

Мария Гзырян

## Древесина ясеней

### I

В последнее время А. А. Яценко-Хмелевский дал обширную сводку основных достижений в области систематической анатомии древесины (Яценко-Хмелевский, 1948). Как указывает этот автор (цит. соч., стр. 83) в настоящее время наименее разработанным разделом систематической анатомии древесины является вопрос о внутривидовых (видовых и секционных) различиях в признаках строения. Многочисленные исследования строения древесины представителей различных семейств, проделанные современными, преимущественно северо-американскими, древесиноведами (ссылки на многие работы этого типа приведены в указанной работе Яценко-Хмелевского) большей частью основаны на крайне поверхностном изучении весьма обширного материала. Как правило, этими авторами даются краткие диагнозы строения древесины рода и совершенно не указывается на отличия в строении, существующие между отдельными видами. Хотя, действительно, большей частью все виды одного рода характеризуются значительной общностью признаков строения древесины, позволяющих отличать их от видов других, близких, родов, тем не менее в пределах рода часто бывают наблюдаемы весьма важные различия, в значительной степени помогающие раскрыть особенности в эволюции той или иной группы растений и уточнить ее систематическое положение.

Не исследуя древесину большинства или хотя бы значительно количества видов изучаемого рода, весьма трудно дать сколько-нибудь полноценный диагноз строения древесины рода и четко ограничить основные диагностические признаки, отличающие исследуемый род от других, близких к нему родов. Только более или менее исчерпывающее знакомство с древесиной многих видов рода дает возможность уточнить внутривидовое деление (подроды, секции и т. д.) и оценить систематическое значение признаков строения. Без этого описания древесины в значительной мере теряют научный интерес.

Следует иметь в виду, что значение признаков строения древесины отнюдь не ограничивается вопросами систематики и филогении. Анатомическая картина дает первое суждение о технических свой-

ствах древесины и в этом отношении может иметь большое прикладное значение. К сожалению, нужно констатировать, что в настоящее время мы имеем весьма мало исследований, посвященных технической интерпретации анатомической структуры древесины. Однако, некоторые соображения позволяют думать, что строение древесины в значительной мере определяет собой как физико-механические показатели древесины, так и ряд ее технических свойств (например способность к пропитке антисептиками). Основанием к этому является то обстоятельство, что по исследованию целого ряда авторов (см. Ванин, 1940) удельный вес древесинного вещества (т. е. вещества оболочек клеток древесины) примерно одинаков у всех древесных растений и равен, по разным определениям, 1,49—1,57. Из этого следует, что один из наиболее важных технических показателей древесины—ее объемный вес—в основном зависит от соотношения между процентом оболочек (т. н. процент плотной массы) и процентом просветов (полостей волокон, сосудов и паренхимных клеток). Хотя, насколько нам известно, эта зависимость не была досих пор установлена прямыми измерениями порозности древесины и сопоставлением ее с объемным весом (главным образом, повидимому, в связи с техническими трудностями, связанными с измерением порозности), тем не менее в наличии ее не приходится сомневаться, так как даже простейшие измерения (например измерения толщины оболочек волокон и сосудов и количества сосудов в поле зрения) показывают прямую связь между весом древесины и особенностями ее строения. А priori, можно предположить, что другие, обычно неучитываемые факторы, как например особенности химического состава древесины, субмикроскопическая структура оболочек—расположение фибрилл в их толще и т. д. могут вызывать более или менее значительные различия в удельном весе и физико-механических свойствах древесины, идентичных между собой по заключающемуся в них проценту плотной массы. Такие различия вполне явственны в случае оядрения древесины и физико-механические свойства ядра дуба отличаются (в сторону повышения) от физико-механических свойств заболони, хотя строение их, за исключением тилл, закупоривающих сосуды ядра, совершенно одинаково. Обычно повышение механических свойств древесины при ядрообразовании объясняется именно появлением тилл, но, в случае некоторых древесных пород, как например фисташника *Pistacia mutica* С. А. Мей, у которой явление тиллообразования намного опережает появление ядра (Тимофеев, 1927), не приходится сомневаться, что пропитывание клеточных оболочек „ядровыми веществами“ может изменить их механические свойства. При превращении заболони (или спелой древесины) в ядро мы имеем дело с весьма энергичными процессами изменения химизма клеточных оболочек, более доступными наблюдению, чем различия в химизме оболочек в заболони различных древесных пород, даже далеко отстоящих друг от друга систематиче-

ски. Поэтому, надо думать, что влияние этих последних различий, если оно имеет место, должно быть относительно невелико по сравнению с различиями в структуре.

Объемный вес древесины, как это было установлено еще давно (см. Перельгин и Певцов, 1934), коррелятивно связан с целым рядом других ее механических свойств, как например сопротивлением сжатию, статическим изгибом и твердостью, причем эта зависимость характеризуется весьма высоким коэффициентом корреляции. На этом основании, многими авторами составлены даже эмпирические формулы, позволяющие из данных объемного веса непосредственно получать цифровые показатели механических свойств. Недавнее исследование В. Е. Москалевой об изменении анатомического строения древесины при механических воздействиях (Москалева, 1948), как нам представляется, в некоторой мере вскрыло характер этих связей между объемным весом и механическими свойствами древесины. Этим автором было показано, что при сжатии и растяжении вдоль волокон сдвига клеток не происходит, срединная пластинка остается неподатливой и областью наименьшего сопротивления являются вторичные стенки трахеид (у сосны) и волокон либриформа (у березы). Так как объемный вес древесины, как мы это указывали выше, в основном зависит от толщины оболочек волокон, то естественно что, чем выше объемный вес, т. е. чем толще оболочки, то тем выше будут цифровые значения временных сопротивлений на сжатие и растяжение. У лиственных пород, эта простая зависимость осложняется установленным Москалевой фактом разрушения в первую очередь сосудов, а затем сердцевинных лучей и прилегающих к ним волокон. Сами волокна либриформа разрушаются последними. Таким образом, значительное количество сосудов, снижающее объемный вес древесины, одновременно понижает ее сопротивление на сжатие и растяжение. Вопрос о влиянии количества сердцевинных лучей на объемный вес представляется более сложным. В литературе можно встретить указания (см. Яценко-Хмелевский и Брегадзе, 1939), что оболочки клеток сердцевинных лучей отличаются по химизму и, следовательно, и по удельному весу от оболочек остальных клеток древесины. Во всяком случае, по данным Москалевой, очевидно, что наличие широких и многочисленных сердцевинных лучей в древесине должно снизить ее механические показатели. Особенно это относится к временным сопротивлениям на скалывание и раскалывание, где разрушение древесины в основном зависит от лучей.<sup>1</sup>

Приведенные данные показывают, что внимательное исследование строения древесины действительно может дать материал для

<sup>1</sup> Отметим важное наблюдение Москалевой для древесины сосны, у которой в поздней древесине, где оболочки трахеид толстые, раскалывание идет по лучу, а в ранней древесине, где трахеиды тонкостенны, их оболочки рвутся независимо от луча (и раньше него).

суждения о ее технических свойствах. Как мы указывали выше, в настоящее время нет данных, позволяющих получить при исследовании под микроскопом цифровые характеристики физико-механических свойств древесины,<sup>1</sup> но все же общее суждение по этому вопросу может быть высказано. Основными анатомическими показателями при этом, как явствует из приведенных выше данных, должен явиться процент плотной массы древесины и количество, высота и ширина лучей. Распределение сосудов в толще годовичного слоя, на основании данных теории сопротивления материалов, не должно играть особой роли в установлении механических показателей древесины. Повидимому, физиологическая роль различных типов распределения сосудов—рассеянное, в пламени, в кольце, в дендритах и т. д. связана не с механической функцией ствола, но с особенностями поступления и распределения воды.

Возможность общей оценки технических качеств древесины по ее анатомическому строению делает еще более желательным исследование значительного материала по каждому роду. При этом, могут быть выявлены и рекомендованы для разведения некоторые малоизвестные или иноземные виды, обладающие более ценной древесиной (в пределах исследуемого рода). Поэтому, Лаборатория Анатомии Растений Ботанического Института АН Арм. ССР, при составлении сводки „Древесины Кавказа“, приняла за правило для всех родов древесных растений, произрастающих на Кавказе, исследовать по возможности максимальное количество видов из всех областей распространения представителей данного рода. Конечно, изучить все виды рода сплошь и рядом оказывается невозможным из-за отсутствия соответствующего материала. Особенно это относится к деревьям, получение зрелой древесины которых технически часто весьма затруднительно. Коллекция древесин (ксилотека) Лаборатории Анатомии Растений довольно значительна и в ней многие роды, в том числе и род *Fragipus*, представлены относительно полно. Поэтому, в настоящем исследовании мы имели возможность использовать довольно богатый материал, составляющий около 30% всех видов рода, позволивший получить более или менее полную характеристику древесины рода в целом.

Работа была выполнена по предложению и под руководством проф. А. А. Яценко-Хмелевского, которому приношу свою искреннюю благодарность.

## II

Род *Fragipus* L. (сем. Oleaceae) включает в себе около 60 видов, распространенных преимущественно в умеренных областях обо-

<sup>1</sup> Работа в этом направлении, ведется в лаборатории Анатомии Растений Ботанического Института совместно с Лабораторией Деревянных Конструкций Института Стройматериалов и Сооружений Академии Наук Армянской ССР.

их полушарий. Кноблаух, обработавший сем. Oleaceae для энглеровского издания „Naturlichen Pflanzenfamilien“ (Knoblauch, 1898), сохранил подразделение рода на две секции *Ornus* DC (рассматривавшаяся в свое время Персоном как особый род *Ornus* Pers.) и *Fraxinaster* DC, установленные еще Декандолем (De Candolle, 1844.). Кноблаух принимает разделение секции *Fraxinaster* DC на три группы (подсекции): А—*Bumelioides*, В—*Melioides* и С—*Sciadanthus*. Это деление оставлено без изменения Редером в его руководстве по древесным и кустарниковым породам (Rheder, 1941), причем Редер подразделяет на подсекции *Euornus* и *Ornaster* также и секцию *Ornus*. Таким образом, наиболее принятая система рода *Fraxinus* представляется в следующем виде:

- Секция I *Ornus* DC (Род *Ornus* Persoon)
  - подсекция *Euornus* Koehne et Lingelsh,
  - подсекция *Ornaster* Koehne et Lingelsh.
- Секция II *Fraxinaster* DC
  - подсекция *Sciadanthus* Coss. et Dur.,
  - подсекция *Melioides* Endl.,
  - подсекция *Bumelioides* Endl.

