

СОДЕРЖАНИЕ

Продукционный процесс и структура деревьев, древесин и древостоев

	<i>Предисловие</i>	4
Аксенов П.А., Коровин В.В.	<i>Сравнительно-анатомическое исследование древесины дуба, применяемой в виноделии</i>	5
Белошицкая Е.Л.	<i>«Народная ботаника» Н.В. Гоголя (к 200-летию писателя)</i>	16
Лятовски К.	<i>Пояснения к основным биологическим теориям Иосифа Пачоского</i>	19
Романовский М.Г.	<i>Особенности методологии биологических исследований</i>	24
Романовский М.Г.	<i>Теллермановское опытное лесничество – объект фундаментальных биогеоэкологических исследований</i>	26
Романовский М.Г.	<i>Продуктивность гетеротрофов и их роль в формировании пер Теллермановского леса (южная лесостепь)</i>	35
Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е.	<i>Современное оборудование для дендрохронологических исследований</i>	46
Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д.	<i>Прирост годичных колец хвойных в южном Сихотэ-Алине в связи с изменениями региональных и глобальных факторов среды</i>	51
Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д.	<i>Рост пихты белокорой в южном Сихотэ-Алине и факторы природной среды</i>	58
Корчагов С.А., Грибов С.Е., Щекалев Р.В.	<i>Свойства древесины ели в плантационных культурах Вологодской области</i>	63
Румянцев Д.Е., Соломина О.Н., Липаткин В.А., Мацковский В.В., Кухта А.Е., Николаев Д.К.	<i>Возможности перекрестного датирования хронологий сосны обыкновенной и ели европейской в центральной части Восточно-Европейской равнины</i>	67
Погиба С.П., Пугачев Д.И.	<i>Сравнительная оценка роста межвидовых гибридов пихт в Ивантеевском дендропарке Московской области</i>	75
Потапова Е.Ю.	<i>Некоторые особенности формирования лиственничников в Магаданской области</i>	77
Абагуров А.В., Абагурова Г.А.	<i>Лиственница на Камчатке</i>	79
Кухта А.Е., Румянцев Д.Е.	<i>Линейный и радиальный приросты сосны обыкновенной в Волжско-Камском и Центрально-Лесном государственных природных заповедниках</i>	88
Захаров Ю.Г.	<i>Изменчивость трендов линейного прироста у естественного возобновления сосны в условиях Тверской области</i>	94
Амосова И.Б., Феклистов П.А.	<i>Распределение влаги по сечению ствола в древесине березы повислой</i>	97
Коровин В.В., Пайамнор В., Аксенов П.А.	<i>Анатомическое изучение процесса укоренения черенков клена при обработке стимуляторами роста</i>	101
Пайамнор В.	<i>Хромосомные наборы некоторых видов клена</i>	108
Лебедев В.Г., Шестибратов К.А.	<i>Эффективный способ получения посадочного материала ясеня обыкновенного in vitro</i>	112
Иванов Ю.В., Карташов А.В., Савочкин Ю.В.	<i>Устойчивость всходов pinus sylvestris и picea abies к солевому стрессу</i>	119
Коженкова А.А., Захарова А.А.	<i>Опыт выращивания посадочного материала пихты сибирской при интродукции</i>	123

ПРЕДИСЛОВИЕ

Постоянно действующий семинар «Производственный процесс и структура деревьев, древесины и древостоев» был основан в апреле 2006 года. Одним из инициаторов его создания был преждевременно ушедший от нас заведующий кафедрой селекции, генетики и дендрологии Геннадий Анатольевич Курносов, которому исполнилось только 48 лет. Участники семинара и коллеги скорбят по случаю этой потери и чтят память Геннадия Анатольевича.

Семинар продолжает работу. В данном номере Лесного вестника представлены материалы, докладывавшиеся на заседаниях семинара его постоянными участниками, а также иногородними корреспондентами. Мы приглашаем всех желающих участвовать в работе семинара. На его заседаниях царят демократические традиции, способствующие объективному и доброжелательному обсуждению докладов, все дискуссии носят научный характер. Сопредседатели – профессор В.В. Коровин (МГУЛ) и зав. лабораторией экологии широколиственных лесов ИЛ РАН М.Г. Романовский приглашают принять участие в заседаниях постоянно действующего семинара всех неравнодушных к проблемам лесной науки.



СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ПРИМЕНЯЕМОЙ В ВИНОДЕЛИИ

П.А. АКСЕНОВ, зав. лабораторией каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ,
В.В. КОРОВИН, проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук,

axenov.pa@mail.ru; korovin@korolev-net.ru

Освещением вопросов сравнительной анатомии древесины различных внутривидовых таксонов системы рода *Quercus* L. занимались многие авторы [4, 8, 9, 13, 14, 16]. Особого внимания заслуживают совместные работы ВНИИ ПБиВП и МГУЛ, [10, 11, 12, 5, 7], в которых рассматривается макро- и микроструктура древесины дуба черешчатого, используемой в виноделии.

В представленной работе мы приводим результаты некоторых сравнительно-анатомических исследований древесины разных видов, экотипов и феноформ дуба, применяемой или условно пригодной к винодельческому производству.

Изучение микроструктуры древесины проводилось по модифицированным нами стандартным методикам [15 и др.] в лаборатории анатомии растений (МГУЛ).

Ниже приводим описание наших анатомических препаратов. Эталонном при описании условно принят дуб черешчатый из Теллермановского лесничества Воронежской области. При описании строения древесины других видов и образцов из других регионов приводятся только отличия от «эталонного» образца.

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Образцы древесины ранней (*Q. robur* L. f. *praecox* Czern.) и поздней (*Q. robur* L. f. *tardiflora* Czern.) феноформ из Теллермановского опытного лесничества (ТОЛ).

Поперечный срез. В широких годовых кольцах сосуды ранней древесины расположены в 3–4 слоя. В очень широких (2–4 мм и более) – образуют слегка изогнутые радиальные цепочки, включающие до 6–8 просветов. Иногда цепочки широких сосудов плавно переходят в скопления поздних узкопросветных. Однако чаще переход от широких сосудов к узким резкий. Радиальный диаметр сосудов ранней древесины поздней феноформы изменяется в пределах 190–260 мкм (диаметр

сосудов ранней формы на 10–15 % меньше). Очертания просветов крупных сосудов округлые, эллиптические; ближе к границе годичного прироста некоторые неправильно эллиптические. Просветы крупных сосудов организованы в группы, сужающиеся в сторону поздней древесины. Толщина стенок члеников сосудов немного превышает толщину стенок трахеид. В ядровой древесине широкие сосуды заполнены тилами.

