

Л. И. ЛОТОВА

## АНАТОМИЯ КОРЫ *KETELEERIA FORTUNEI* CARR.

Структура проводящего аппарата имеет большое значение для изучения филогении растений. Однако для выяснения родственных отношений между разными таксонами растений широко используются лишь ксилотомические признаки (Будкевич, 1961), а анатомическим особенностям вторичной флоэмы уделяется очень мало внимания.

В настоящее время мы располагаем обширной литературой по строению древесины сосновых см. библиографию: Яценко-Хмелевский, 1954, Greguss, 1955; Будкевич, 1961), имеются некоторые сведения о строении коры наиболее распространенных родов этого семейства (*Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Larix*) (Moeller, 1882; Abbe, Crafts, 1939; Раздорский, 1949; Holdheide, 1951, Chang Ying-pe, 1954, Srivastava, 1963; Раскатов, 1964, 1968, 1972; Outer, 1967, Лотова, 1968, 1970; Еремин, 1971) О структуре коры *Pseudolarix*, *Ducampopinus* литературных сведений нет. Строение ситовидных элементов кетелеерии описано Хатчинсоном (Hutchinson, 1917)

Род *Keteleeria* Carr. обнаруживает большое сходство с пихтой не только по морфологическим признакам (Bailey, 1930; Тахтаджян, 1956), но и по строению древесины, характеризующейся гомогенными сердцевинными лучами, в которых никогда не развиваются смоляные каналы (Greguss, 1955; Будкевич, 1961)

Было интересно выяснить, существует ли корреляция между ксилотомическими признаками и структурными особенностями коры кетелеерии и пихты. Мы исследовали строение стволовой коры *K. fortunei* Carr. из коллекции Музея БИН им. В. Л. Комарова.

Сухую кору 1—2 дня размачивали в воде, затем помещали в смесь равных объемов воды, 96%-ного спирта и глицерина и в течение двух недель выдерживали в термостате при  $t=57^{\circ}$  После такой обработки деформированная вследствие высыхания структура коры довольно хорошо восстанавливалась, материал размягчался и становился пригодным для изготовления срезов.

Как и у всех сосновых (Лотова, 1968, 1970), проводящая флоэма кетелеерии узкая, состоит из ситовидных клеток, расположенных на поперечных срезах коры радиальными рядами, которые в некоторых местах пересечены тангентальными цепочками паренхимных клеток. Ситовидные клетки с однорядными округлыми или овальными ситовидными полями, каждое из которых состоит из 3—5 групп мелких пробо-

дений. Такой вид имеют проводящие элементы флоэмы на радиальном срезе.