Многие виды рода, в том числе и обычные у нас в Союзе *F. excelsior*, *F. oxucarpa* (Кавказ) и *F. mandshurica*, являются источником получения высококачественной древесины. Древесина ясеня, не очень устойчивая против гниения, мало коробящаяся и трудно колющаяся, отличается весьма красивой текстурой на всех разрезах, причем рисунок текстуры связан с сочетанием сосудов с некрупными, но обильными лучами. Цвет древесины большинства видов ясеня желтовато-белый в заболони, в ядре желтовато-бурый, иногда с красноватым оттенком. Американский черный ясень (*F. nigra* Marsh.) имеет ядро темно-коричневого или даже черного цвета. П. З. Виноградов-Никитин, в своей посмертной работе (Виноградов-Никитин, 1949) утверждал, что ясень нормального ядра не образует и наблюдаемое почти во всех его зрелых стволах желто-бурое ядро—патологического происхождения, связанное с поселением в древесине гриба (аналогично ложному ядру тополя, бука и некоторых других пород). Это утверждение представляется нам вполне вероятным, так как нам также приходилось наблюдать в лесах Армении крупные экземпляры ясеня, лишенные ядра, чего не должно было бы быть, если бы ядро у ясеня возникало как нормальный этап онтогенеза (как например у дуба или представителей рода *Ulmus* L.).

Древесина ясеня, гибкая в пропаренном состоянии, хорошо гнется, прекрасно принимает полировку, но пропитывается с трудом.

Физико-механические свойства древесины ясеня высокие, уступающие по основным показателям только (из распространенных у нас в Союзе пород) белой акации, грабу и дубу, примерно одина-

<sup>1</sup> Существуют и другие системы деления рода (напр., Коенге, 1893),

ковые с буком и остролистым кленом и превосходящие физико-механические свойства ильмов, каштана, ореха и др. ценных лиственных пород. В таблице первой приведены некоторые данные о физико-механических показателях древесины различных видов ясеней.

Исследованиям физико-механических свойств древесины ясеня посвящен у нас в Союзе ряд работ, среди которых надо отметить детальные исследования Мухина (1933), Певцова и Перелыгина (Перелыгин и Певцов, 1933; Певцов и Перелыгин, 1933) и Суржина (1934). Радиальная и тангентальная водопроницаемость древесины ясеня была исследована Чулицким (1932), показавшим, что по этому свойству, имеющему большое техническое значение, древесина ясеня превосходит большинство исследованных пород. Этим автором, помимо ясеня, были исследованы дуб, клен, лиственница, сосна, карагач, каштан, груша, береза, бук и ольха, а также некоторые тропические древесные породы, объединенные им под общим товарным названием „махогани“ и, по видимому, принадлежащие к разным семействам. Наилучшие результаты (т. е. наименьшую водопроницаемость) показали (из местных пород) ясень, лиственница и сосна.

Большинство видов ясеня—крупные деревья и только немногие большие кустарники или маленькие деревья (*F. raibocarpa* Rgl., *F. longicuspis* S. et Z., *F. sogdiana* Vge., *F. cuspidata* Torr., *F. bungeana* DC и некоторые другие). Исследование Б. И. Иваненко насаждений ясеня (*F. excelsior* L.) в Грузинской ССР показало, что стволы ясеня характеризуются значительной по объему бессучковатой древесиной (т. н. „чистая зона“), причем главным недостатком стволов является часто встречающиеся у них односторонняя или разносторонняя кривизна и развилины (Иваненко, 1934).

Основные физико-механические свойства

Таблица 1

№ п.п.	Р. О Д, В И Д	Объемный вес (кг/м³)	Временное сопротивление (кг/кв. см.)			Твердость по прод. раз. (кг/кв. см) (по Янка)
			Сжатие вдоль волокон	статическому изгибу	скальванию вд. волокон	
1	<i>Fraxinus excelsior</i> . . . . .	700	511	1140	121	681
2	<i>Fraxinus mandshurica</i> . . . . .	670	452	1009	118	605
3	<i>Fraxinus americana</i> . . . . .	593	495	1099	127	559
4	<i>Fraxinus biltmoreana</i> . . . . .	550	437	932	98	525
5	<i>Fraxinus pennsylvanica v. lanceolata</i>	566	388	991	126	530
6	<i>Fraxinus oregona</i> . . . . .	550	188	715	118	547
7	<i>Fraxinus nigra</i> . . . . .	493	363	894	101	373
8	<i>Fraxinus profunda</i> . . . . .	520	348	780	112	443
9	<i>Fraxinus quadrangulata</i> . . . . .	568	422	978	130	571
10	<i>Fraxinus bungeana</i> . . . . .	710	512	997	85	—
11	<i>Fraxinus longicuspis</i> . . . . .	700	490	575	70	—
12	<i>Fraxinus spaethiana</i> . . . . .	660	536	667	88	—

Примечание: Данные по *F. excelsior* и *F. mandshurica* взяты из „Каталога строительных материалов и изделий“ (раздел „Дерево“), а по всем остальным видам из „Технической Энциклопедии“ („Справочник физических, химических и технологических величин“, том IV) и приведены к абсолютным величинам с пересчетом на 15% влажности.

Ширина годовичных слоев ясеня в среднем равна 1,8—2,5 мм (см. Ванин, Баженова и Прикот, 1934). По данным Иваненко (ук. соч.) в молодом возрасте (до 20 лет) яшень образует широкие слои—3,5 мм в среднем, в более позднем (60—70 лет)—более узкие 1,8 мм (автором исследовались авиационные, т. е. отборные экземпляры ясеня).

В Европейской части Советского Союза и в Западной Европе основным видом ясеня, дающим деловую древесину является *F. excelsior*. В лесной промышленности СССР используются также, но в значительно меньшей степени, *F. oxycarpa* Willd. и *F. mandshurica* Rupr. В США, из многочисленных произрастающих там видов ясеня, основное промышленное значение имеют *F. americana* L. (белый яшень), *F. nigra* Marsch. (черный яшень) и *F. pennsylvanica* Marsch. var. *lanceolata* (Borkh.) Sarg. (зеленый яшень), дающие 98 % всей деловой древесины ясеня. Остальные 2% получаются из других видов—*F. oregona* Nutt., *F. quadrangulata* Michx, *F. biltmoreana* Beadln., *F. profunda* (Bush) Britt. и *F. pennsylvanica* Marsch. (Sterrett, 1917; Record and Hess, 1944). В Японии деловая древесина ясеня получается из видов *F. bungeana* DC var. *pubinervis* Wg., *F. longicuspis* S. et Z., *F. mandshurica* Rupr. и *F. spaethiana* Lingelsh.

Использование древесины ясеня весьма разнообразно. Яшень употребляется в автомобильной промышленности, в судо-и вагоностроении. В строительной промышленности, согласно „Каталогу строительных материалов и изделий“ Раздел „Дерево“ („Дерево“, 1948), изданному Академией Архитектуры СССР, древесина ясеня (имеются в виду европейский яшень—*F. excelsior* и манджурский—*F. mandshurica*) используется в следующих конструкциях, изделиях и материалах—на дверные коробки во внутренних стенах, на столярные перегородки, досчатые полы, двери, плинтусы, наличники и прочие элементы внутреннего устройства лестниц, на отделку помещений, панели, дверные филенки и столярные потолки, на высококачественную гнутую и фанерованную мебель (особенно в тех изделиях, где предпочитается белый цвет дерева—например, в спальнях), паркетную клепку и фанеру для облицовки столярных изделий. Использование древесины ясеня в США столь же широкое, как и у нас в Союзе—она считается лучшим материалом для рукояток ручных инструментов (главным образом лопат, грабель, мотыг и т. д., в то время как для топоров и молотков предпочитают древесину гикори—*Hicoria ovata*, *H. glabra* и др.—как более стойкую к динамическим нагрузкам), гнутую мебель, бочки для масла и различные столярные работы (Record and Hess, ук. соч.).

Для Кавказа А. А. Гроссгейм (1949) приводит 4 вида ясеня—*F. excelsior*, *F. coriariifolia* Sch., *F. oxycarpa* и *F. parvifolia* Lam<sup>1</sup>), однако здесь довольно обычны в культуре и другие виды, особенно *F. sogdiana* Vge., *F. americana* L., *F. pennsylvanica* Marsh.

<sup>1</sup> Рассматривается иногда как разновидность *F. oxycarpa* (*F. oxycarpa* var. *parvifolia* Wenz.).

## III

В коллекциях Лаборатории Анатомии Растений Ботанического Института АН Армянской ССР имеется 36 образцов древесины ясеней, относящихся к 17 видам:

секция *Ornus* DC:

*F. ornus* L, *F. raibocarpa* Rg., *F. floribunda* Wall. и *F. longicuspis* S. et Z.

секция *Fraxinaster* DC:

подсекция *Melioides* Coss et Dur:

*F. americana* L. *F. pennsylvanica* Marsh., *F. pennsylvanica* Marsh. var. *lanceolata* (Borkh.) Sarg., *F. oregona* Nutt., *F. caroliniana* Mill., *F. velutina* Torr.

подсекция *Bumelioides* Endl.:

*F. excelsior* L., *F. oxycarpa* Willd., *F. mandshurica* Rupr., *F. nigra* Marsh., *F. potamophila* Herd., *F. quadrangulata* Michx., *F. Regelii* Dipp., *F. sogdiana* Bge.

Помимо этих образцов, нами были исследованы также молодые ветки видов *F. excelsior*, *F. oregona*, *F. ornus*, *F. oxycarpa*, *F. potamophila* и *F. sogdiana* с целью установить особенности онтогенеза древесины ясеней.