Просветы узких сосудов поздней древесины многоугольные. Группируются они, образуя на поперечном срезе весьма разнообразные фигуры. В широких кольцах – организованы в радиально удлиненные группы. В средних по величине приростах группы поздних сосудов шире и имеют заметно выраженную тенденцию расширяться в сторону внешней границы кольца. В целом доля узкопросветных сосудов в широких годовых слоях древесины значительно меньше, чем в узких. Тилы в узких сосудах редки. Их встречаемость увеличивается с ростом ширины годичного кольца (рис. 1).

Сосудистые трахеиды присутствуют главным образом в ранней древесине в цепочках между широкими сосудами, контактируют с тангентальными участками стенок сосудов (рис. 2). В поздней древесине эти элементы труднее отличать от волокнистых трахеид.

Волокнистые и сосудистые трахеиды сосредоточены в зонах, обособленных группами как широкопросветных, так и узкопросветных сосудов. От клеток либриформа волокнистые трахеиды отличаются на поперечных срезах большими просветами и сравнительно тонкими оболочками. От сосудистых трахеид они отличаются меньшим поперечным сечением и более угловатой формой оболочек (рис. 1).

Клеток или, как часто говорят, волокон либриформа в очень узких годовых кольцах может не быть. В широких – их доля может

составлять до 50 % объема древесины. В целом содержание волокон либриформа пропорционально проценту поздней древесины. На поперечных срезах волокна отличаются большой толщиной стенок и угловатыми очертаниями. Ширина просветов у клеток либриформа может быть меньше ширины клеточной стенки. У всех других клеток в древесине дуба черешчатого толщина оболочек значительно меньше. В годичных кольцах, в поздней древесине, волокна обычно образуют обособленные плотные группы-зоны, разнообразие в которые вносят только цепочки клеток тяжелой паренхимы и узкие лучи. Последние, пересекая зоны волокон, сужаются в 1,2–2,2 раза. Увеличение ширины годичного кольца связано с возрастанием упорядоченности расположения зон волокон либриформа. Форма и тип расположения зон волокон на поперечном срезе широкослойной древесины являются видоспецифичными признаками для рассматриваемых видов дуба.

Вторичные оболочки либриформа лигнифицированы значительно меньше, чем первичные. Часто в поздней древесине широких годичных колец зоны либриформа частично или полностью замещены желатинозными клетками или желатинозными волокнами. На анатомических препаратах желатинизированные вторичные оболочки деформируются и разрываются под воздействием реагентов, применяемых для приготовления постоянных препаратов, что говорит об их низкой прочности. Желатинозные волокна до настоящего времени недостаточно изучены, но, судя по анатомическим препаратам, есть основание считать, что по механическим свойствам они по крайней мере не превосходят другие структурные элементы. Все это в известной мере входит в противоречие с представлением о том, что прочность древесины дуба определяется в основном волокнами либриформа.

Лучи гомогенные – широкие и однорядные. Однорядные лучи на поперечном срезе в поздней древесине широких годичных колец располагаются в виде довольно правильных прямых линий. При встрече с широкими сосудами ранней древесины однорядные лучи, контактирующие с сосудами, меняют ориентацию и огибают сосуды. Приближаясь к широ-

ким сосудам клетки, однорядные лучи заметно расширяются и часто укорачиваются. Расширение клеток лучевой паренхимы заметно и при прохождении через зону узких сосудов в поздней древесине (рис. 1, 2).

Тяжевая или осевая паренхима метатрахеальная или скудная диффузная. Цепочки метатрахеальной паренхимы в поздней древесине широких годичных колец часто прерываются клетками либриформа или располагаются не строго тангентально. Двурядные цепочки встречаются редко, обычно 2–3 неправильных ряда паренхимных клеток разделяются 1–2 рядами волокон. В зоне ранних сосудов осевая паренхима никак не упорядочена и может быть названа диффузной. Здесь ее доля участия меньше, чем в поздней части годичного прироста. Типичной вазикентрической паренхимы нет, с сосудами контактируют лишь отдельные тяжи осевой паренхимы. Очевидно, тяжевая паренхима или не участвует в образовании тил, или участие ее в этом процессе незначительно.

Терминальная зона годичного кольца представлена 1–2, местами – 4 рядами сплюснутых в радиальном направлении волокнистых трахеид. По степени утолщения вторичных оболочек эти трахеиды существенно не отличаются от других трахеид поздней древесины. Тяжевая паренхима в терминальной зоне не встречается. При пересечении границ приростов широкими лучами часто видны искривления терминальной зоны с образованием *N*-образной ступеньки или впадины глубиной 0,2–1,1 мм (рис. 3).

Тангентальный срез. Членики сосудов с клювиками разной величины, иногда почти не выраженными. Перфорационные пластинки простые, у широких сосудов – перпендикулярные оси или слегка наклонные, у сосудов поздней древесины – наклонные. Поры на стенках широкопросветных (ранних) сосудов в расположении мало упорядочены (так называемое «свободное расположение»). Поры двух типов: в зонах контакта с сосудистыми трахеидами – с округлыми или эллиптическими окаймлениями и с горизонтальными эллиптическими щелями просветов; в зонах контакта с лучами – простые, неправильной несколько угловатой формы.

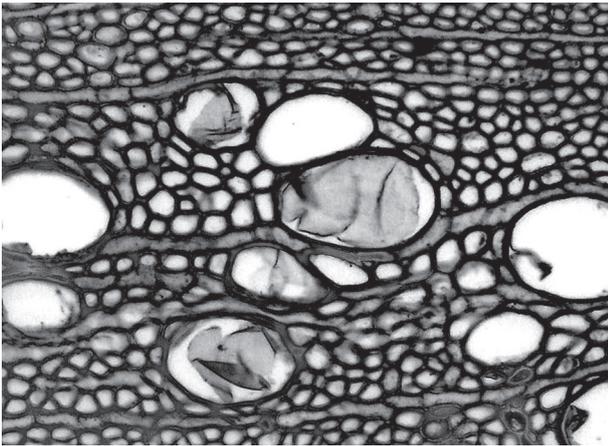


Рис. 1. Дуб черешчатый (*f. tardiflora*) из ТОЛ. Поперечный срез в зоне поздней древесины. По центру – затиланные поздние сосуды, окруженные волокнистыми трахеидами. Объектив: C-Plan 25/0,45, ∞/0,17