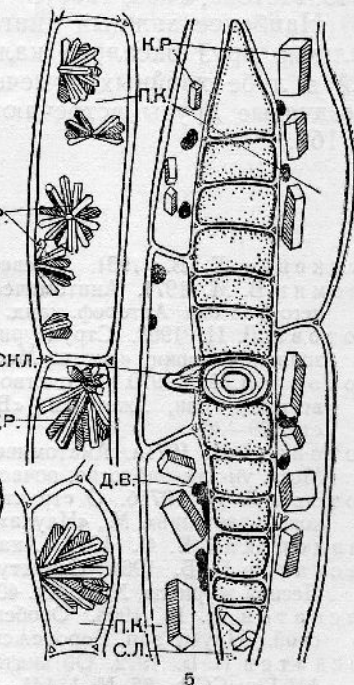
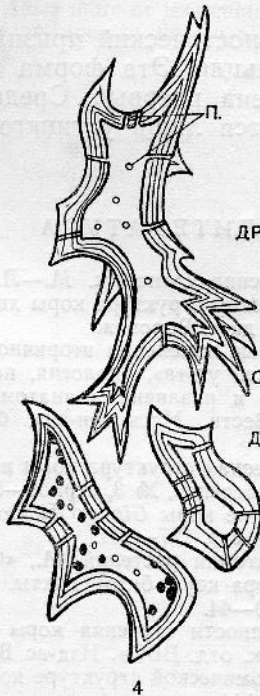
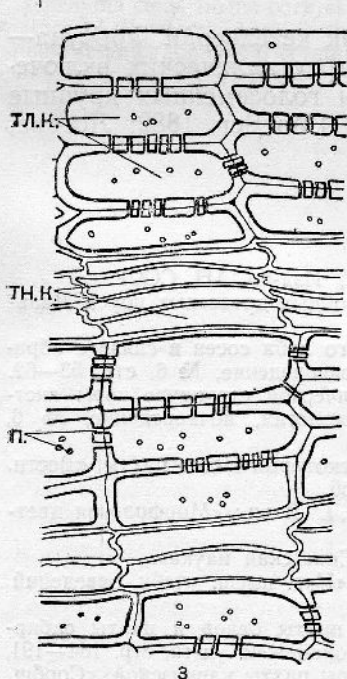
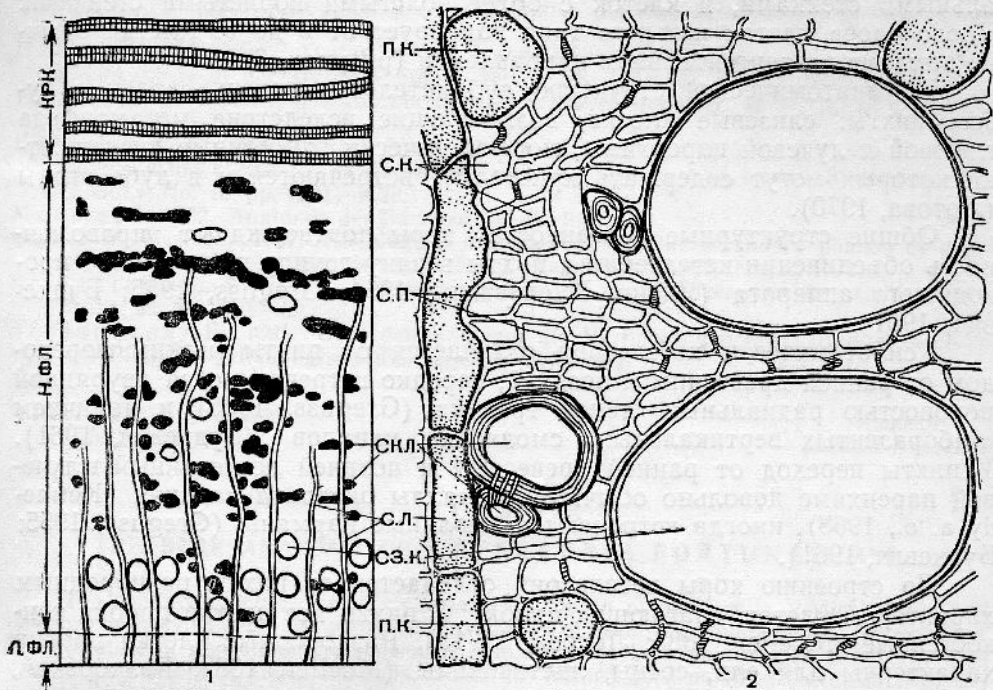
Сердцевинные лучи узкие, однорядные, реже в средней части двурядные, высотой 1—8 клеток. На 1 мм<sup>2</sup> поверхности тангентального среза встречается 10—50 лучей. В проводящей флоэме сердцевинные лучи морфологически гомогенные. В непроводящей зоне некоторые клетки лучей, соприкасающиеся с ситовидными клетками, отмирают и деформируются под давлением окружающих их элементов. То же происходит обычно в типичных гетерогенных лучах: «белковые» клетки (Strasburger, 1891), физиологически связанные с проводящими элементами, отмирают после прекращения деятельности последних. Можно предположить, что лучевые клетки кетелеерии, отмирающие в непроводящей зоне луба, тоже представляют собой «белковые» клетки. Поэтому лучи кетелеерии, по-видимому, следует считать физиологически гетерогенными.

Непроводящая часть луба в структурном отношении более интересна. Некоторые клетки тяжевой паренхимы в несколько раз увеличиваются в объеме, превращаясь в гигантские шаровидные клетки (рисунок, 2), заполненные обычно бурым содержимым. Подобные клетки, встречающиеся и в лубе пихты, называют слизевыми (Moeller, 1882; Srivastava, 1963). На поперечных срезах луба кетелеерии слизевые клетки располагаются диффузно или образуют рыхлые тангентальные полосы. Более мелкие слизевые клетки возникают из лучевой паренхимы. В исследованном нами материале слизевые клетки сосредоточены в основном вблизи проводящего луба, во внешних частях коры их мало или нет совсем (рисунок, 1). По-видимому, способность лубяной паренхимы трансформироваться в слизевые клетки усиливается с возрастом.