В целом, видовое разнообразие рода, конечно, не исчерпывается материалами нашей коллекции, но все же основные секции и подсекции рода нашими образцами представлены довольно полно. Отсутствуют только представители подсекции *Ornaster* секции *Ornus* (*F. chinensis* Roxb.) и подсекции *Sciadanthus* секции *Fraxinaster* (*F. xanthoxyloides* (Don) DC). Однако, так как примерно одна треть всех видов рода нами была исследована, мы полагаем, что основные характерные признаки в строении древесины могли быть нами уловлены.<sup>1</sup>

Древесина некоторых видов рода (особенно *F. excelsior* и американских видов *F. americana*, *F. pennsylvanica* и некоторых других) была неоднократно предметом анатомического исследования (Ванин, 1940, стр. 387; Гаммерман, Никитин, Николаева, 1946, стр. 53; Вихров, 1947, стр. 20; Chalop, 1867, стр. 51—53; Möller, 1876, стр. 50—52; Solereder, 1885, стр. 170—171; Petersen, 1901, стр. 85—87; Piccioli, 1906, стр. 146 Record, 1934, стр. 159—160; Brown and Panshin, 1940, стр. 515—519 и многие другие). Сем. Oleaceae в целом посвящены анатомические монографии Коля (Kohl, 1881) и Сакса и Аббе (Sax and Abbe, 1932).

В общем, строение древесины представителей рода *Fraxinus* может быть охарактеризовано следующим описанием:

Древесина состоит из сосудов, волокон либриформа или волокон либриформа и волокнистых трахейд или только волокнистых

<sup>1</sup> Список исследованного нами материала см. в конце статьи.



трахеид, веретеновидной, тяжелой и лучевой паренхимы. Сосуды двух типов; в ранней древесине членики сосудов очень короткие,<sup>1</sup> 200—240 микр. длиной, диаметры их средние или умеренно большие (100—250 микр. в диаметре; у *F. sogdiana* довольно малые—60—70 микр.), очень толстостенные (толщина оболочки 4—10 микр.), более или менее прямоугольной формы (на мацерированном материале), причем длина их или меньше ширины, или равна ей, или же несколько больше, клювы члеников очень маленькие, притупленные, часто еле заметные, перфорации простые, округлые, расположены главным образом на поперечных стенках, так что большей частью наибольшая ширина перфорации более или менее перпендикулярна оси сосуда, реже расположена под некоторым углом к ней (особенно у *F. sogdiana* и *F. quadrangulata*), спиралей нет; в поздней древесине членики сосудов довольно короткие, 250—300 микр. длиной, с очень малым диаметром (20—40 микр.), толстостенные (толщиной 4—6 микр.) с довольно длинным и заостренным клювом, часто заметным на тангентальном срезе, лишенные спиралей, перфорации простые, округлые, обычно располагающиеся параллельно к оси членика или же несколько под углом к ней.

Тип межсосудистой поровости очередной, поры средние и мелкие, многочисленные (на стенках двух смежных сосудов), обычно сближенные или сомкнутые. Так как сосуды в древесине расположены главным образом одиночно, то межсосудистая поровость заметна на всех срезах редко и преимущественно на мелких сосудах. Окаймление пор более или менее вытянутое, реже округлое (например у *F. pennsylvanica* var. *lanceolata*), у сомкнутых пор—шестиугольное (например у *F. americana*). Внутренние отверстия преимущественно щелевидные, иногда только несколько вытянутые (например у *F. rotamorphila*) или даже более или менее округлые (например у *F. pennsylvanica* var. *lanceolata*). Отверстия нескольких пор (до 6 пор у *F. americana*) иногда сливаются в одну линию, что создает впечатление спиралей.

У большинства видов рода *Fraxinus* волокна могут быть совершенно определенно отнесены к волокнам либриформа, так как они характеризуются редкими, исключительно простыми, щелевидными порами, наличие окаймления у которых не может быть замечено даже при увеличении в 600 раз<sup>2</sup> (из числа исследованных нами—

<sup>1</sup> Термины размеров приводятся нами, в том что касается длины волокон и члеников сосудов, диаметра сосудов и ширины лучей по Яценко-Хмелевскому (1939); по высоте лучей, их количеству, количеству сосудов и толщине оболочек волокон по шкале Чаттуэй (Chattaway, 1932), принятой в Лаборатории Анатомии Растений БИН АН Армянской ССР.

<sup>2</sup> Так как простые поры любых волокон либриформа представляют собой „вторичные“ простые поры и возникли в процессе эволюции в результате редукции окаймленных пор трахеид примитивных двудольных (см. Тахтаджян, 1948, Яценко-Хмелевский, 1948), то при очень детальном их исследовании (при больших увеличениях с иммерсионными системами порядка 1200—1500 раз) обычно можно

americana, *F. excelsior*, *F. caroliniana*, *F. oxycarpa*, *F. pennsylvanica*, *F. potamophila*, *F. quadrangulata*, *F. Regelii*, *F. velutina*). У некоторых других видов (*F. longicuspis*, *F. mandshurica*, *F. nigra* *F. oregona*), наряду с обычными для рода простыми порами волокон, изредка встречаются поры с более или менее отчетливо выраженным окаймлением. Наконец, у немногих видов (*F. sogdiana*, *F. pennsylvanica* var. *lanseolata*, *F. americana*—только у одного образца) все поры волокон показывают более или менее отчетливое окаймление.<sup>1</sup> Окаймления, в тех случаях, когда они заметны, более или менее округлые или вытянутые, внутренние отверстия всех видов пор—щелевидные, уголко

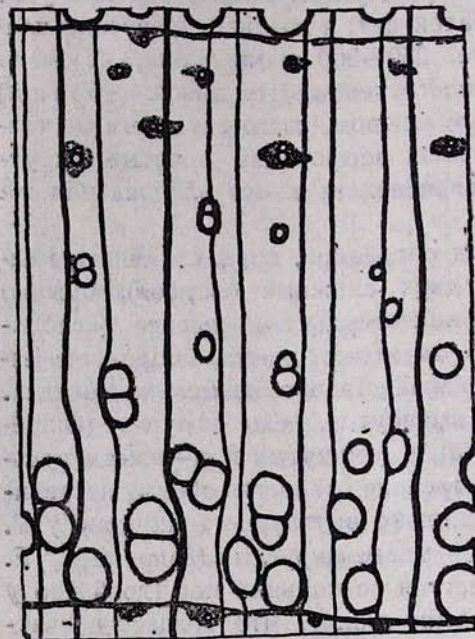


Рис. 1. —Схема поперечного среза древесины *Fraxinus excelsior* L. Годичное кольцо средней ширины. Серым обозначена древесная паренхима. Ув. 70

руглые (только у окаймленных пор, но не у всех). Спирали у волокон отсутствуют. Окончания волокон гладкие, реже зазубренные, часто штыковидные. Волокна довольно короткие и средние, длиной 600—1000 микр. Калибр волокон различен в ранней и поздней древесине. В ранней древесине просветы волокон крупные (диаметр 10—15 микр.), (у *F. caroliniana* 5—6 микр., у *F. sogdiana*—20—25 микр.), скорее тонкостенные и реже толстостенные, иногда только тонкостенные (*F. opus*), в поздней древесине просветы волокон уменьшаются (3—8 микр. в диаметре), волокна толстостенные или очень толстостенные, седва заметной точечной полостью (особенно *F. quadrangulata*). Переход от крупных тонкостенных воло-

кон ранней древесины к мелким толстостенным волокнам поздней дре-

зглядеть некоторое остаточное окаймление. Чтобы избежать возникающих при этом неясностей—какие же элементы относить к волокнам либриформа, а какие к волокнистым трахеидам (вопрос этот имеет особое значение при диагностике древесины), в Лаборатории Анатомии Растений, согласно предложению, высказанному еще в 1937 году Чоком (Chalk, 1937), принято все поры волокон, окаймление которых неразличимо при увеличении 500, относить к простым (вторично-простым) порам.

<sup>1</sup> Такие отличия в поровости волокон в пределах одного рода не представляют собой исключения и были отмечены у видов родов *Nothofagus*, *Garcinia* и некоторых других (см. Яценко-Хмелевский, 1945/9, 48).

весины более или менее постепенный. По толщине стенок волокон от всех видов ясеня резко отличается *F. sagoliniana*, имеющий очень тонкостенные волокна на всем протяжении годичного кольца.

Древесина у большинства видов кольцесосудистая (рис. 1, 2, 3), сосуды в своем расположении в толще годичного слоя не образуют никакого рисунка. У *F. sagoliniana* кольцо просветов не явно выражено и древесина производит впечатление промежуточной между кольце- и рассеянно-сосудистыми (рис. 4). *F. sogdiana* имеет характерную рассеянно-сосудистую древесину (рис. 5). Просветы умеренно-многочисленные или многочисленные (от 5 до 30 просветов на 1 кв. мм). Кольцо просветов широкое—в 3—4 просвета или узкое (в 1 просвет). Просветы округлые или овальные. В поздней древесине просветы мелкие, обычно строго округлые, с диаметром несколько большим

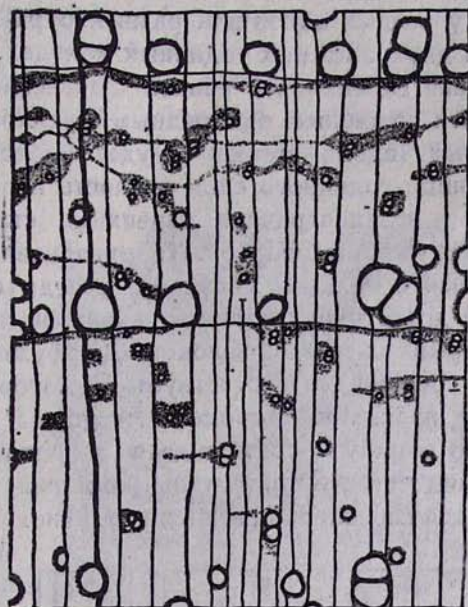


Рис. 2.—Схема поперечного среза древесины *Fraxinus mandshurica* Rupr. Те же обозначения, что и на рис. 1

Ув. 70

или даже равным диаметру волокон. В ранней древесине сосуды преимущественно одиночные или в радиальных цепочках по 2, реже больше или, еще реже, в группах по 2—4 просвета. В поздней древесине основная масса просветов собрана в радиальные цепочки по два просвета, в направлении к поздней границе годичного слоя цепочки удлиняются до 3—4 просветов, реже больше (например, у *F. floribunda* до 6 просветов). Наибольшее количество просветов в цепочках—до 10—было отмечено у *F. rotamorphila*. Переход от ранней древесины к поздней у всех кольцесосудистых видов резкий, наличие просветов со средним диаметром, промежуточным между диаметром просветов ранней древесины и поздней, отмечалось только у *F. velutina* и *F. rotamorphila*.