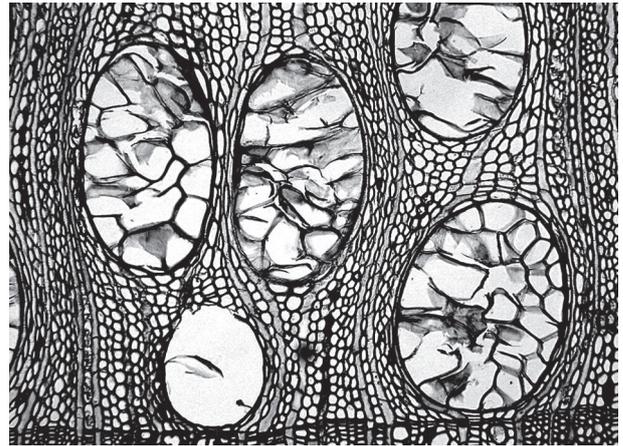


Рис. 2. Дуб черешчатый из провинции Лемузен. Поперечный срез в зоне ранней древесины. Видны затиланные ранние сосуды, окруженные сосудистыми трахеидами. Объектив: C-Plan 12,5/0,3, ∞/0,17

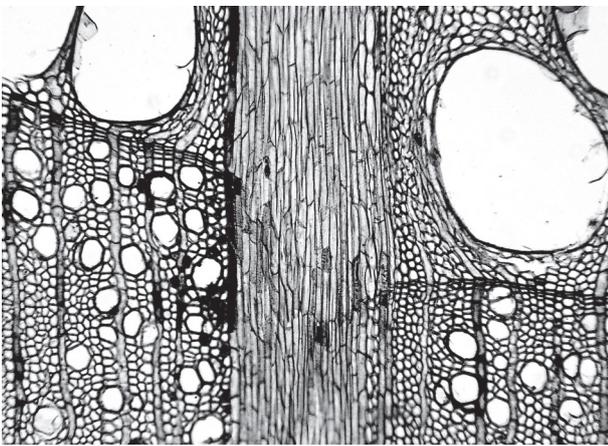


Рис. 3. Дуб черешчатый (*f. tardiflora*) из ТОЛ. Поперечный срез по границе г. колец. Наблюдается пересечение терминальной зоны широким лучом. Объектив: Plan 9/0,2, 160/0,17



Рис. 4. Дуб черешчатый (*f. tardiflora*) из ТОЛ. Тангентальный срез. По центру – широкий луч, расчлененный трахеальными элементами. Объектив: C-Plan 12,5/0,3, ∞/0,17

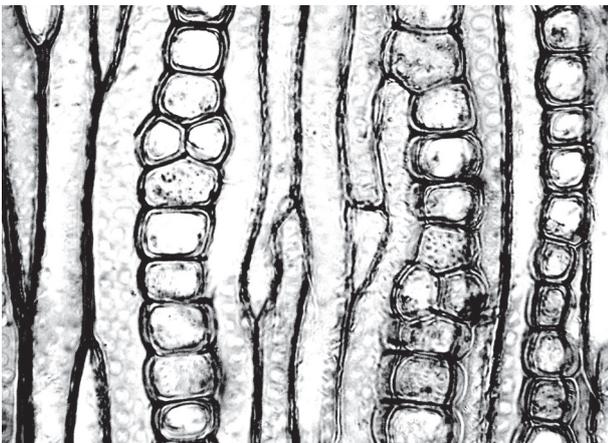


Рис. 5. Дуб черешчатый (*f. tardiflora*) из ТОЛ. Тангентальный срез. Видны два частично двурядных луча, состоящие из уплощенных клеток. Объектив: C-Plan 25/0,45, ∞/0,17

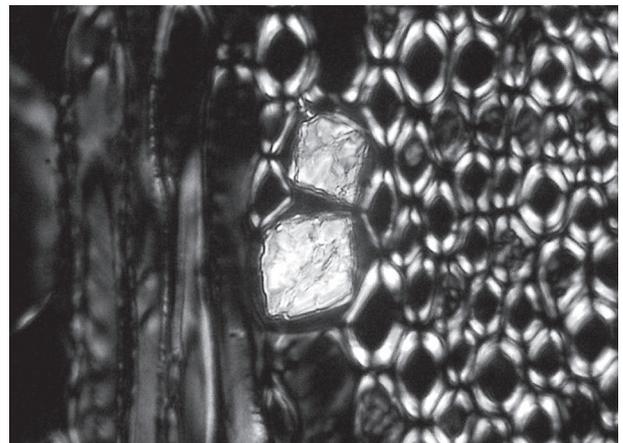


Рис. 6. Дуб черешчатый из провинции Лемузен. Тангентальный срез. По центру – кристаллы оксалата. Объектив: C-Plan 25/0,45, ∞/0,17. Поляризационный режим

Сосудистые трахеиды с притупленными окончаниями. Поры двух типов: в зонах контакта с сосудами повторяют форму окаймленных пор члеников сосудов, в зонах контакта с волокнистыми трахеидами – с косыми (наклонными) окаймлениями и сравнительно с порами сосудов с узкими, как и окаймления, также наклонными просветами. Между соседними сосудистыми трахеидами окаймленные поры расположены обычно в один–два ряда.

Окончания волокнистых трахеид заостренные. Поры упорядочены в 1, реже в 2 ряда, щелевидные с узкими окаймлениями. Просветы пары пор между соседними волокнистыми трахеидами скрещенные.

Волокна либриформа несколько превышают длину волокнистых трахеид. Окончания в разной степени заостренные, часто слегка зазубренные. Поры на тангентальных стенках практически отсутствуют или очень редки, очень узкие, щелевидные со слабо выраженными окаймлениями или совсем без окаймлений.

Широкие лучи (шириной 200–500 мкм) включают по горизонтали примерно 20–35 клеток. Высота широких лучей варьирует в пределах 5–40 мм. Встречаемость на единице поверхности тангентального среза составляет 2–5 см². В тангентальной плоскости клетки неупорядоченны, имеют близкую к округлой, иногда несколько угловатую форму сечения. Края широких лучей неровные. Внутри широких лучей часто внедряются волокнистые трахеиды или тяжи осевой паренхимы. Иногда группы этих элементов, включающие и узкие сосуды, могут расчленять широкие лучи (рис. 4).

В узких лучах число клеток по высоте варьирует от 2 до 30 и более. Чаще – 12–15. Большинство узких лучей однорядные (рис. 4). В поздней древесине, в зоне либриформа, клетки узких лучей вертикально эллиптические, по мере приближения к окончаниям ширина клеток постепенно уменьшается. При приближении к сосудам и в зонах контакта с ними ширина клеток лучевой паренхимы возрастает. В плоскости тангентального среза некоторые клетки луча выглядят сплюснутыми, т.е. большее измерение поперек оси. Часть клеток лучевой паренхимы, контакти-

рующих с широкими сосудами, расширяясь, приобретают неправильную несколько угловатую форму. Иногда, сравнительно редко, наблюдается частичная двурядность узких лучей (рис. 5).