Вся непроводящая флоэма богата склереидами (рисунок, 1), имеющими толстые, слоистые, сильно одревесневшие стенки, пересеченные поровыми каналами. Во внутренних участках непроводящей флоэмы склереиды в поперечном сечении почти округлые, расположены поодиночке или собраны в небольшие группы (рисунок, 2). Во внешних слоях луба, где происходит активная дилатация тяжевой паренхимы, склереиды составляют на поперечных срезах почти сплошное кольцо неравномерной толщины. Клетки имеют угловатые очертания или приобретают характер звездчатых склереид (рисунок, 4). Полости склереид часто заполнены дубильными веществами и фенольными соединениями. Изредка 1—2 склереиды возникают внутри сердцевинного луча (рисунок, 5).

Кристаллоносная паренхима чрезвычайно обильна. В тяже лубяной паренхимы обычно несколько клеток содержат кристаллы оксалата кальция. Чаще всего встречаются одиночные кристаллы призматической или кубической формы (рисунок, 5). Наряду с очень мелкими кристаллами длиной 16, шириной 4 мк в той же клетке могут быть очень крупные призмы длиной 76, шириной 36 мк. Одиночные кристаллы отмечены также в клетках лучевой паренхимы. Помимо одиночных кристаллов нередко встречаются друзы, представляющие собой сростки довольно узких, длинных, слегка притупленных на концах призматических кристаллов (рисунок, 5). Число друз в клетке, их размеры и форма очень изменчивы. Иногда друзы сращены с клеточной стенкой. В кристаллоносной паренхиме много дубильных веществ.

Корка довольно толстая, чешуйчатая. На поперечных срезах чешуи вытянуты в тангентальном направлении. Клетки отмершего луба, заключенного между перидермами, сильно деформированы. Пробка состоит из двух типов клеток: тонкостенных, часто с извилистыми ради-



Структурные особенности коры кетелеерии Форчуна: 1 — схема строения стволовой коры; 2 — строение непроводящей флоэмы на поперечном срезе; 3 — пробка; 4 — склеренды; 5 — кристаллоносная паренхима; п. ф. л. — проводящая флоэма, н. ф. л. — непроводящая флоэма, кр. к. — корка, с. л. — сердцевинные лучи, с. з. к. — слизевые клетки, с. к. — ситовидные клетки, с. п. — ситовидные поля, п. к. — паренхимные клетки, скл. — склеренды, п. — поры, кр. — одиночные кристаллы оксалата кальция, др. — друзы, д. в. — дубильные вещества, тл. к. — толстостенные и тн. к. — тонкостенные клетки пробки

альными стенками, и клеток с более толстыми пористыми стенками. Число слоев клеток каждого типа варьирует от 2 до 5. Клетки обычно вытянуты в тангентальном направлении (рисунок, 3)

По анатомической структуре луб кетелеерии очень сходен с лубом пихты: слизевые клетки, возникающие вследствие метаморфоза тяжелой и лучевой паренхимы, морфологически гомогенные лучи, клетки которых могут содержать кристаллы, встречаются и в лубе пихты (Лотова, 1970)

Общие структурные особенности коры подтверждают правомочность объединения кетелеерии и пихты в одну группу по строению проводящего аппарата (Яценко-Хмелевский, 1954; Greguss, 1955; Будкевич, 1961)

Ксилотомически кетелеерия отличается от пихты резким переходом от ранней древесины к поздней, нередко встречающейся двурядной поровостью радиальных стенок трахеид (Greguss, 1955) и наличием слабо развитых вертикальных смоляных каналов (Будкевич, 1961). У пихты переход от ранней древесины к поздней постепенный, в лучевой паренхиме довольно обычные кристаллы оксалата кальция (Kempfer a. o., 1968), иногда встречаются смоляные карманы (Greguss, 1955; Будкевич, 1961)

По строению коры кетелеерия отличается от пихты разнородным характером клеток, слагающих пробку У пихты все клетки пробки тонкостенные (Moeller, 1882; Лотова, 1971a) Разнородные клетки пробки характерны для ели, сосны, лиственницы (Moeller, 1882; Раздорский, 1949; Лотова, 1968, 1970)

Наиболее важный диагностический признак кетелеерии Форчуна — наличие друз оксалата кальция. Эта форма кристаллических включений в лубе хвойных отмечена впервые. Среди голосеменных крупные звездчатые друзы встречаются лишь у гинкго (Moeller, 1882; Лотова, 1971b).