На границе годичного слоя (рис. 6) иногда присутствует полоска клеток (древесной паренхимы, волокон и сосудов), сплюснутых в тангентальном направлении, однако очень часто такая полоска отсутствует) и самые последние в году клеточные элементы имеют строго изодиаметрическое сечение.

Древесная паренхима обильная, паратрахеальная (вазицентричная, крыловидная и сомкнуто-крыловидная) и терминальная (рис. 1,

2, 4); у *F. sogdiana* вазикентричная и метатрахеальная (в очень коротких тангентальных извилистых цепочках, шириной в одну клетку, длиной в 3—6 клеток—рис. 5). Распределение древесной паренхимы в толще годичного слоя изменчиво и часто различно не только у разных видов или разных образцов одного и того же вида, но и в двух смежных годичных кольцах. В общем, вазикентричная древесная паренхима в ранней древесине представлена сплошным или почти сплошным однорядным футляром из большей частью сплюснутых (вдоль стенки сосуда) клеток. По направлению к поздней границе годичного слоя рядность паренхимного футляра увеличивается, вазикентричная паренхима становится крыловидной, а затем сомкнуто-крыловидной. Терминальная паренхима (так или иначе связанная с мелкими сосудами, всегда присутствующими в терминальной древесине) составляет внешнюю границу годичного слоя, иногда прерываясь рядом волокон. Диффузная паренхима очень редка или же совершенно отсутствует. Некоторым исключением в распределении паренхимы, кроме *F. sogdiana* является *F. caroliniana*, у которого сомкнуто-крыловидная паренхима расположена в виде узких, обычно строго тангентальных линий, шириной в 1—2 клетки, тянущихся параллельно границе годичного слоя. Тяжи древесной паренхимы часто длинные, клетки обычно низкие 20—40 микр. высоты в ранней древесине более высокие,

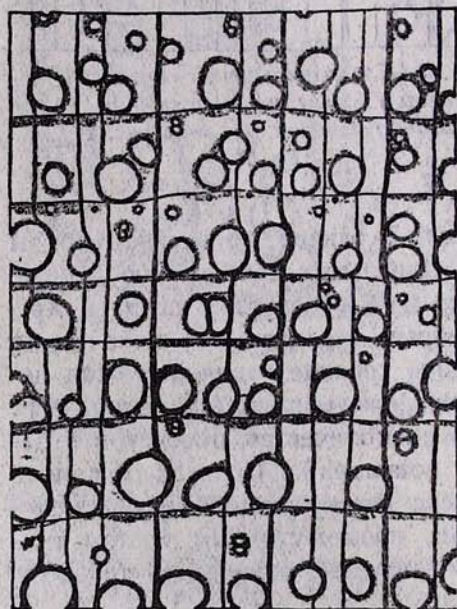


Рис. 3.—Схема поперечного среза древесины *Fraxinus excelsior* L. Очень узкие годичные кольца. Те же обозначения, что и на рис. 1. Ув. 70

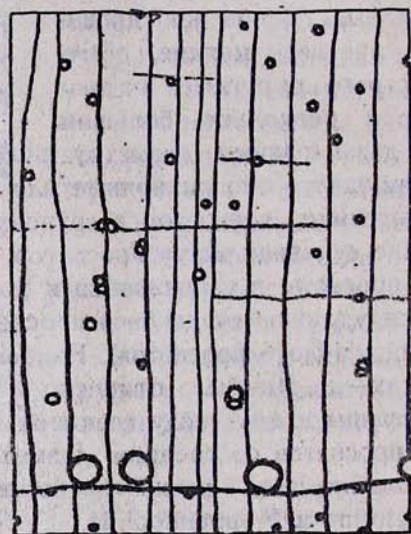


Рис. 4.—Схема поперечного среза древесины *Fraxinus caroliniana* Mill. Те же обозначения, что и на рис. 1. Ув. 70

в поздней более короткие. Поры между клетками древесной паренхимы и сосудами округлые, многочисленные, мелкие, значительно или немного меньше окаймлений пор в стенке сосуда.

Основная масса древесины состоит из волокнистых элементов (только волокон либриформа, волокон либриформа и волокнистых трахеид или только волокнистых трахеид), не отличающихся друг от друга на поперечном срезе. Объем полостей сосудов в древесине (в годичных кольцах средних размеров—1,5—2 мм шириной) составляет в среднем около 8—10%, от общего объема древесины, объем полостей волокон (считая и полости клеток тяжелой паренхимы)—равен примерно 30%, объем клеточных оболочек (волокон, тяжелой паренхимы и сосудов)—около 50%. Лучи в среднем занимают 10—12% общего объема.

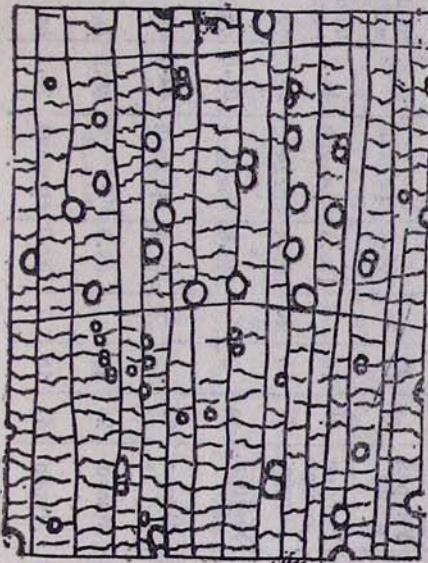


Рис. 5.—Схема поперечного среза древесины *Fraxinus sordiana* Bge. Те же обозначения, что и на рис. 1. Ув. 70

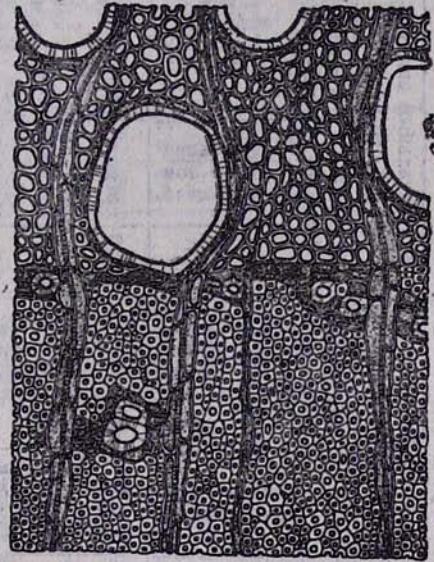


Рис. 6.—Поперечный срез древесины *Fraxinus excelsior* L. Граница годичного слоя. Ув. 280

Лучи многочисленные или очень многочисленные, 10—15 лучей на 1 мм, гомогенные, за исключением *F. sordiana*, у которого лучи имеют отчетливо выраженную тенденцию к гетерогенности. Лучи довольно узкие (25—45 микр. в ширину), ширина лучей у всех видов рода варьирует в небольших пределах от одной до четырех клеток. Лучи преимущественно двурядные (в среднем, двурядные лучи составляют от 30 до 70% от всех лучей), редко однорядные и трехрядные. Четырехрядные лучи встречаются в небольшом количестве только у некоторых видов (например у *F. oxycarpa*); у *F. pennsylvanica* и *F. Regelia* встречаются только одно- и двурядные лучи. Лучи чрезвычайно низкие (180—250 микр.) в высоту, максимум 20—25 клеток высотой, встречаются лучи высотой в одну клетку.

На поперечном срезе лучи при встрече с сосудами в кольце просветов изгибаются, в поздней древесине обычно идут прямолинейно. Тангентальные стенки клеток лучей прямые, реже косые, у

Количественно-аналитические показатели древесины некоторых видов рода *Fraxinus*.  
Сосуды, волокна и паренхима