Ширина клеток однорядных лучей и частота встречаемости частично двурядных лучей в плоскости тангентального среза, по нашему мнению, являются важными критериями отбора древесины дуба для выдержки коньячных спиртов. Эти признаки имеют большее числовое значение у поздней феноформы дуба в сравнении с ранней.

Тяжи осевой паренхимы состоят из 2–7 клеток. Протопласты соседних клеток соединяются через плазмодесмы полей простых пор, расположенных на поперечных клеточных стенках тяжа. Очертания внутренних клеток тяжа с той или иной степенью приближения напоминают прямоугольники с закругленными углами, краевые клетки обычно заостренные, реже – тупо заканчивающиеся (рис. 4). Края тяжей паренхимы, контактирующей с лучами, повторяют форму боковой (радиальной) поверхности луча. В ранней древесине, вблизи сосудов, ширина клеток осевой паренхимы, равно как и клеток лучевой паренхимы, заметно увеличивается.

Радиальный срез. Поры на полях перекреста сосудов с лучами со стороны сосудов окаймленные, с овальными просветами. Большие диаметры просветов почти перпендикулярны оси. Окаймления имеют очертания правильного круга. Со стороны луча поры простые.

Просветы неправильно эллиптические, больший диаметр с остатком вписывается в окаймление поры контактирующего сосуда. Расположение пор в поле перекреста свободное.

Поры сосудистых трахеид на радиальных поверхностях двух типов в зависимости от того, с какими клетками они контактируют: в зонах контакта с сосудами – крупные с эллиптическими окаймлениями, просветы совпадают, в этом случае они чаще выстроены в один вертикальный ряд; в местах контакта с одноименными элементами и волокнистыми трахеидами поры с правильными округлыми меньшего диаметра окаймлениями, распола-

гаются в два ряда. Иногда оба типа пор можно наблюдать у одной трахеиды. Пары пор между волокнистыми трахеидами со сравнительно узкими окаймлениями, просветы скрещивающиеся.

Поры в полях перекреста с волокнистыми трахеидами подчиняются порядку расположения пор на трахеидах. В зонах перекреста с либриформом – мелкие, с узкими щелевидными просветами, практически без окаймлений, встречаются крайне редко, чаще отсутствуют.

Клетки тяжелой паренхимы варьируют по ширине и высоте: в поздней древесине, в массе либриформа, они значительно уже, чем в зонах скопления сосудов; вблизи сосудов ранней древесины их ширина в плоскости радиального среза значительно больше, чем в поздней древесине, а высота несколько меньше.

В переходной зоне (между заболонью и ядром) в лучевой и тяжелой паренхиме сохраняется протопласт, в некоторых клетках хорошо различимо ядро.

Описание различий фенологических форм дуба из ТОЛ по признакам анатомического строения ядровой древесины приводится в нашей публикации [2].

Дуб черешчатый. Образцы из Франции, провинция Лемузен (является лучшим сырьем для изготовления бочек с целью выдержки коньячных спиртов высшего качества).

Поперечный срез. Радиальные приросты широкие – в среднем 3,4 мм, варьируют незначительно. Как следствие этого, зона поздней древесины протяженная, занимает в среднем 70 ± 15 %, четко отделена от ранней.

Сосуды ранней древесины крупные (250–300 мкм в диаметре), располагаются в 2–3, реже в 4 ряда, имеют высокую степень затилованности. Тилы мелкие, многочисленные, с относительно толстыми клеточными стенками, в центральной зоне просвета сосуда, предположительно, образовались путем деления. По линии радиального диаметра сосуда можно насчитать до 12 тил (рис. 2) [3]. Просветы сосудов постепенно уменьшаются в диаметре в радиальном направлении и образуют треугольные выросты, резко переходящие в узкопросветные поздние сосуды,

находящиеся в среде, состоящей из тяжелой паренхимы и волокнистых трахеид.

Поздние сосуды образуют радиально ориентированные, расширяющиеся к границе прироста узкие цепочки, чередующиеся с сужающимися цепочками механических элементов. В узкопросветных сосудах поздней древесины часто можно наблюдать тилы. В дубе из ТОЛ образование тил в сосудах поздней древесины – явление редкое.

Аксиальная паренхима по расположению метатрахеальная, реже диффузная (в зоне сосудов), часто образует межлучевые тяжи в зонах волокон либриформа.

Существенное отличие от древесины дуба этого же вида из ТОЛ состоит в форме однорядных лучей: в поздней древесине линейное расположение лучей часто нарушается контактирующими с ними узкими сосудами; клетки лучевой паренхимы представляются сдавленными соседними волокнами либриформа и волокнистыми трахеидами так, что очертания боковых стенок полностью повторяют форму прилегающих осевых элементов. В результате форма клеток лучевой паренхимы представляется совершенно неправильной. Подобное явление местами наблюдается и в древесине дуба из Воронежской области, но там оно очень слабо выражено. Отдельные широкие лучи могут рассекаются широкими пучками осевых элементов, цепочки которых в этом случае отклоняются от радиального расположения.

Тангентальный срез. Однорядные лучи встречаются с частотой 90–100 мм². Частично двурядные лучи составляют около 12 % от общего числа лучей. Клетки однорядных лучей в основной массе имеют большее измерение поперек оси. В зоне широких и узких сосудов уплощенность (превышение горизонтального, ориентированного поперек оси стебля, диаметра) выражена еще сильнее. Ширина лучевых клеток превышает высоту на 5–27 %.

Широкие лучи крупные, 250–600 мкм шириной, встречаются с частотой 1,5–2,2 см², иногда включают клетки с сильно утолщенными, подобно либриформу, оболочками. Ориентированы такие клетки тоже радиально. Заслуживает внимания тот факт, что в клетках лучей, реже в протопластах тяжелой

паренхимы, можно обнаружить мелкий кристаллический песок и крупные призматические кристаллы (высотой до 70 мкм) оксалата кальция ($\text{Ca}(\text{COO})_2$) (рис. 6). Возможно, это связано с повышенным содержанием кальция в почвах. Сами широкие лучи часто образуют длинные вертикальные (ориентированные вдоль оси стебля) цепочки, разделенные слоями осевых элементов, в том числе и узкопросветных сосудов. Такие структуры на тангентальном срезе можно представить как очень высокий многорядный луч, расчлененный по вертикали группами осевых элементов.