## ЛИТЕРАТУРА

- Будкевич Е. В. 1961. Древесина сосновых. М.—Л., Изд-во АН СССР
- Еремин В. М. 1971. Анатомическая структура коры хвойных древесных пород Дальнего Востока. Автореф. канд. дисс. Воронеж.
- Лотова Л. И. 1968. Структурные изменения вторичного луба сосен в связи с образованием корки. «Вестн. Моск. ун-та», биология, почвоведение, № 6, стр. 53—62.
- Лотова Л. И. 1970. Сходство и различия в анатомической структуре коры лиственницы, ели, лжетсуги. «Вестн. Моск. ун-та», биология, почвоведение, № 6, стр. 29—36.
- Лотова Л. И. 1971a. Анатомическая структура коры некоторых видов пихты. «Вестн. Моск. ун-та», биология, почвоведение, № 3, стр. 50—56.
- Лотова Л. И. 1971b. Об анатомической структуре коры *Ginkgo biloba* L. В кн.: «Морфология цветковых растений». М., «Наука», стр. 127—134.
- Раздорский В. Ф. 1949. Анатомия растений. М., «Советская наука».
- Раскатов П. Б. 1964. Структура коры белой пихты. «Изв. высш. учебн. заведений. Лесной журнал», № 3, стр. 40—44.
- Раскатов П. Б. 1968. Особенности строения коры пихты белой и пихты сибирской. «Научн. зап. Воронежск. отд. ВБО». Изд-во Воронежск. ун-та, стр. 184—191.
- Раскатов П. Б. 1972. Об анатомической структуре коры пихты кавказской. «Сообщ. АН ГрузССР», 65, № 1, 141—144.
- Тахтаджян А. Л. 1956. Высшие растения, т. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР.
- Яценко-Хмелевский А. А. 1954. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.—Л., Изд-во АН СССР.
- Abbe L. B., Crafts A. S. 1939. Phloem of white pine and other coniferous species. «Bot. Gaz.», 100, No. 4, 695—722.
- Bailey L. H. 1930. The standard cyclopedia of Horticulture, vol. 2. London.
- Chang Ying-pe. 1954. Bark structure of North American Conifers. «U. S. Dept. Agric. Techn. Bull.», No. 1095, pp. 1—87 Washington.

- Greguss P. 1955. Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. Budapest.
- Holdheide W. 1951. Anatomie mitteleuropäischer Gehölzrinden. In: «Handbuch der Mikroskopie in der Technik», Bd. 5, Teil 1, SS. 193—367 Frankfurt a. Main.
- Hutchinson A. H. 1917 Morphology of *Keteleeria fortunei*. «Bot. Gaz.», 63, No. 2, 124—134.
- Kennedy R. W., Sastry C. B. R., Barton G. M., Ellis E. L. 1968. Crystals in the wood of the genus *Abies* indigenous to Canada and United States. «Canad. J. Bot.», No. 10, pp. 1221—1228.
- Moeller J. 1882. Anatomie der Baumrinden. Berlin.
- Outer R. W., den. 1967 Histological investigations of the secondary phloem of gymnosperms. «Medel. Landbouwhogeschool Wageningen», 67, Nr. 7, 1—119.
- Srivastava L. M. 1963. Secondary phloem in the Pinaceae. «Univ. Calif. Publ. Bot.», 36, No. 1, 1—69.
- Strasburger E. 1891. Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in der Pflanzen. «Histologische Beiträge», Heft 3. Jena.

Поступила в редакцию  
25.12 1971 г.

Кафедра  
высших растений

L. I. Lotova

#### THE BARK ANATOMY OF *KETELEERIA FORTUNEI* CARR.

The conducting phloem of *Keteleeria* is composed of sieve cells, vertical strands of phloem parenchyma cells and phloem rays, which are usually morphologically homogenous. The structure of nonconducting phloem is similar to the bark anatomy of *Abies*. The both genera have sclereids and slime cells, which are formed by a modification of axial or ray parenchyma cells. In the bark of *Abies* more or less cubic crystals are encountered. The main feature of *Keteleeria* bark is the presence of druses of Calcium oxalate as well as the prismatic and rhomboidal crystals.