Таблица II

	Количество сосудов (просветов) на поперечном срезе										Тангентальный диаметр просветов сосудов				Толщина оболочек волокон (в $\mu$ )		Высота клетчаточных паренхим (в $\mu$ )			
	в ранней древесине					в поздней древесине					в ранней древесине		в поздней древесине		диаметр просветов (в $\mu$ )	диаметр просветов (в $\mu$ )				
	Всего на 1 кв. мм	Из общего числа просветов в цепочках (в %/о)			Стандартное обозначение	Всего на 1 кв. мм	Из общего числа просветов в цепочках (в %/о)			Стандартное обозначение	в $\mu$	стандартное обозначение	в $\mu$							
		по 2	по 3	по 4 и более			по 2	по 3	по 4 и более											
<i>Fraxinus americana</i>	10.3	67	6	—	15,8	Умеренно много	44	1	3	140.0	средний	44.4	очень малый	6.3	3.0	12.2	5.4	2.4	4.0	11.9
<i>Fraxinus excelsior</i>	8.4	9	—	—	8,1	Умеренно мало	20	5	—	118.8	средний	29.3	очень малый	10.2	6.4	11.6	6.0	2.7	5.5	47.5
<i>Fraxinus excelsior</i> очень узкое год. кольцо	20.0	80	—	—	19,0	Умеренно много	28	10	—	250.0	довольно большой	27.2	очень малый	3.7	3.9	15.7	7.5	2.4	3.5	46.2
<i>Fraxinus caroliniana</i>	13.7	5	—	—	12,5	Умеренно много	40	15	—	103.2	средний	38.4	очень малый	10.5	6.2	5.4	2.7	0.2	0.2	41.5
<i>Fraxinus ornus</i>	33.0	31	17	8	40,0	Умеренно много	41	14	6	116.4	средний	44.4	очень малый	8.8	6.0	10.1	7.2	2.5	3.4	44.4
<i>Fraxinus potanophila</i>	30.0	30	10	9	38,0	Много	26	15	30	108.4	средний	26.2	оч. м.	6.0	6.2	11.5	9.2	2.7	3.7	41.0
<i>Fraxinus pubescens</i>	7.8	50	—	—	7,8	Умеренно мало	50	9	—	148.8	средний	33.6	оч. м.	3.6	6.2	14.8	8.5	2.2	3.2	42.5
<i>Fraxinus quadrangulata</i>	18.0	80	—	—	23,0	Много	43	—	—	188.4	средний	32.4	оч. м.	11.5	6.4	13.2	6.7	2.0	4.0	47.5
<i>Fraxinus sogdiana</i>	20.0	19	28	—	24,0	Много	21	16	11	63.9	довольно малый	40.8	оч. м.	8.4	5.6	25.0	9.6	2.4	2.4	48.7
<i>Fraxinus velutina</i>	27.0	46	7	9	34,0	Много	41	18	7	132.0	средний	29.2	оч. м.	8.3	6.8	11.5	8.0	3.0	3.2	44.5

1—ранняя древесина; 2—поздняя древесина.

Таблица II (продолжение)

## Л у ч и

В И Д	Количество лучей					Ширина лучей		Высота лучей		Высота лучей (в клетках)				Высота и длина клеток лучей (в м)				Толщина оболочек клеток лучей (в м)	
	Всего на 1 м <sup>2</sup>	Стандартное обозначение	Из них (в %/о)				в м	Стандартное обозначение	в м	до 5	6-10	11-15	6 и более	стоячих		Вс.	Дл.	Вс.	Дл.
			1-рядные	2-рядные	3-рядные	4-рядные								Вс.	Дл.				
			1-рядные	2-рядные	3-рядные	4-рядные								Вс.	Дл.				
<i>Fraxinus americana</i>	10.8	Очень много	27	71	2	—	44.4	163.2	Чрезвычайно низкие	1.3	5.5	4.8	1.5	11.0	14.5	6.2	25.2	2.5	2.5
<i>Fraxinus excelsior</i>	12.8	"	25	54	21	—	25.2	223.2	"	1.5	4.9	4.1	3.5	20.3	33.0	13.2	57.8	2.8	2.1
<i>Fraxinus excelsior</i> очень узкое годовичное кольцо	8.2	Много	11	7	51	1	26.4	216.0	"	0.8	2.7	3.7	2.7	20.2	26.2	12.5	68.0	2.5	2.7
<i>Fraxinus caroliniana</i>	9.4	"	50	49	1	—	20.4	200.4	Оч. узкие	1.7	4.3	3.0	1.7	19.5	56.0	13.3	80.0	2.7	1.9
<i>Fraxinus ornus</i>	9.0	"	7	58	35	—	25.2	188.4	Дов. узкие	0.8	2.7	4.4	3.1	23.0	27.6	14.3	51.5	2.1	2.3
<i>Fraxinus potamophila</i>	12.3	Оч. мн.	13	50	37	—	34.8	277.2	"	1.5	3.7	4.5	5.1	25.2	34.8	13.2	75.6	2.5	2.5
<i>Fraxinus pubescens</i>	10.2	"	24	69	7	—	24.0	182.4	Оч. узкие	1.1	7.1	3.0	0.3	22.5	26.5	12.5	54.7	2.6	3.0
<i>Fraxinus quadrangulata</i>	9.2	Много	23	28	49	—	30.0	168.0	Дов. узкие	0.7	7.8	2.0	0.5	17.5	35.0	13.2	53.5	2.8	2.4
<i>Fraxinus sogdiana</i>	13.0	Оч. мн.	31	56	13	—	30.0	244.8	"	3.2	9.0	2.2	0.5	35.5	25.5	15.0	73.2	1.7	2.2
<i>Fraxinus velutina</i>	9.4	Много	23	71	6	—	28.8	200.4	"	1.9	4.6	2.2	1.7	20.5	30.0	12.7	43.0	2.2	2.3

*F. sogdiana* однорядные лучи иногда несколько четковидны. Граница годичного слоя в луче совпадает с общей границей годичного слоя; при переходе из одного слоя в другой лучи обычно не расширяются, кроме *F. oxycarpa* и *F. floribunda*, у которых лучи несколько расширяются.

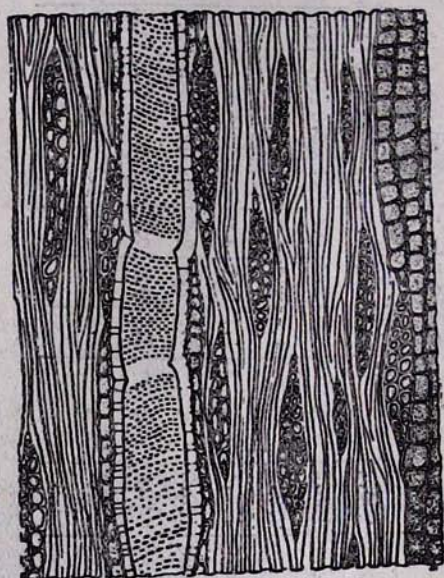


Рис. 7.—Тангентальный срез древесины *Fraxinus excelsior* L. Ув. 280



Рис. 8.—Радиальный срез древесины *Fraxinus excelsior* L. Ув. 280

На тангентальном срезе форма лучей веретеновидная, однорядные лучи линейные (рис. 7), у *F. sogdiana* однорядные лучи четковидны. Клетки лучей одного типа, более или менее изодиаметрические. Встречающиеся иногда вытянутые (по оси ствола) и прямоугольные клетки, а также крупные округлые клетки (отличающиеся по размерам от основной массы клеток луча) большей частью беспорядочно вкраплены среди других клеток, реже собраны в отдельных коротких однорядных лучах или образуют короткие (в 3—5 клеток) однорядные окончания у многорядных лучей. Нередки двойные лучи и лучи с однорядным окончанием с одного или, значительно реже, с обоих концов луча. У большинства исследованных образцов на тангентальном срезе вполне отчетливо видны крупные межклетники в лучах.

У всех видов ясеня, кроме *F. sogdiana*, большинство клеток лучей лежащие (рис. 8) один или несколько (обычно два) рядов краевых клеток луча обычно состоят из более коротких и более высоких или даже квадратных клеток. У *F. sogdiana* краевые клетки луча стоячие и, кроме того, некоторые однорядные лучи составлены только из стоячих клеток (гетерогенный тип II Б—смешанно-гетеро-



генные лучи с короткими окончаниями, по Тахтаджяну, 1948). Поры между клетками луча и сосудами многочисленные, наблюдаются у всех клеток луча (как краевых, так и внутренних), круглые, равные или несколько меньше окаймления пор в стенках сосуда. Оболочки клеток лучей незначительно утолщенные.

Кристаллы в паренхиме (тяжевой и лучевой) не замечены, тиллы обычны, ярусность отсутствует.<sup>1</sup>

Описанная выше структура характеризует собой нормальные годовичные кольца, шириной около 2—3 мм, что для ясеня является средней нормой годовичного прироста. Нами были исследованы некоторые образцы *F. excelsior*, *F. floribunda*, *F. longicuspis* и *F. oregona*, отличающиеся сильно пониженной энергией роста с годовичными кольцами шириной в 0,2—0,4 мм, что, надо полагать, связано с неблагоприятными условиями среды произрастания тех деревьев, из которых были получены образцы. Реакция древесины на угнетение у всех исследованных образцов одинакова и заключается, прежде всего, в почти полном выпадении поздней древесины, так что каждое узкое годовичное кольцо составлено почти исключительно из кольца просветов (см. рис. 1 и 2-й). В связи с этим, процент объема полостей сосудов в угнетенных кольцах составляет 20—25% (т. е. в 2—2,5 раза больше, чем в нормальных). В узкой полосе поздней древесины волокна толстостенные, паренхима обычно развита менее обильно, чем в нормальных годовичных кольцах (опять-таки в связи с выпадением поздней древесины). Оболочки сосудов обычно более тонкие, чем в нормальных кольцах (см. таблицу II). В остальных признаках отличий от образцов с нормальной шириной годовичного кольца нет.

Для установления особенностей в онтогенезе древесины ясеней, как указано выше, мы исследовали строение одно-, двух- и трехлетних веток *F. excelsior*, *F. oregona*, *F. opulus*, *F. oxycarpa*, *F. rotundifolia* и *F. sogdiana*. Древесина однолетних побегов у всех исследованных видов имеет одинаковое строение: сосуды тонкостенные, не собраны в кольцо просветов, просветы в группах или радиальных цепочках округлые или угловатые. Перфорации простые, но у *F. opulus* были обнаружены отдельные лестничные перфорации с значительным количеством перекладин (до 19). Межсосудистая поровость очередная (у *F. excelsior*) или супротивная, поры мелкие, сомкнутые или сближенные, окаймления шести- или четырехугольные (у сомкнутых) или круглые (у сближенных пор). Отверстия вытянутые, доходящие до границы окаймления или переходящие за неё. Волокна обычно тонкостенны или очень тонкостенны, поры у них простые, щелевидные или окаймленные (в зрелой древесине большинства указанных шести видов поры только простые). Древесная паренхима скудная вазикентричная (отдельные клетки вокруг со-

<sup>1</sup> Некоторые цифровые данные о древесине ясеней приведены в таблице II.