Дуб скальный (*Q. petraea* (Mattuschka) Liebl.). Образцы из Республики Адыгея и Франции: Вогезы, Центральное плато.

Поперечный срез. Характерна большая величина радиальных приростов. Ранние сосуды очень широкие, просветы эллиптические. Переход от широкопросветных сосудов к узким резкий. Ранние широкопросветные сосуды расположены обычно в 4–5 рядов. Обособленных групп широких сосудов, образующих те или иные фигуры, не наблюдается. В целом можно говорить о большом сходстве внутреннего строения дуба скального и дуба черешчатого.

Диаметр сосудов поздней древесины постепенно убывает в сторону границы кольца. Узкопросветные сосуды организованы в основном в радиальные цепочки. Очертания просветов многоугольные.

В клетках осевой паренхимы часто видны кристаллы оксалата кальция. Радиальные ряды кристаллоносных клеток встречаются и в широких лучах

Тангентальный срез. В узкопросветных сосудах часто образуются тилы, обычно по 1–2 в одном членике.

Широкие лучи включают примерно 30 рядов клеток. Края неровные. Ближе к краям местами наблюдается включение в широкий луч тяжей осевой паренхимы.

В поздней древесине, в зоне скопления либриформа, однорядные лучи высокие и узкие, до 30 клеток, образованы вертикально вытянутыми эллиптическими элементами; в зоне сосудов ширина клеток однорядных лучей значительно больше. У непосредственно примыкающих к сосуду лучей ширина клеток

может в 2–2,5 раза превышать высоту. Высота однорядных лучей в зоне сосудов меньше – обычно до 20 клеток.

Наблюдаются значительные различия в размерах клеток однорядных лучей в древесине из различных районов Франции [1].

Радиальный срез. В полях перекреста с сосудами поры простые, очень широкие, по форме близкие к эллиптическим, но просветы уже окаймления пор сосудов. Поры между тилами внутри члеников сосудов несколько уже, величина их варьирует по форме от округлых до эллиптических.

Дуб каштанolistный (*Q. castaneifolia* C. A. Mey.). Образцы из Северного Ирана.

Поперечный срез. Крупные просветы ранних сосудов округлые, слегка овальные или неправильной формы, последнее чаще наблюдается в узких годичных кольцах. В широких годичных кольцах расположены поодиночке в один–два слоя на сравнительно большом расстоянии друг от друга. Здесь же, в ранней древесине встречаются одиночные мелкие сосуды, ширина просветов которых меньше, чем в поздней древесине. Толщина оболочек сосудов превышает толщину оболочек окружающих осевых элементов. Распределение сосудов в поперечной плоскости радиального прироста показано на рис. 7.

Сосуды поздней древесины в широких годичных кольцах специфического рисунка не образуют или выстроены в радиальные, иногда с отклонением от радиального направления, цепочки; иногда бывают расположены сравнительно равномерно. Характерно изменение диаметра просветов: в зоне перехода от ранней древесины к поздней они сравнительно небольшие, далее, по мере удаления от ранней зоны, диаметр их увеличивается, а ближе к границе прироста снова заметно сужается. В узких годичных кольцах диаметр просветов поздних сосудов уменьшается по мере приближения к границе прироста. В сравнении с ранее рассмотренными видами величина просветов сосудов поздней древесины большая. Оболочки очень толстые, чем микроструктура древесины дуба каштанolistного существенно отличается от древесины других видов дуба. Все сосуды поздней древесины в той или иной степени затиланы [6].

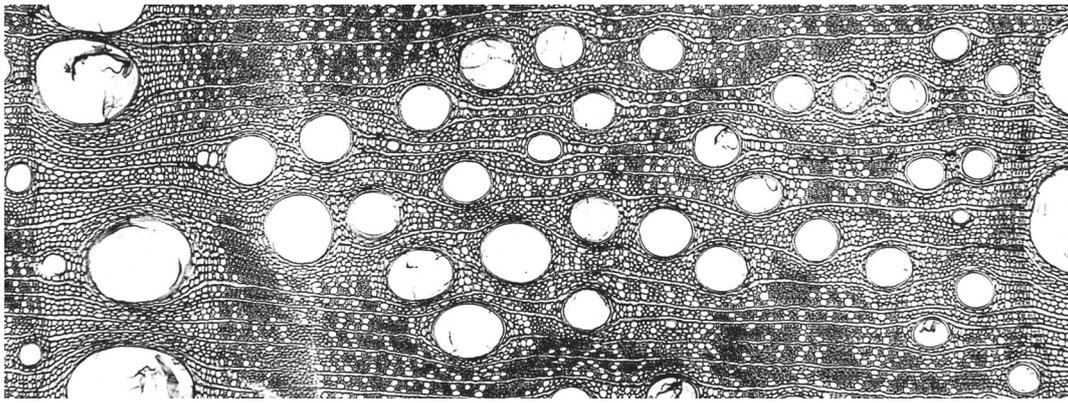


Рис. 7. Дуб каштановый. Поперечный срез. Объектив: С-Plan 3,2/0,1, ∞/-

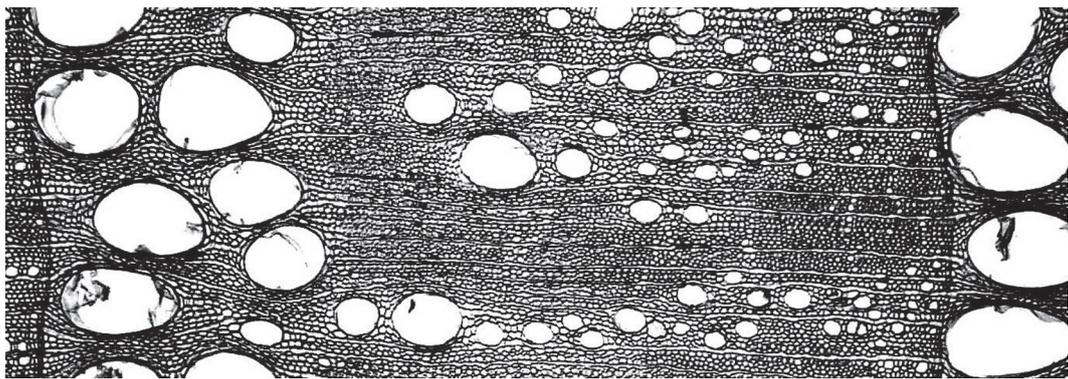


Рис. 8. Дуб монгольский из Чугуевского лесхоза. Поперечный срез. Объектив: С-Plan 3,2/0,1, ∞/-

