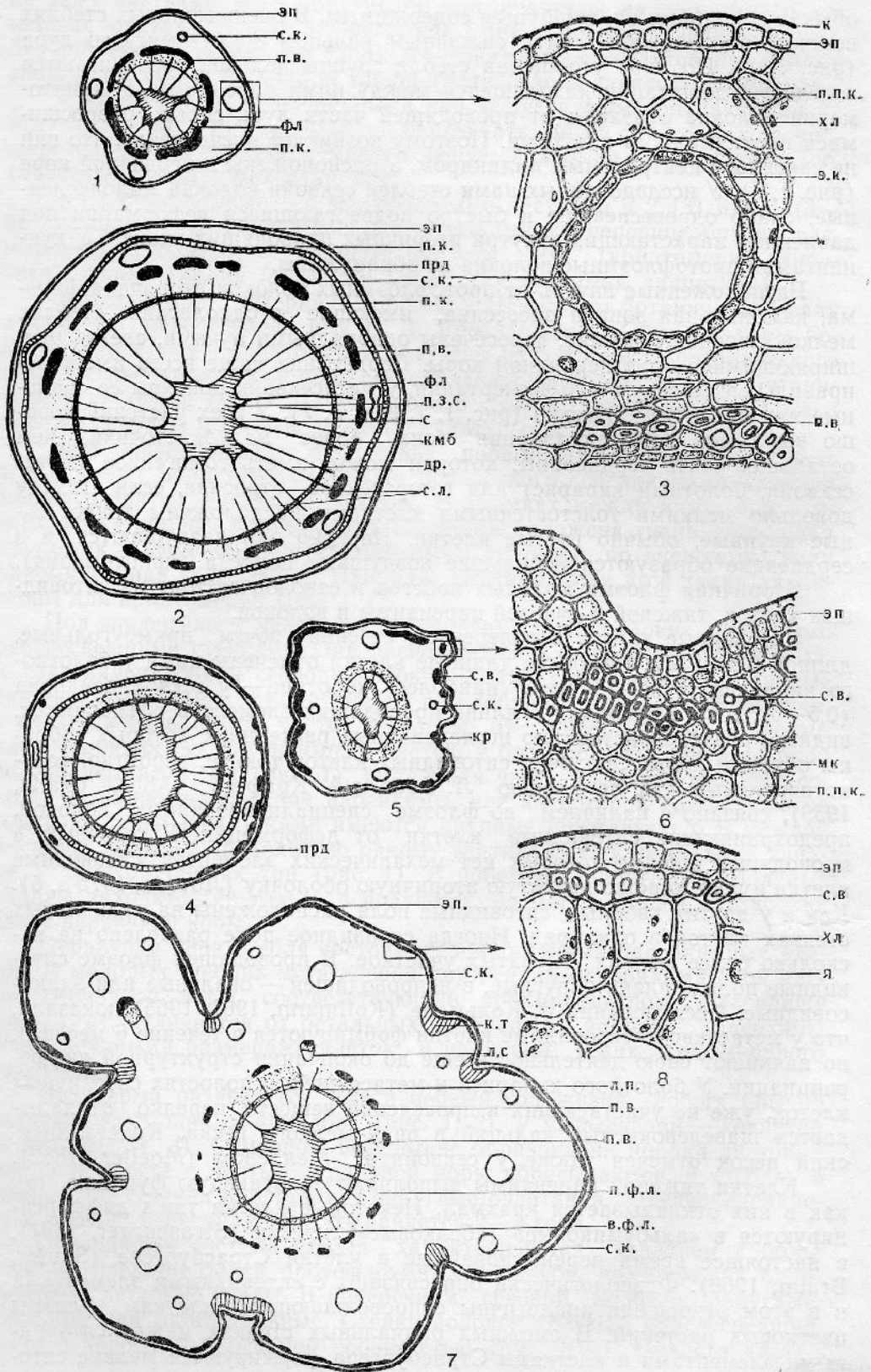
обычно заполнены красно-бурым содержимым. В очень молодых стеблях волокна расположены почти сплошным кольцом вокруг мягкого луба (рис. 1, 1). По мере утолщения стебля группы волокон раздвигаются вследствие дилатации находящейся между ними паренхимы. У криптомерии волокна отделены от проводящей части луба сильно разросшимися паренхимными клетками. Поэтому возникает впечатление, что они не связаны с центральным цилиндром, а расположены в первичной коре (рис. 1, 7). У исследованных нами стеблей секвойи волокна малочисленные, слабо одревесневшие и быстро подвергающиеся деформации под давлением нарастающих изнутри вторичных проводящих тканей. У кунингамии протофлоэмные волокна не обнаружены.