суда, не образующие сплошного футляра), очень редко в терминальном слое. У *F. opus* была отмечена диффузная паренхима. Лучи преимущественно однорядные, реже двурядные, линейные, большей частью отчетливо гетерогенные (*F. sogdiana*, *F. potamophila*, *F. opus*) или с тенденцией к гетерогенности (*F. oxusagra*, *F. oregona* и, особенно, *F. excelsior*). Клетки лучей очень короткие, длина клеток луча незначительно превосходит диаметр механических волокон. При встрече с сосудами лучи не изгибаются.

Двух, и трехлетние ветки уже больше напоминают структуру зрелой древесины. Однако, темп онтогенеза различен у разных видов и, кроме того, различен также и ход развития отдельных признаков. Так, *F. potamophila* и *F. opus* показывают почти кольцесудистую древесину, в то время как *F. oxusagra* и *F. excelsior* еще имеют рассеянное расположение сосудов. Однако, распределение паренхимы у *F. oxusagra* уже на втором году более или менее крыловидное, а трехлетняя древесина имеет отчетливо выраженную крыловидную паренхиму (так же как и *F. opus*), в то время как *F. potamophila*, *F. excelsior* и *F. sogdiana* имеют только нормально развитую вазикентричную паренхиму.

Исследованный нами материал показал значительную однородность структуры древесины в пределах рода. За немногим исключением, выявленные различия в строении относятся к категории количественных признаков (большая или меньшая толщина оболочек, количество сосудов в цепочках, рядность лучей и т. д.), причем для некоторых из этих признаков совершенно очевидна связь с условиями местообитания.

Тем не менее, мы все же попытались построить небольшой ключ для определения видов и групп видов ясеня по признакам строения их древесины. Ключ этот, разумеется, должен рассматриваться как предварительный, так как строение древесины более половины видов рода осталось нами не изученным. Вполне вероятно, также, что некоторые признаки из числа использованных в ключе являются недостаточно стойкими и наличие их связано более с особенностями роста данного образца. Все же, поскольку в каждом образце нами всегда исследовались несколько годичных колец и для многих видов мы имели целый ряд образцов, часто из весьма различных географических районов, как из мест их естественного произрастания, так и из парков и садов, где эти виды культивируются, мы полагаем, что наш ключ может служить для первой ориентировки в этих очень ценных в техническом отношении древесинах.

#### Ключ для определения видов рода *Fraxinus* по признакам строения древесины

1. Древесина отчетливо кольцесудистая, т. е. просветы ранней древесины расположены более или менее плотным, непрерывным кольцом у весенней границы годичного слоя и отчетливо

- отличаются по размерам от просветов поздней древесины 3
- Строение иное . . . . . 2
2. Крупные просветы расположены у весенней границы годичного слоя очень разбросанно, не образуя непрерывного кольца. Лучи относительно высокие (в среднем 15—20 клеток высотой), преимущественно однорядные, реже двурядные. Древесная паренхима сомкнуто-крыловидная, в виде узких (шириной в одну клетку) полос, тянущихся часто строго параллельно границе годичного слоя. Волокна очень тонкостенные как в ранней, так и в поздней древесине, лишь незначительно уменьшающиеся в калибре по направлению к поздней границе годичного слоя . . . . . *F. caroliniana* (рис. 4)
- Древесина рассеяннососудистая, относительно редкие сосуды постепенно уменьшаются в размерах и количестве по направлению к поздней границе годичного слоя. Древесная паренхима обильная, метатрахеальная и вазоцентричная, лучи преимущественно двурядные, но встречаются также и трехрядные . . . . . *F. sogdiana* (рис. 5)
3. Лучи шириной не более двух клеток . . . . . 4
- Лучи шириной до 4-х клеток, трехрядных лучей много . . . . . 5
4. Сомкнуто-крыловидная паренхима в виде узких, длинных полос, часто тянущихся строго параллельно границе годичного слоя . . . . . *F. Regellii*
- Сомкнуто-крыловидная паренхима относительно редка . . . . . *F. pennsylvanica*
5. Кольцо просветов рыхлое, т. е. сосуды расположены довольно далеко друг от друга, и широкое, в 5—6 рядов просветов. В кольце просветов размеры просветов уменьшаются постепенно и нет резкого перехода между последними просветами кольца и просветами поздней древесины . . . . . *F. potamophila*
- Кольцо просветов плотное, просветы крупные, сближенные, резко отличающиеся от просветов поздней древесины . . . . . *F. americana,*  
*F. excelsior,*  
*F. floribunda,*  
*F. longicuspis,*  
*F. mandshurica,*  
*F. nigra,*  
*F. oregona,*  
*F. ornus,*  
*F. oxycarpa,*  
*F. pennsylvanica*  
*var. lanceolata,*  
*F. quadrangulata,*  
*F. raibocarpa,*  
*F. velutina.*

*Примечание:* Все перечисленные под рубрикой 5-а ключа 13 видов ясеня характеризуются в целом одним типом структуры. Однако, в строении их древесины (во всяком случае, в той коллекции образцов, которая была в нашем распоряжении) имеются некоторые отличия, подверженные определенным колебаниям в различных годичных слоях одного и того же образца или в различных образцах, но все же, как будто более или менее константно характеризующие данный вид. Определение видов ясеня по этим признакам, безусловно, может вестись только более или менее ориентировочно. С этой оговоркой мы помещаем ниже ключ, позволяющий в некоторой степени разобраться в древесине тех исследованных нами 13 видов ясеней, которые не определимы по основному ключу.

- А. Сомкнуто-крыловидная паренхима хорошо выражена в виде более или менее узких, длинных тангентальных полос в поздней древесине . . . . . В  
 — Сомкнуто-крыловидной паренхимы нет или она плохо выражена . Е  
 Б. Кольцо просветов обычно широкое, составленное из 3—4 рядов крупных просветов . . . . . В  
 — Кольцо просветов узкое, шириной в 1—2 крупных просвета . Д  
 В. Волокна по всему кольцу очень толстостенные, мелкие с точечной полостью, лучи преимущественно трехрядные . . . . .  
 . . . . . F. quadrangulata  
 — Волокна иные . . . . . Г  
 Г. Четырехрядные лучи или отсутствуют или встречаются очень редко (0,6% от общего числа лучей) . . . . . F. excelsior  
 — Четырехрядные лучи встречаются довольно часто . F. oxycarpa  
 Д. В ранней древесине волокна толстостенные . . . . . F. mandshurica  
 — В ранней древесине волокна тонкостенные . . . . . F. americana  
 Е. Встречаются отдельные клетки диффузной паренхимы . F. opus  
 . . . . . F. floribunda  
 — Диффузной паренхимы нет . . . . . Ж  
 Ж. Крыловидной паренхимы нет . . . . . F. oregona  
 — Крыловидная паренхима (с короткими крыльями) имеется . З  
 З. Лучи часто трехрядные . . . . . F. longicuspis  
 — Лучи преимущественно двурядные . . . . . И  
 И. Цепочки просветов в поздней древесине длинные (до 5 просветов в цепочке) . . . . . F. raibocarpa  
 — Цепочки просветов в поздней древесине короткие . . . . .  
 . . . . . F. pennsylvanica  
 . . . . . var. lanceolata,  
 . . . . . F. nigra,  
 . . . . . F. velutina.

## IV.

Несмотря на отличия, существующие в строении древесины у различных видов рода *Fraginus*, все же некоторые весьма существенные признаки общи всем исследованным нами видам. К таким основным „родовым“ признакам строения зрелой древесины ясеней отно-

сятся простые перфорации сосудов, их толстостенность, очередная межсосудистая поровость и многочисленные, сближенные или сомкнутые поры с вытянутыми или щелевидными внутренними отверстиями, округлое (не угловатое) очертание просветов, отсутствие спиралей у сосудов и волокон, отсутствие или слабая выраженность окаймлений у пор волокон, узкие и короткие, гомогенные или слабо гетерогенные (II Б типа) лучи и склонность к образованию тилл.

Эти признаки наблюдаются у всех видов рода (из числа изученных нами) и являются для него основными. По совокупности этих признаков род *Fraxinus* четко отличается от всех остальных представителей сем. *Oleaceae*. Нами была просмотрена древесина 27 видов, относящихся к 11 родам (из общего числа 20 родов, принимаемых Кноблаухом), причем ни у одного из родов нет того набора признаков, который был вкратце охарактеризован выше.

Особенно характерным для рода *Fraxinus* следует признать развитие вазикентричной паренхимы и ее дериватов—крыловидной и сомкнуто-крыловидной паренхимы. Эти типы распределения паренхимы отсутствуют у всех остальных представителей семейства, в котором большинство родов имеет вообще очень скудно развитую паренхиму. Для многих родов семейства (*Chionanthus*, *Osmantus*, *Menodora*) характерно наличие спиралей в сосудах; у *Menodora*, кроме того, спирали отмечаются и в волокнах. Большинство родов имеет гетерогенные лучи, причем у многих эта гетерогенность выражена весьма резко (1 тип).

Из всех родов семейства, к роду *Fraxinus* по структуре древесины более всего подходит род *Fontanesia*, отличающийся, однако, от ясеней весьма скудно развитой паренхимой и (от большинства исследованных нами видов) гетерогенностью лучей и рассеянносудистой древесиной.

## V

Данные нашего исследования позволяют сделать некоторые выводы как о техническом применении древесины различных видов ясеня, так и о систематике и филогении этого рода.

Высокие механические показатели древесины большинства видов рода бесспорно связаны с малым объемом, занимаемым в ней сосудами. Как нами указывалось, процент объема сосудов составляет у ясеня в годовичных кольцах средней ширины всего около 8—10%, в то время как у тополя, например, он колеблется от 25 до 35%. Другим фактором, определяющим крепость древесины является толщина оболочек волокон (и сосудов). Общий процент объема оболочек (волокон, сосудов и паренхимы) составляет в среднем у ясеня около 50, что превышает этот процент у многих наших листовенных пород.

По этим основным признакам большинство видов ясеня не отличается заметно друг от друга, как это можно усмотреть из таб-

лицы II, приведенной несколько выше. Исключением является *F. sagolipiana*—болотный или водный ясень, у которого объем сосудов относительно не велик [1—3% от общего объема древесины], но общий процент полостей равен около 55%. Физико-механические свойства древесины этого вида, повидимому, никогда исследованы не были, но его анатомическое строение совершенно наглядно показывает, что механические свойства древесины должны быть здесь значительно снижены.