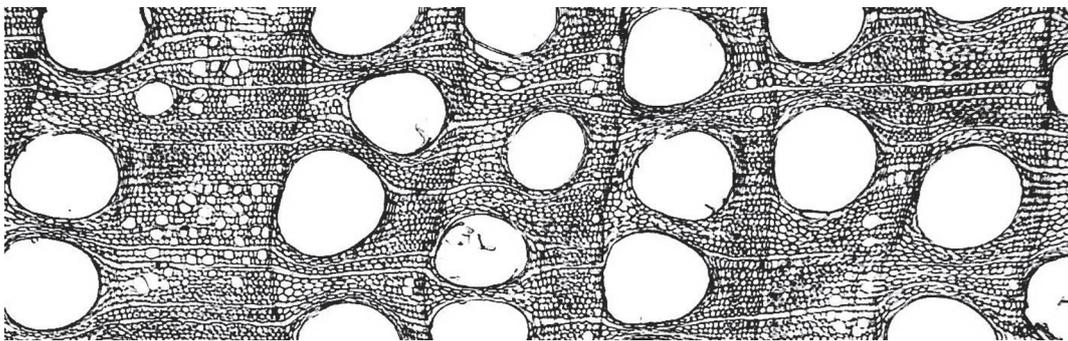


Рис. 9. Дуб монгольский из Хехцирского лесхоза. Поперечный срез. Объектив: С-Plan 3,2/0,1, ∞/-

Зоны либриформа в широких годичных кольцах занимают 40–50 % площади поперечного среза, имеют различную форму, в большинстве случаев вытянуты радиально. В узких годичных кольцах либриформ составляет значительно меньшую долю площади поперечного среза. В широких годичных приростах оболочки волокон очень толстые, просвет волокна обычно меньше толщины одной стенки, что тоже отличает древесину данного вида от прочих. В узких годичных приростах просветы волокон больше толщины стенок.

Осевая паренхима метатрахеальная и диффузная, обильная. Цепочки паренхимных

клеток сближенные, но обычно однорядные, часто неполные или прерывистые.

Прогиба границы годичного кольца в зоне прохождения широкого луча не наблюдается. Прогиб заметен только в самом луче. Возле луча часто можно наблюдать подъем границы прироста.

Терминальная зона выражена неясно. Величина просветов осевых элементов в измерении по радиусу по мере приближения к границе годичного прироста постепенно уменьшается.

Тангентальный срез. Однорядные лучи образованы округлыми или слегка эллиптическими (в зоне скопления либриформа)

клетками. Высота лучей составляет 10 ± 5 клеток. Расширение клеток возле сосудов не столь выражено, как у ранее рассмотренных видов. Оболочки лучевой паренхимы толще, чем других видов дуба. Частично двурядные лучи практически не встречаются.

Широкие лучи состоят из клеток различной величины – внутри луча они меньше, чем по краям. Встречаются кристаллы.

Радиальный срез. Поры на радиальных стенках сосудов сомкнутые, расположены очередно или косыми рядами.

В лучевой и осевой паренхиме образуются кристаллы. Полости некоторых лучевых клеток заполнены ими целиком. Форма варьирует, встречаются призматические и многогранные кристаллы. Кристаллоносные клетки расположены группами. Отдельные кристаллы в широких лучах достигают величины, существенно превышающей высоту двух лучевых клеток.

Дуб монгольский (*Q. mongolica* Fisch. ex Ledeb.). Образцы из Приморского (Чугуевский лесхоз) и Хабаровского (Хехцирский лесхоз) края.

Поперечный срез. В целом древесина из Чугуевского лесхоза характеризуется более широкими годовыми кольцами (рис. 8) в сравнении с древесиной с узкими годовыми приростами, отобранной в Хехцирском лесхозе [7].

Граница годовых приростов очень неровная – разделена на участки, ограниченные широкими лучами. При этом в соседних участках граница может занимать существенно различающиеся уровни, т.е. величина радиального прироста у отдельных участков между двумя широкими лучами различна.

Сосуды ранней древесины из всех рассмотренных здесь видов самые мелкие, неправильно эллиптической формы, выстроенные в зигзагообразно изгибающиеся цепочки. Величина просветов в цепочках при переходе из ранней древесины в позднюю постепенно уменьшается. Цепочки тянутся через весь годичный прирост, и явно выраженной зоны перехода от ранних сосудов к поздним нет. Тилы наблюдаются во всех сосудах цепочек.

Собственно узкопросветные сосуды поздней древесины очень редки, расположе-

ны в прослойках либриформа поодиночке или небольшими группами.

В узкослойной древесине крупные сосуды часто составляют один ряд, примыкающий к границе годичного прироста, поздние сосуды либо отсутствуют, либо собраны в небольшие, неправильной формы скопления (рис. 9).

Зоны либриформа составляют большую часть площади поперечного среза. Просветы волокон либриформа на поперечном срезе крупные, больше ширины двух оболочек.

Осевая паренхима скудная, метатрахеальная. Однорядные радиальные цепочки паренхимных клеток неполные или прерываются. Цепочки расположены редко, на большом расстоянии друг от друга.

Широкие лучи при «прохождении» через границы годовых приростов расширяются.

Терминальная зона образована 2, реже 3–4 клетками, местами включает осевую паренхиму. Заметного прогиба годичного слоя в местах прохождения широких лучей не наблюдается.

Тангентальный срез. Поры сосудов с узкими горизонтально ориентированными эллиптическими отверстиями. Окаймления округлые. Поры сомкнутые, расположены неровными рядами. У сосудистых трахеид поры располагаются в 1–2 ряда, формой и расположением повторяют поры сосудов.

Поры на стенках волокнистых трахеид щелевидные, пары пор скрещены, диаметры окаймлений меньше длины поровых отверстий, расположены в один, иногда прерывистый, ряд.

На тангентальных стенках волокон либриформа поры отсутствуют или очень редки. Отверстия пор узкие, щелевидные, со слабо различимыми окаймлениями.

Узкие лучи многочисленны, невысокие – до 15 клеток, образованы округлыми реже (в пределах зоны либриформа) слегка вертикально вытянутыми клетками. Нередко встречаются частично двурядные лучи. Изредка – целиком двурядные.

Широкие лучи уже, чем в древесине других видов, состоят из 15–25 клеток в ширину, но имеют большую высоту. Частота

встречаемости значительно превышает этот показатель у других рассматриваемых нами видов дуба.