Расположенные внутри от протофлоэмных волокон вторичная флоэма, камбиальная зона и древесина, имеющие в однолетних стеблях мелкоячеистое строение, пересечены однорядными лучами, слегка расширяющимися близ первичной коры. Сердцевина чаще всего имеет неправильные многоугольные очертания, у метасеквойи контуры ее овальные или почти ромбические (рис. 1, 1, 2, 4, 5, 7). У всех растений хорошо выражена перимедулярная зона, более мелкоячеистая, чем остальная часть сердцевины, которая может иметь гомогенное (метасеквойя, болотный кипарис) или гетерогенное строение, если между довольно мелкими толстостенными клетками расположены тонкостенные крупные, обычно пустые клетки. Нередко они разрушаются, и в сердцевине образуются небольшие воздушные полости (криптомерия).

Вторичная флоэма молодых побегов и стволов состоит из ситовидных клеток, тяжевой и лучевой паренхимы и волокон.

Ситовидные клетки в поперечном сечении почти прямоугольные, длиной 0,5—1 мм. Наиболее длинные клетки отмечены нами у болотного кипариса (1,2—1,9 мм), наиболее короткие — у секвойядендрона (0,5—0,7 мм). Колебания в длине проводящих элементов объясняются, видимо, разновозрастностью исследованных растений, с которых собраны образцы коры. Оболочки ситовидных клеток тонкие, вероятно, только первичные, что, по мнению Л. Эббе и А. Крафтса (Abbe, Crafts, 1939), связано с наличием во флоэме специализированных волокон, предохраняющих ситовидные клетки от деформации. У сосновых, в проводящей флоэме которых нет механических элементов, ситовидные клетки имеют хорошо развитую вторичную оболочку (Лотова, 1975 а, б). Как и у других хвойных, ситовидные поля расположены на радиальных стенках клеток в один ряд. Иногда ситовидное поле разделено на несколько более мелких угловатых участков. В проводящей флоэме ситовидные поля в плане округлые, в непроводящей — овальные или эллипсовидные. Исследования Р. Кольмана (Kollmann, 1961, 1965) показали, что у метасеквойи ситовидные клетки формируются в течение 6 месяцев, но начинают свою деятельность еще до окончания структурной дифференциации. У болотного кипариса и метасеквойи в полостях ситовидных клеток, уже не участвующих в проведении веществ, нередко откладывается щавелевокислый кальций в виде мелкого песка. Кристаллический песок отмечен также у секвойи И. Меллером (Moeller, 1882).

Клетки тяжевой паренхимы выполняют запасающую функцию, так как в них откладывается крахмал. Некоторые клетки тяжа дифференцируются в «альбуминовые» («белковые») клетки (Strasburger, 1891), в настоящее время переименованные в клетки Страсбургера (Sauter, Braun, 1968). Физиологически они связаны с ситовидными элементами и в этом отношении аналогичны сопровождающим клеткам флоэмы цветковых растений. В смежных радиальных стенках между ситовидными элементами и клетками Страсбургера формируются мелкие сито-



видные участки. По сведениям Р. Колльмана (Kollmann, 1973), каждая ситовидная клетка метасеквойи связана с несколькими клетками Страсбургера.

Лучи у таксодиевых гомогенные, состоящие из клеток запасающей паренхимы. «Белковых» клеток в них нам обнаружить не удалось, хотя Э. Страсбургер (Strasburger, 1891) полагал, что для образования горизонтального тока веществ необходимо наличие в лучах клеток, физиологически связанных с ситовидными элементами. В то же время он отмечал, что физиологически «белковые» клетки лучей менее активны, чем клетки, расположенные в тяжелой паренхиме. По мнению Э. Страсбургера, не все лучи могут иметь «белковые» клетки. У болотного кипариса, например, на 1 мм² продольного среза приходится только 4—8 клеток.

Протяженность лучей в вертикальном направлении различна. Наиболее часто встречаются лучи высотой в 3 (5)—7 (10) клеток, хотя у всех растений могут быть также лучи высотой в одну клетку и лучи высотой до 24 (болотный кипарис) и даже 34 клеток (метасеквойя). Лучи преимущественно однорядные, изредка у метасеквойи средняя часть луча двурядная.