Данные о физико-механических свойствах древесины 12 видов ясеня, приведенные нами в таблице 1, подтверждают наш вывод об отсутствии различий в свойствах древесины у различных видов ясеня. Наблюдающиеся отличия в отдельных показателях скорее должны быть связаны с характером роста, чем с видовыми особенностями древесины. Для ясеня, как и для всех других кольцесосудистых пород, характерно резкое увеличение относительного объема сосудов при уменьшении ширины годичного слоя. Так, по нашим измерениям, у *F. excelsior*, в годичном слое шириной в 3 мм, сосуды составляют всего около 4% от общего объема древесины. Годичные слои шириной в 1 мм показывают увеличение объема сосудов до 8—12%, а в узких кольцах (при угнетенном росте) того же вида (0,2—0,4 мм) сосуды занимают около 20—25% от общего объема древесины. Таким образом, ширина годичного слоя коррелятивно связана с объемом сосудов в древесине и в значительной мере определяет ее механические свойства. В этом отношении наше анатомическое исследование вполне подтверждает выводы, к которым пришли Перелыгин и Певцов (1933), установившие у ясеня тесную зависимость между шириной годичного слоя и объемным весом и некоторыми механическими свойствами. Поэтому, совершенно обоснованным является старое правило, что чем лучше рост ясеня, тем лучше его древесина. В этом отношении, надо полагать, что деревья, выращенные в искусственных насаждениях (в первую очередь в лесозащитных полосах) и обеспеченные нормальным поливом, могут дать особо высококачественную древесину. Это подтверждается и северо-американской практикой, по данным американских авторов, что наиболее ценимой на рынках США древесиной ясеня является древесина, выращенная в искусственных насаждениях.

С особенностями строения древесины ясеня связано также и такое важное техническое свойство, как водопроницаемость его древесины. Мы ссылались выше на работу Чулицкого, установившего, что наименьшей водопроницаемостью (в тангентальном и радиальном направлениях) из исследованных им пород отличается древесина ясеня. Малый объем сосудов (причем сосуды собраны в относительно узкие кольца, разделенные широкой полосой плотной механической ткани, почти лишенной сосудов), делает вполне понятным, почему древесина ясеня пропускает меньше воды, чем исследованные Чулицким дуб, клен и некоторые другие породы.

Выше мы указывали, что род *Fraxinus* по строению своей древесины вполне отчетливо отличается от всех остальных родов семейства *Oleaceae*, хотя в пределах рода в этих признаках и наблюдаются некоторые отличия. Анализируя эти отличия, можно установить некоторые закономерности, представляющие определенный интерес. Прежде всего, нужно отметить, что разделение рода на два подрода—*Ognus* и *Fraxinaster*, принимаемое почти всеми систематиками и дендрологами, не находит своего отражения в строении древесины. Из этого следует заключить, что эволюция древесины в этом случае не шла параллельно эволюции внешне-морфологических признаков и в обеих группах мы наблюдаем один тип строения водопроводящей ткани. Поэтому нет оснований рассматривать один подрод как более специализированный, а другой как примитивный. Скорее—это две параллельные линии развития, характеризующиеся разными уровнями развития флоральных органов, но одним уровнем организации древесины.

Чрезвычайно интересным является строение древесины *F. sogdiana*. Этот ясень—небольшое дерево или крупный кустарник, растущий дико в горных лиственных лесах Тянь-Шаня и Памиро-Алая и распространенный в культуре в южной части Средней Азии (Городецкий, 1934), а также кое-где на Кавказе (в Нах. АССР, Аз.ССР). Согдианский ясень некоторыми систематиками рассматривался как разновидность *F. oxusagra*, Редер (ук. соч., стр. 775) связывает его в качестве близкого вида с *F. rotamophila* (в который он включает и *F. Regelii*). Анатомия древесины с несомненностью показывает, что это совершенно особый вид, причем вид примитивный. Разумеется, наши данные не позволяют утверждать, что *F. sogdiana* явился тем видом ясеня, из которого произошло все разнообразие видов рода, но анатомическое исследование устанавливает, что строение древесины согдианского ясеня является наиболее примитивным из всех изученных нами видов и, в соответствии с законом необратимости эволюционного процесса, прочно установленным советской эволюционной теорией (см. Давиташвили, 1948) надо полагать, что наиболее примитивные виды ясеня, из которых произошли все ныне распространенные виды рода, характеризовались структурой древесины, близкой к структуре древесины этого вида и не могли иметь признаков более высокой специализации древесины. В этом нас убеждает весь комплекс признаков строения древесины *F. sogdiana*. Рассеянное расположение сосудов, гетерогенность лучей, отсутствие крыловидной и сомкнутокрыловидной паренхимы, наличие окаймлений у пор волокон являются, как установлено исследованиями по филогенетической анатомии древесины (см. Тахтаджян, 1948; Яценко-Хмелевский, 1948) примитивными признаками по сравнению с кольцесосудистостью, гомогенностью лучей, волокнами с простыми порами и присутствием крыловидной и сомкнуто-крыловидной паренхимы, характеризующими остальные виды ясеня. Более того, иссле-

дование древесины молодых ветвей некоторых видов ясеня показывает, что признаки, характеризующие *F. sogdiana* более или менее отчетливо выражены в молодой древесине всех ясеней, что, на основании биогенетического закона Дарвина (см. Козо-Полянский, 1937; Тахтаджян, 1947; Давиташвили, 1948) также подтверждает взгляд на *F. sogdiana* как на наиболее примитивный вид из исследованных нами видов ясеня.

Как показало исследование имевшегося в нашем распоряжении материала по сем. *Oleaceae*, род *Fraxinus* в пределах семейства имеет, по видимому, наиболее специализированную древесину. *F. sogdiana* в этом отношении может рассматриваться как промежуточное звено, связывающее этот род с близким родом *Fontanesia* (относящимся к той же трибе *Fraxineae*) и отличающимся от рода *Fraxinus* очень скудным развитием паренхимы. Остальные признаки рода *Fontanesia* (гетерогенности лучей II Б типа, рассеянососудистость древесины, простые перфорации) весьма напоминают *Fraxinus sogdiana*.

В эволюционном отношении остальные виды ясеня не могут быть расположены в один определенный ряд по признакам строения их древесины. Все же можно предположить, на основании исследования онтогенеза древесины, что виды с узкими лучами (как *F. rep-sylvanica*, *F. platycarpa*, *F. Regelii*) менее специализированы, чем виды, в которых обычны трех и четырехрядные лучи. Укажем, однако; что *F. sogdiana* с его крайне примитивной (для рода) структурой имеет трехрядные лучи. Признаком специализации является также вероятно и широкое развитие крыловидной и сомкнуто-крыловидной паренхимы, характеризующие многие виды, например *F. mandshurica*.

Редер не отделяет *F. Regelii* от *F. potamofila*, считая первый синонимом последнего. Нами, к сожалению, исследовался не вполне сравнимый материал по обоим видам—именно древесина *F. potamofila* была получена из парка БИН АН СССР в Ленинграде, а *F. Regelii* из Ботанического сада в Сталинабаде. Однако, существенные отличия строения древесины обоих видов скорее говорят за то, что это два отдельных вида, может быть и близких друг к другу.

Особенности в строении древесины *F. sagoliniana*, резко отличающие его от остальных ясеней, бесспорно связаны с условиями его местообитаний. Этот вид ясеня распространен в болотах Флориды и само английское название его—„водный яшень“ показывает приуроченность его к почвам с избыточным увлажнением. Этим нужно объяснить и малое количество сосудов в его древесине и незначительную толщину оболочек волокон, так как толстостенность волокон и крупные многочисленные сосуды обычно характеризуют древесину растений сухих местообитаний (Яценко-Хмелевский, 1948).

Наше исследование, не охватившее, к сожалению, всех видов рода *Fraxinus*, все же, как нам представляется, позволило устано-



вить основные черты строения древесины у этого рода и наметить как некоторую связь строения древесины с ее механическими свойствами, так и основные линии эволюционного развития этой ткани. Возможно, что анатомическое изучение древесины других видов, не имевшихся в нашем распоряжении, внесет более или менее значительные поправки и дополнения к нашим данным, но мы все же полагаем, что основные признаки строения древесины в пределах рода нами установлены.

Представляется интересным исследовать также и строение древесины представителей всего семейства в целом, что мы надеемся иметь возможность сделать в дальнейшем.

Ереван, октябрь 1949 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

- С. И. Ванин—1940. Древесиноведение. М.—Л.
- С. И. Ванин, Л. А. Баженова и Н. Г. Прикот—1934. Таблицы физических и механических свойств древесины древесных пород СССР—Л.
- П. З. Виноградов-Никитин—1949 г. Сборник „Декоративные древесины“. Тбилиси. Рукопись. Управление по делам Архитектуры Гр. ССР.
- В. Е. Вихров—1947. Диагностические признаки древесины главнейших пород СССР М.—Л.
- А. Ф. Гаммерман, А. А. Никитин и Т. Л. Николаева—1946. Определитель древесины по микроскопическим признакам. М.—Л.
- В. Д. Городецкий—1934. Пособие по дендрологии для Средней Азии. Москва—Ташкент.
- А. А. Гроссгейм—1949. Определитель растений Кавказа. М.—Л.
- Л. Ш. Давиташвили—1948. История эволюционной палеонтологии от Дарвина до наших дней. М.—Л.
- „Дерево“.—Каталог строительных материалов и изделий. Раздел IV „Дерево“. 1948.
- Б. И. Иваненко—1934. Техническое обследование новых для авиапромышленности древесных пород Закавказья. Труды Всесоюзного Научно-исследовательского института авиационных материалов. Вып. 14.
- Б. М. Козо-Полянский—1937. Основной биогенетический закон с ботанической точки зрения. Воронеж.
- В. Е. Москалева—1948. Изменение анатомического строения древесины при механических воздействиях. Докл. АН Арм. ССР, 9 (5).
- Г. В. Мухин—1933. Исследование модуля упругости древесины ясеня и дуба. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института авиационных материалов. Вып. 11.
- Л. М. Певцов и А. Х. Перельгин—1933. К вопросу о замене дуба и ясеня в обозроении другими породами. Сборник „К вопросу о замене дефицитных пород“. М.
- А. Х. Перельгин и Л. М. Певцов—1933. О физико-механических свойствах древесины ясеня. Там же.
- А. Х. Перельгин и Л. М. Певцов—1934. Механические свойства и испытания древесины. Гослестехиздат.