Радиальный срез. На полях перекреста с сосудами крупные полуокаймленные пары пор расположены в один ряд.

На стенках узких сосудов встречаются расположенные в один ряд крупные поры с горизонтально ориентированными узкими поровыми отверстиями и эллиптическими окаймлениями.

Кристаллы в клетках паренхимы встречаются редко.

Дуб белый (*Q. alba* L.). Образцы из Северной Америки.

Поперечный срез. Границы годичных приростов неровные, в зонах пересечения границы широкими лучами возникают хорошо выраженные выступы и лишь в самом луче небольшое углубление. Широкопросветные сосуды ранней древесины расположены группами. В условном радиальном ряду обычно 2–4 сосуда. Форма просветов изменчива, есть правильно округлые, эллиптические, неправильно округлые. Переход от ранних сосудов к поздним, узкопросветным, резкий. Членики сосудов полностью затиллованы. Оболочки тил толстые, так как хорошо сохраняются после окрашивания и проводки на тонких срезах.

Сосуды поздней древесины выстроены вместе с сосудистыми и волокнистыми трахеидами в хорошо обособленные узкие извилистые радиальные ленты. Просветы сосудов в лентах имеют многоугольные очертания.

Основная масса клеток либриформа в виде обширных радиально удлиненных участков расположена в поздней древесине. Кроме того, и в ранней древесине между группами широкопросветных сосудов присутствуют небольшие скопления либриформа, что обычно не наблюдается у представителей других видов дуба. Просветы полостей у клеток либриформа сравнительно узкие, меньше толщины двух стенок.

Осева паренхима в поздней древесине скудная метатрахеальная. Однорядные, местами прерывающиеся, тангентальные цепочки тянутся через всю прослойку либриформа и сохраняют такой порядок расположения

после пересечения с однорядными лучами. В ранней древесине осевая паренхима также немногочисленна, располагается преимущественно диффузно с некоторой тенденцией к метатрахеальности.

Терминальная древесина хорошо обособлена и образована 2–4 уплощенными в радиальном направлении клетками.

Тангентальный срез. Поры на стенках широкопросветных сосудов расположены группами. В группах поры сомкнуты окаймлениями. Отверстия пор узкие косые.

В местах контакта сосудистых трахеид друг с другом поры располагаются вертикальными рядами или беспорядочно. Окаймления не сомкнуты.

Тилы в узких сосудах встречаются редко.

Узкие лучи высокие, до 30 клеток, клетки на тангентальном срезе округлые. Встречаются частично двурядные и редко – полностью двурядные.

Многорядные лучи сравнительно узкие и подобно таким же лучам у дуба монгольского состоят из 15–25 клеток в ширину. Они образуют длинные вертикальные цепочки, разделенные косыми прослойками осевых проводящих элементов. Такие цепочки можно рассматривать как очень высокие многорядные лучи или агрегатные лучи, соединенные окончаниями.

Радиальный срез. Конечные стенки клеток лучевой паренхимы перпендикулярны длинной стороне или наклонены на угол, мало отличающийся от прямого.

Выводы и обобщения. Сравнение анатомического строения древесины изученных видов дуба говорит в первую очередь о большом сходстве их проводящей ткани. Вслед за С.А. Туманян [13] мы также имеем основание утверждать, что существенное различие можно уловить лишь в количественных признаках, которые очень зависят от ширины годичных колец, а этот показатель в свою очередь тесно связан с условиями произрастания и погодой в отдельные промежутки времени. Однако отдельные видовые особенности строения древесины все-таки имеются. Так, древесине дуба каштанолистного свойственны толстые оболочки члеников поздних сосудов, округлая

форма и значительная величина их просветов. Древесина дуба белого отличается толстыми оболочками тил и меньшей, чем у других рассмотренных видов дуба, долей осевой паренхимы. Для древесины дуба монгольского характерно постепенное уменьшение диаметров просветов сосудов; при этом иногда бывает сложно провести четкую границу между зонами ранних и поздних сосудов.

У рассмотренных видов образование тил происходит в заболони до превращения заболонной древесины в ядровую. При этом степень закупорки сосудов тилами во всех случаях достаточная, чтобы обеспечить непротекаемость бочки через торцы клепки. Можно с достаточной степенью уверенности говорить, что полости члеников ранних сосудов полностью или почти полностью заполнены тилами. Это обстоятельство весьма важно для виноделия, так как тилы, образуя так называемую «ложную паренхиму» (Раздорский, 1949), являются хранилищем основных экстрактивных веществ, формирующих вкус вин и коньяков.

Ширина годичных колец существенно влияет на механические свойства древесины и очень важна как критерий пригодности для производства винодельческой клепки. Этот показатель относится к макроструктурным признакам, однако понять, почему он столь значим для виноделия, можно лишь учитывая особенности анатомического строения древесины. Следует помнить, что сосуды, заполненные тилами, являютсяместищем танинов и ряда других важных для виноделия экстрактивных веществ. В широких годичных кольцах доля сосудов в сравнении с другими осевыми элементами древесины меньше, чем в узких. В очень узких кольцах может совсем отсутствовать либриформ, и годичное кольцо в таком случае состоит на 70–80 % из широкопросветных сосудов.

Имея в виду вышесказанное, можно с анатомических позиций достаточно уверенно говорить о степени пригодности или, что, пожалуй, вернее, о предпочтительности широко-слоистой или узкослойной древесины для выдержки тех или иных алкогольных напитков.

Узкослойная древесина содержит много легкодоступных для водно-спиртовой экс-

тракции танинов и прочих экстрактивных веществ. Она легко проницаема для растворов. Следует иметь в виду, что на радиальных стенках осевых элементов пор больше, чем на тангентальных, а рабочей поверхностью древесины винодельческой клепки является радиальная поверхность. В узкослойной древесине, как было сказано, наибольшую долю структурных компонентов составляют широкопросветные проводящие элементы – сосуды и сосудистые трахеиды, на стенках которых находятся крупные окаймленные поры. Поры сосудов, преимущественно на радиальных стенках, в зонах контакта с лучами, расширены в процессе образования тил. Вследствие этого экстрактивные вещества узкослойной древесины легко доступны и могут быстро вымываться спиртоводными смесями. Следовательно, узкослойная древесина предпочтительна для изготовления бочек, не рассчитанных на длительную эксплуатацию и предназначенных в основном для выдержки вин, но не коньяков, виски, бренди. Важно также иметь в виду, что такая древесина в сравнении с широко-слоистой не столь прочна, а изготовленные из нее бочки недолговечны и по физико-механическим показателям. С другой стороны, узкослойная древесина является более подходящим материалом для производства брусочков и щепы, используемых при ускоренной резервуарной выдержке спиртов. В этом случае низкие механические свойства древесины не являются недостатком (скорее наоборот – достоинством). Такая древесина предпочтительна и для получения дубового экстракта.

Широко-слоистая древесина содержит большие прослойки либриформа, препятствующие быстрому проникновению жидкости во внутренние слои клепки. Такая древесина включает значительную долю осевой паренхимы, располагающейся внутри прослоек либриформа. Процессы экстракции, окисления экстрактивных веществ и гидроэтанолиза лигнина протекают медленнее и стабильнее во времени. Бочки из такой древесины более прочны и долговечны. Именно широко-слоистая древесина должна использоваться для выдержки коньячных спиртов, для получения виски и бренди. Прочность широко-слоистой древесины определяет также ее предпочти-

тельность для изготовления больших долго работающих емкостей – бутов.

Для правильного понимания вышесказанного следует помнить, что все наши рассуждения, касающиеся широкослойной и узкослойной древесины, справедливы по отношению к дубу, произрастающему в европейской части России и на Кавказе. Что же касается дуба из более западных регионов, из мест с оптимальными для дуба условиями произрастания, то в понимание критерия предпочтительности на основе ширины годичного кольца следует вносить поправку. Очень большие радиальные приросты приводят к формированию древесины со слишком небольшой долей ранних затиллованных сосудов, из-за чего снижается общее количество доступных экстрактивных веществ, а сама экстракция протекает слишком медленно. Именно этим можно объяснить предпочтение французами бондарями, работающими для виноделия, относительно узкослойной древесины.

Обобщая собственные наблюдения и относящиеся к этому вопросу данные литературы, можно сказать, что по анатомическим признакам древесина всех рассмотренных нами видов дуба вполне пригодна для изготовления коньячных и винных бочек. Такое заключение основывается на принципиальном сходстве строения древесины дубов черешчатого и скального со строением древесины остальных видов. Два первых прошли многовековую проверку в практике виноделия. Разумеется, для более точной оценки степени пригодности древесины необходимы данные химического анализа экстрактов, которые могут внести поправки в наше заключение. Окончательная же оценка в любом случае остается за дегустаторами.

Библиографический список

1. Аксенов, П.А. Сердцевинные лучи древесины как критерий отбора дуба для целей коньячного производства / П.А. Аксенов, И.Ю. Кондратова // Тезисы докладов III Пуштинской международной школы-семинара по экологии. – «Экология 2004: эстафета поколений». – М.: МГУЛ, 2004. – С. 16–18.
2. Аксенов, П.А. Исследование структуры и химического состава древесины дуба различного географического происхождения для оценки его пригодности к производству высококачественных коньячных спиртов / П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 5. – С. 9–16.
3. Аксенов, П.А. Особенности анатомического строения дуба черешчатого из французской провинции Limousin / П.А. Аксенов, Д.С. Курников // Тезисы докладов III Пуштинской международной школы-семинара по экологии. – «Экология 2004: эстафета поколений». – М.: МГУЛ, 2004. – С. 18–19.
4. Вихров, В.Е. Строение и физико-механические свойства дуба в связи с условиями произрастания / В.Е. Вихров. – М.: Гослесбумиздат, 1950. – 111 с.
5. Коровин, В.В. Особенности строения древесины дуба для виноделия / В.В. Коровин, А.Л. Оганесянц, Ю.А. Телегин // «Строение, свойства и качество древесины – 96». II международный симпозиум. / Тезисы докладов. – М., 1996. – С. 25–26.
6. Коровин, В.В. Особенности строения древесины дуба каштанолистного / В.В. Коровин, В. Пайамнор // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2006. – № 5 – С. 105–109.
7. Коровин, В.В. Оценка пригодности древесины дуба монгольского в производстве коньячных спиртов / В.В. Коровин, Р.В. Щекалев, П.А. Аксенов // Лесной журнал. – 2008. – № 1. – С. 112–116.
8. Лашхи, А.Д. Дубы Грузии с точки зрения коньячного производства / А.Д. Лашхи // В кн.: Химия и технология грузинского коньяка. – Тбилиси, 1962. – С. 147–197.
9. Новрузова, З.А. Строение и свойства древесины главнейших лесных пород Азербайджана в связи с условиями произрастания / З.А. Новрузова. – Баку: Издат. АН Азерб.ССР, 1965. – 208 с.
10. Оганесянц, Л.А. Дуб и виноделие / Л.А. Оганесянц. – М.: Пищевая промышленность, 1998. – 256 с.
11. Оганесянц, Л.А. Ботанические аспекты оценки качества древесины дуба для виноделия / Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, Ю.А. Телегин // Вестник РАСХН. – 1994. – № 5. – С. 63–66.
12. Саршвили, Н.Г. Анатомическое изучение дубовой клепки для виноделия / Н.Г. Саршвили, Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин и др. // Виноград и вино России. – 1996. – № 3. – С. 19–26.
13. Туманян, С.А. Сравнительно-анатомическое исследование древесины представителей рода *Quercus L.* / С.А. Туманян // Труды института леса АН СССР, Том. 9, 1953. – С. 39–69.
14. Ширнин, В.К. Селекция на качество древесины (на примере дуба черешчатого и других пород в ЦЧО): автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. / В.К. Ширнин. – СПб, 1999. – 48 с.
15. Яценко-Хмелевский, А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М.-Л.: Издат. АН СССР, 1954. – 335 с.
16. Яценко-Хмелевский, А.А. Анатомическое строение древесины основных лесообразующих пород СССР. Дуб – *Quercus L.* / А.А. Яценко-Хмелевский, К.И. Кобак. – Л.: Наука, 1978. – С. 15–31.

АННОТАЦИИ / ABSTRACTS

Аксенов П.А., Коровин В.В. СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ПРИМЕНЯЕМОЙ В ВИНОДЕЛИИ.

В статье рассматриваются особенности макро- и микроструктуры древесины различных видов дуба из регионов России и Франции. Обсуждается вопрос дифференцированного использования древесины дуба в виноделии.

Ключевые слова: древесина дуба, микроструктура, виноделие.

Aksenov P.A., Korovin V.V. RATHER-ANATOMIC RESEARCH OF WOOD OF THE OAK USED IN WINEMAKING.

In article features macro- and microstructures of wood of various kinds of an oak from regions of Russia and France are considered. The question of differentiated use of wood of an oak in winemaking is discussed.

Key words: wood of the oak, microstructures, winemaking.