Волокна — прозенхимные клетки с гладкими клиновидно суженными, зубчатыми или расщепленными концами. Наиболее длинные волокна отмечены нами у болотного кипариса (1,9—4 мм), наиболее короткие часто со штриховатой оболочкой — у секвойядендрона (0,8—1,8 мм). В поперечном сечении волокна квадратные, прямоугольные или многоугольные, с порвыми каналами, пересекающими оболочку клетки по диагонали. Наряду с волокнами, в оболочках которых слоистость выражена плохо, встречаются клетки с четкими многочисленными слоями в более толстой одревесневшей оболочке. Такие клетки по внешнему виду напоминают волокнистые склереиды, встречающиеся у араукарий (Лотова, 1976), но в отличие от них их стенки не инкрустированы оксалатом кальция.

При изучении коры таксодиевых, пожалуй, наибольший интерес представляет топография поперечного среза. Все элементы, слагающие флоэму, располагаются радиальными рядами (рис. 2), лишь в самых наружных частях флоэмы, где происходит дилатация тяжелой, реже лучевой паренхимы (рис. 3, 1) в связи с утолщением стебля, правильность радиальных рядов нарушается.

Уже в однолетних побегах появляется тенденция к чередованию элементов в каждом радиальном ряду, что обуславливает тангентальную слоистость флоэмы, особенно четко выраженную в ствольной коре взрослых деревьев. Между двумя однорядными тангентальными слоями толстостенных волокон находятся три ряда тонкостенных элементов: два ряда ситовидных клеток, непосредственно примыкающих к волокнам, и расположенный между ними один ряд клеток тяжелой паренхимы. Протяженность тангентальных полос зависит от числа пересекаю-

Рис. 1. Анатомия однолетних побегов таксодиевых: 1—3 — болотный кипарис, 4—6 — метасеквойя, 7—8 — криптомерия; к — кутикула, эп — эпидермис, с. к. — смоляные каналы, п. п. к. — паренхима первичной коры, п. в. — протофлоэмные волокна, э. к. — эпителиальные клетки, хл. — хлоропласты, п. к. — первичная кора, прд — перидерма, фл — флоэма, др — древесина, кмб — камбий, с — сердцевина, п. з. с. — перимедуллярная зона сердцевинны, с. л. — сердцевинные лучи, с. в. — субэпидермальные волокна, кр. — крахмалоносное влагалище, п. фл. — первичная флоэма, в. фл. — вторичная флоэма, л. с. — листовый след, л. п. — листовый прорыв, к. т. — колленхимоподобная ткань, мк — межклетники, я — ядро

щих их лучей: чем больше лучей, тем короче полосы. Хотя тангентальная слоистость присуща флоэме всех исследованных растений, нередко правильность ее нарушается. Так, у криптомерии между двумя слоями полностью дифференцированных толстостенных одревесневших волокон

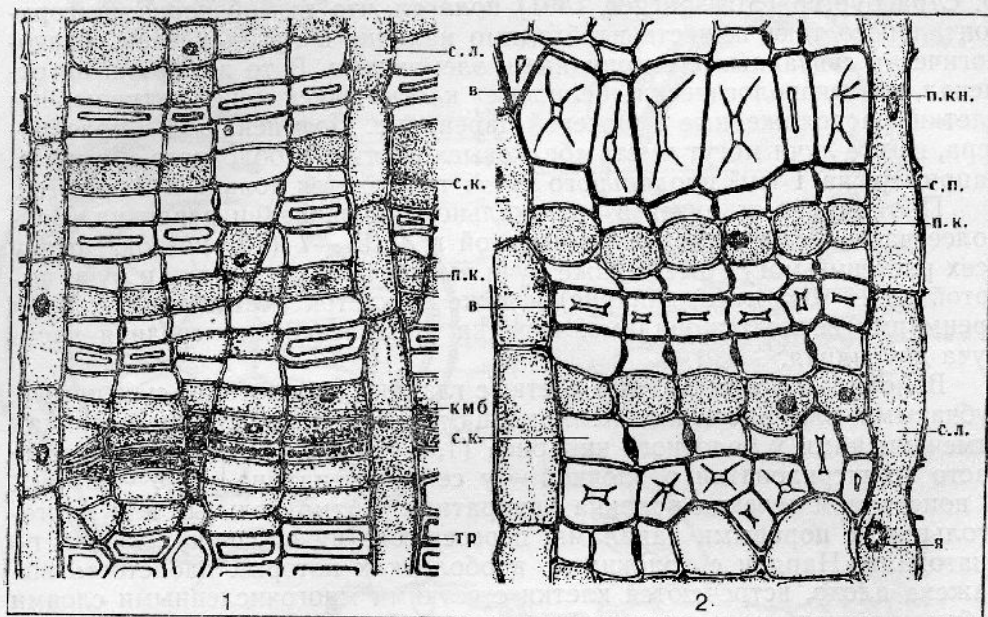


Рис. 2. Строение вторичной флоэмы на поперечных срезах: 1 — болотный кипарис, 2 — метасеквойя, 3 — криптомерия; с. л. — сердцевинные лучи, в — волокна, с. к. — ситовидные клетки, п. к. — паренхимные клетки, кмб — камбий, тр. — трахеида, п. кн. — поровые каналы, п. в. — недифференцированные волокна, с. п. — ситовидные поля, к. к. — каменная клетка, я — ядро

расположены обычно одна или две-три тангентальные полосы сжатых в радиальном направлении тонкостенных, слабо или совсем не одревесневших, часто деформированных волокон (рис. 2, 3). Во флоэме метасеквойи ряды очень толстостенных волокон, вытянутых в радиальном направлении, могут чередоваться с рядами волокон, имеющих квадрат-

ные или прямоугольные очертания (рис. 2, 2) Правда, этот признак выражен не у всех исследованных нами образцов коры.

Нередко тангентальные слои волокон отделены один от другого не тремя слоями тонкостенных клеток, а большим их числом. В других случаях в одном радиальном ряду волокна удваиваются или смещаются и располагаются на уровне ситовидных или паренхимных клеток.

Нарушение четкой тангентальной слоистости обусловлено не только расположением волокон, но и смещением паренхимных клеток. В этом случае они оказываются в одном ряду с ситовидными элементами. Чаще всего это связано с приобретением паренхимными клетками функций

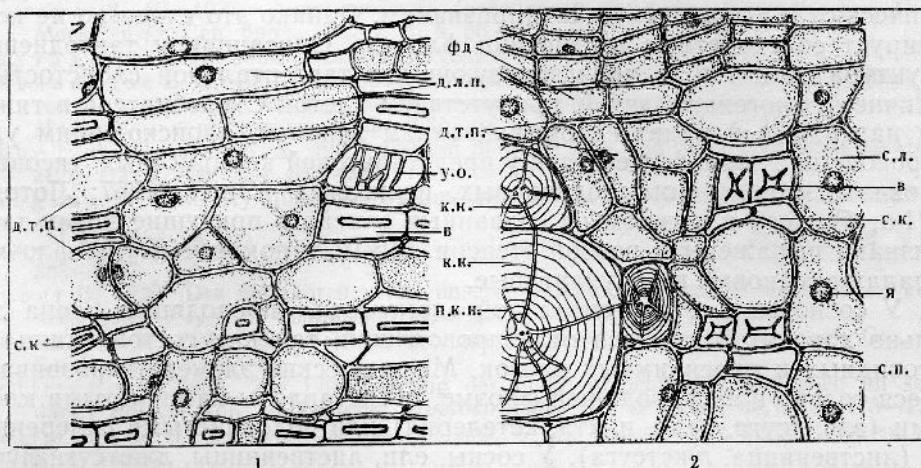


Рис. 3. Строение флоэмы в непроводящей зоне: 1 — болотный кипарис, 2 — метасеквойя; д. т. п. — дилатированные клетки тяжелой паренхимы, с. к. — ситовидные клетки, с. п. — ситовидное поле, д. л. п. — дилатированная лучевая паренхима, у. о. — утолщения оболочки паренхимной клетки, в. — волокна, к. к. — каменистые клетки, п. к. к. — поровые каналы, с. л. — сердцевинные лучи, я — ядро, фд — феллодерма

клеток Страсбургера, так как контакты между этими двумя типами структурных элементов возникают на радиальных стенках.

У большинства растений тангентальные размеры поперечного сечения всех элементов, слагающих флоэму, более или менее одинаковы, радиальные стенки их строго вертикальны. У болотного кипариса между квадратными или прямоугольными в поперечном сечении клетками нередко вклиниваются мелкие клетки, которые, видимо, отделились от материнских элементов флоэмы вследствие их деления косыми перегородками (рис. 2, 1).

Хотя проводящую способность имеют только ситовидные клетки, находящиеся близ камбия (Kollmann, 1961), из-за равномерного чередования элементов граница между проводящей и непроводящей зонами вторичной флоэмы у таксодиевых не выражена. Возрастные изменения затрагивают лишь наружные слои непроводящей зоны. Они выражаются в дилатации клеток тяжелой, иногда и лучевой паренхимы, причем у дилатированных клеток изредка возникают сетчатые утолщения оболочек (рис. 3, 1) Вследствие разрастания паренхимы волокна сильно раздвигаются, ситовидные клетки частично деформируются, правильность в расположении элементов исчезает.

Нередко происходит склерификация отдельных паренхимных клеток. Крупные склереиды с очень толстыми слоистыми стенками и много-

численными поровыми каналами наблюдаются у метасеквойи (рис. 3, 2) и криштомерии, у которой кроме тяжелой могут склерифицироваться также клетки лучевой паренхимы. На наличие склереед во вторичной флоэме секвойи указывал И. Меллер (Moeller, 1882).

Дилатированная паренхима служит местом заложения феллогена, образующего 3—5 рядов клеток феллодермы и несколько рядов тонкостенных клеток пробки, полости которых заполнены бурым содержимым. У большинства родов феллодерма не изменяется с возрастом, но у болотного кипариса отдельные или все клетки феллодермы могут склерифицироваться.

Выше было отмечено сходство таксодиевых с сосновыми по морфологическим и ксилотомическим признакам. Однако это сходство не коррелирует со сходством в строении флоэмы. Описанная у таксодиевых структура этой ткани, характеризующаяся тангентальной слоистостью, наличием гомогенных лучей, присутствием клеток Страсбургера в тяжелой паренхиме и ранним формированием волокон, происходящим уже в проводящей зоне, встречается у представителей кипарисовых, тисовых, головчатотисовых, ногоплодниковых, гинкговых (Outer, 1967; Лотова, 1971 а, б), хотя в каждом из названных семейств присущие этому типу признаки выражены в разной степени. Иным типом структуры флоэмы обладают сосновые и араукариевые.

У сосновых нет тангентальной слоистости, проводящая зона довольно хорошо отличается от непроводящей, так как состоит лишь из ситовидных и паренхимных клеток. Механические элементы, развивающиеся только в непроводящей флоэме, представлены каменистыми клетками (ель, тсуга, кедр, пихта, кетелерия) или волокнистыми склерендами (лиственница, лжетсуга). У сосны, ели, лиственницы, лжетсуги лучевая паренхима может трансформироваться в смоловыделительные эпителиальные клетки. В тяжелой, а иногда (у некоторых видов пихт) лучевой паренхиме откладываются одиночные кристаллы щавелевокислого кальция. В проводящей флоэме лучи гетерогенные из-за присутствия в них клеток Страсбургера. Пробка у большинства сосновых состоит из тонкостенных опробковевших элементов и толстостенных клеток-феллоидов с толстыми одревесневшими оболочками. У пихты клетки пробки тонкостенные (Лотова, 1975а).

Это позволяет предположить, что специализация флоэмы у таксодиевых и сосновых шла в разных направлениях, причем у сосновых эволюционные преобразования флоэмы привели к появлению большего разнообразия структурных особенностей, чем у таксодиевых, у которых незначительные модификации наблюдаются в пределах одного структурного типа, главный признак которого — расположение гистологических элементов чередующимися тангентальными слоями. В связи с этим структуру вторичной флоэмы таксодиевых и сосновых, по-видимому, следует рассматривать как результат дивергентного развития, начало которому дал тип, сочетающий в себе признаки, свойственные обоим семействам. К такому исходному типу, по нашим представлениям (Лотова, 1975б), пожалуй, ближе всего структурный тип флоэмы араукариевых.

По отсутствию тангентальной слоистости, наличию смоляных ходов и активной склерификации паренхимных клеток флоэма араукариевых сходна с флоэмой сосновых. Такие структурные признаки флоэмы араукариевых как гомогенность лучей, локализация клеток Страсбургера преимущественно в тяжелой паренхиме, наличие у агатиса волокон характерны для остальных семейств хвойных, в том числе и таксодиевых (Лотова, 1976).

ЛИТЕРАТУРА

- Будкевич Е. В. 1961. Древесина сосновых. М.—Л.
- Комарницкий Н. А., Кудряшов Л. В., Уранов А. А. 1975. Ботаника. Систематика растений. М.
- Лотова Л. И. 1971 а. О структуре коры *Ginkgo biloba* L. — В кн.: Морфология цветковых растений. М., с. 127—134.
- Лотова Л. И. 1971 б. Направления структурной специализации вторичной флоэмы сосновых. — 4-е Моск. совещ. по филогении растений МОИП. Тезисы докладов, т. 1. М., Изд-во Моск. ун-та, с. 70—73.
- Лотова Л. И. 1975 а. О корреляции анатомических признаков древесины и луба в семействе сосновых. — «Вестн. Моск. ун-та. Сер. биол., почв.», № 1, 41—51.
- Лотова Л. И. 1975 б. Направления структурной эволюции вторичной флоэмы хвойных. Тезисы доклада на XII Междунар. бот. конгр., т. 1. Л., с. 255.
- Лотова Л. И. 1976. Анатомические особенности коры араукариевых. — «Вестн. Моск. ун-та. Сер. биол., почв.», № 6, 56—61.
- Тахтаджян А. Л. 1956. Высшие растения. М.—Л.
- Чавчавадзе Е. С. 1967. К вопросу об эволюции семейств хвойных (по данным анатомии древесины). Сообщ. по анатомии и физиологии древесных растений. — Материалы к науч. конф. ЛТА им. С. М. Кирова. Л., с. 16—19.
- Abbe L. B., Crafts A. S. 1939. Phloem of white pine and other coniferous species. — «Bot. Gaz.», 100, N 4, 695—722.
- Greguss P. 1955. Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. Budapest.
- Hsuan K. 1975. A new scheme of classification of the Conifers. — «Taxon», 24, N 2—3, 289—292.
- Huber B. 1939. Des Siebröhrensystern unserer Bäume und seine jahreszeitlichen Veränderungen. — «Jahrb. wissenschaftliche Bot.», 88, Heft 2, 176—242.
- Kollmann R. 1961. Zur Feinstruktur des Phloems. — «Ber. Dtsch. bot. Ges.», 74, Sondernummer, 54—55.
- Kollmann R. 1965. Zur Lokalisierung der funktionstüchtigen Siebzellen im sekundären Phloem von *Metasequoia glyptostroboides*. — «Planta», 65, N 2, 173—179.
- Kollmann R. 1973. Cytologie des Phloems. — In: «Grundlagen der Cytologie». Jena, S. 479—504.
- Kollmann R., Schumacher W. 1964. Über die Feinstruktur des Phloems von *Metasequoia glyptostroboides* und seine jahreszeitlichen Veränderungen. V Mitt. Die Differenzierung der Siebzellen im Verlaufe einer Vegetationsperiode. — «Planta», 64, N 2, 155—190.
- Moeller J. 1882. Anatomie der Baumrinden. Berlin.
- Outer R. W. 1967. Histological investigation of the secondary phloem of Gymnosperms. — «Meded. Landbouwhogeschool Wageningen», 67, N 7, 1—119.
- Rao A. R., Malaviya M. 1963. Sclereids in *Cryptomeria japonica* D. Don. — «Proc. Nat. Sci. Ind.», B29, N 5, 551—560.
- Sauter J., Braun H. J. 1968. Histologische und cytochemische Untersuchungen zur Funktion der Baststrahlen von *Larix decidua* Mill., unter besonderer Berücksichtigung der Strasburger-Zellen. — «Z. Pflanzenphysiol.», 59, N 5, 420—438.
- Schultze-Motel J. 1971. Gymnospermae. — In: Urania Pflanzenreich, Bd. 1. Leipzig—Jena—Berlin.
- Strasburger E. 1891. Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Histologische Beiträge, Heft 3.

Поступила в редакцию

2.11 1976 г.

Кафедра
высших растений

L. I. Lotova

THE ANATOMY OF THE ANNUAL SPROUTS AND
SECONDARY PHLOEM IN TAXODIACEAE

The anatomical features of the annual stems and the phloem structure of the old trunks of 6 species were investigated. The annual stems are characterized by the presence of resin vertical canals, the subepidermal and protophloem fibers. The main feature of the secondary phloem is the alternation of the vividly expressed tangential layers of the sieve cells, parenchyma cells and fibers. Some of the axial and ray parenchyma cells are sclerotized in nonconducting phloem.

The phloem structure of the Taxodiaceae is similar to the structure of the same tissue in the other families of conifers except Pinaceae and Araucariaceae.