- К. Н. Суржин—1934. Исследование физико-механических свойств твердых пород дерева, применяемых в воздушных гребных винтах. Труды Центрального аэро-гидродинамического института. Вып. 162.
- А. Л. Тахтаджян—1947. О принципах, методах и символах филогенетических построений в Ботанике. Бюллетень Московского Общества испыт. прир., отд. биол. 52 (5).
- А. Л. Тахтаджян—1948. Морфологическая эволюция покрытосеменных, М. Техническая энциклопедия, Справочник физических, химических и технологических величин\*. Том IV.
- Л. С. Тимофеев—1927. Материалы к выяснению процесса ядрообразования древесины. Журн. Русск. бот. О-ва, 12.
- Н. Н. Чулицкий—1932. Исследование водопроницаемости и водопоглощаемости древесины различных пород. Труды Центрального агро-гидродинамического института. Вып. 122.
- А. А. Яценко-Хмелевский—1939. Стандартизация терминов размеров, употребляемых при описании древесины. Труды Тбилисского Ботанического Института, VII.
- А. А. Яценко-Хмелевский—1945. Строение древесины некоторых видов рода *Nothofagus* в связи с положением его в системе. Докл. АН Арм. ССР, 2 (4).
- А. А. Яценко-Хмелевский—1948. Принципы систематики древесины. Труды Ботанического Института АН Арм. ССР, V.
- А. А. Яценко-Хмелевский и Н. Н. Брегадзе—1939. К методике определения порозности древесины путем простейших измерений под микроскопом. Докл. АН Арм. ССР, 25 (9).
- Н. Р. Brown and A. J. Panshin—1940. Commercial Timbers of the United States. New-York and London.
- А. De Candolle—1844. Prodromus systematicae naturalis Regni vegetabilis. Pars VIII Parisii.
- Л. Chalk—1937. The phylogenetic value of certain anatomical features of dicotyledonous woods. Ann. Bot., I (n. s.).
- А. Chalon—1867. Anatomie comparée des tiges ligneuses des Dicotyledones. Bull. Soc. bot. Belgique, 7.
- М. Chattaway—1932. Proposed standards for numerical values used in describing woods. Trop. Woods, 36.
- Е. Kholblach—1895. Oleaceae. Natürlichen Pflanzenfamilien, T. IV, 2.
- Koehne—1893. Deutsche Dendrologie. Stuttgart.
- Г. F. Kohl—1881. Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Holzes der Oleaceae. Diss. Leipzig.
- Ж. Moller—1876. Beiträge zur vergleichende Anatomie des Holzes. Sitz. Akad. Wiss. Wien, 36.
- Г. О. Petersen—1901. Diagnostic Vedanatomie of N. V. Europas Traecr og Buske. Koebenhavn.
- Л. Piccioli—1906. I caratteri anatomici per conoscere i principali legnami adoterati in Italia. Bull. del. Laborat. e Orto bot. Siena.
- С. J. Record—1934. Identification of the Timbers of temperate North America. New-York.
- С. J. Record and R. M. Hess—1944. Timbers\* of the New World. New Haven.
- А. Rheder—1940. Manual of cultivated Trees and Shrubs. New York.
- С. Sax and E. C. Abbe—1932. Chromosome number and the anatomy of secondary xylem in the Oleaceae. Journ. Arnold Arboretum, 13.
- Г. H. Solereder—1885 Über die systematischen Werth der Holzstruktur bei den Dicotylen. Diss. München.
- W. D. Sterrett—1917. Utilization of Ash. U. S. Dept. Agric. Bull., 523.

Список исследованного материала<sup>1</sup>

- (847) *Fraxinus americana* L.—Восточная Европа. Из коллекций А. В. Ярмоленко. ✓
- (846) *Fraxinus americana* L.—США. Виргиния. Из коллекций А. В. Ярмоленко.
- (1949) *Fraxinus americana* L.—США. Виргиния. Из коллекций БИН АН СССР.
- (1953) *Fraxinus caroliniana* Mill.—Грузия. Из коллекций БИН АН СССР. ✓
- (35) *Fraxinus excelsior* L.—Арм. ССР. Мегринский район, сел. Личк. ✓  
Собр. С. Туманян.
- (852) *Fraxinus excelsior* L.—Из коллекций А. В. Ярмоленко.
- (853) *Fraxinus excelsior* L.— " " "
- (1094) *Fraxinus excelsior* L.—Сталинабадский Ботанический сад. Собр. А. И. Хримлян. 1948 г.
- (1957) *Fraxinus excelsior* L.—Из Ботанического кабинета СПБ Университета, 1912 г. Из коллекций БИН АН СССР.
- (2407) *Fraxinus excelsior* L.—(молодой образец). Ботанический сад Арм. ССР (Ереван). 1949 г. Собр. А. Яценко-Хмелевский.
- (1942) *Fraxinus floribunda* Wall.—Индия. От Лесного департамента. Из коллекций БИН АН СССР.
- (1948) *Fraxinus longicuspis* S. et Z.—Манджурия. Собр. Максимович. Из коллекций БИН АН СССР.
- (1947) *Fraxinus mandshurica* Rupr.—Амур. Собр. Максимович. Из коллекций БИН АН СССР.
- (851) *Fraxinus nigra* Marsh.—США. Иллинойс. Из коллекций А. В. Ярмоленко.
- (1951) *Fraxinus nigra* Marsh.—США. Нью-Йорк. Из коллекций БИН АН СССР.
- (1943) *Fraxinus nigra* Marsh.—США. Иллинойс. Из коллекций БИН АН СССР.
- (848) *Fraxinus oregona* Nutt.—США. Калифорния. Из коллекций А. В. Ярмоленко. ✓
- (1940) *Fraxinus oregona* Nutt.—молодой образец. Калифорния. Из коллекций БИН АН СССР. ✓
- (1944) *Fraxinus opus* L.—Из коллекций БИН АН СССР.
- (2408) *Fraxinus opus* L.—(молодой образец). Ботанический сад Арм. ССР (Ереван). 1949 г. Собр. А. Яценко-Хмелевский. ✓
- (435) *Fraxinus oxycarpa* Willd.—Армения, Гарни. Собр. А. Яценко-Хмелевский, 1946 г.
- (445) *Fraxinus oxycarpa* Willd.—Армения, Гарни—у реки. Собр. А. Яценко-Хмелевский, 1947 г.
- (2409) *Fraxinus oxycarpa* Willd.—(молодой образец). Ботанический сад АН Арм. ССР, 1949 г. Собр. А. Яценко-Хмелевский.

<sup>1</sup> В скобках указаны инвентарные №№ коллекции древесины Лаборатории Анатомии Растений Ботанического Института АН Армянской ССР.

- (1096) *Fraxinus oxycarpa* Willd. Сталинабадский Ботанический сад. Собр. А. И. Хримлян, 1948 г.
- (849) *Fraxinus pennsylvanica* Marsh.—США. Гарвардский Университет. Из коллекций А. В. Ярмоленко.
- (1939) *Fraxinus pennsylvanica* Marsh.—США. Гарвардский Университет. Из коллекций БИН АН СССР.
- (1938) *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. var. *lanceolata* (Borkh.) Sarg.—США. Иллинойс. Из коллекций БИН АН СССР.
- (1946) *Fraxinus rotamorphila* Herd.—Петербургский Ботанический сад. Из коллекций БИН АН СССР.
- (2410) *Fraxinus rotamorphila* Herd.—(молодой образец). Ботанический сад Арм. ССР (Ереван) 1949 г. Собр. А. Яценко-Хмелевский.
- (850) *Fraxinus quadrangulata* Michx.—США Иллинойс. Из коллекций А. В. Ярмоленко.
- (1956) *Fraxinus quadrangulata* Michx.—США. Иллинойс. Из коллекций БИН АН СССР.
- (1952) *Fraxinus raibocarpa* Rgl.—Бухарское Ханство, Денауское бекство. 1913 г. Собр. Михельсон. Из коллекций БИН АН СССР.
- (1098) *Fraxinus Regelia* Dipp.—Сталинабадский Ботанический сад. Собр. А. И. Хримлян. 1948 г.
- (1954) *Fraxinus sogdiana* Vge.—Дарвас. Собр. Регель. Из коллекций Бин АН СССР.
- (2411) *Fraxinus sogdiana* Vge—(молодой образец). Ботанический сад Арм. ССР (Ереван). 1949 г. А. Яценко-Хмелевский.
- (1945) *Fraxinus velutina* Torr.—США. Юта. Из коллекций БИН АН СССР.

Մ. Ս. ԳԶԻՐՅԱՆ

## ՀԱՅԵՆՈՒ ԲՆԱՓԱՅՏԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հեղինակը տվել է հացենու 17 տեսակների կառուցվածքի անատոմիական նկարագրությունը և կազմել է նրանց որոշելու բանալին ըստ բնափայտի կառուցվածքի հատկանիշների:

*Fraxinus*-ի տեսակների մեջ հեղինակը առանձնացրել է *F. sogdiana*-ն որպես առավել պրիմիտիվ կառուցվածք—հետերոզեն ճառագայթներ ունեցող, որը բնորոշում է հացենու բնափայտի կառուցվածքի պրիմիտիվ տիպը և *Fraxinus* ցեղն այդ հատկանիշով կապում է *Oleaceae* ընտանիքի մնացած ցեղերի հետ:

Աշխատության մեջ բերված են հացենու 12 տեսակների ֆիզիկոմեխանիկական հատկությունների համեմատական տվյալները: