

На правах рукописи

**Аксенов Петр Андреевич**

**ОТБОР ДУБА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО  
ДРЕВЕСИНЫ В ВИНОДЕЛИИ**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

**Москва – 2012**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный университет леса»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор  
**Коровин Владимир Владимирович**

Официальные оппоненты: **Романовский Михаил Георгиевич**  
доктор биологических наук, ст. науч. сотр.,  
Институт лесоведения РАН, главный науч. сотр.

**Шкаринов Сергей Львович**  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
университет леса», профессор

Ведущая организация: «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ФБУ ВНИИЛМ)

Защита состоится 29 февраля 2012 г. в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 212.146.02 при ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса» по адресу: 141005, Московская обл., г.Мытищи-5, ул.1-я Институтская, д.1, МГУЛ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета леса.

Автореферат разослан « 26 » января 2012 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,  
канд. с.-х. наук, доцент

**С.Б. Васильев**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Лесная селекция ориентирована на отбор древесных растений, имеющих те или иные хозяйственно ценные свойства. К достаточно разработанным направлениям можно отнести отбор на быстроту роста, на увеличение древесной массы, на увеличение смолопродуктивности и т. д. Мы впервые предлагаем разработку методики и результаты первых опытов отбора дуба на пригодность к использованию в виноделии.

**Актуальность работы** определяется следующими основными факторами:

- 1) ценностью высококачественной деловой древесины дуба и её явно наблюдаемым дефицитом;
- 2) недостаточной изученностью анатомических особенностей древесины различных видов и экотипов дуба, а также химического состава её спиртоводных экстрактов;
- 3) недостаточно научно обоснованным подходом к отбору дуба для дифференцированного использования его древесины в винодельческой промышленности;
- 4) практически полным отсутствием сведений об изменчивости видов, экотипов и фенотипов дуба по наиболее существенным для виноделия признакам.

**Цель работы** – дать рекомендации по проведению отбора дуба для использования в производстве высококачественной алкогольной продукции; определить критерии оценки качества видов и экотипов дуба по характеристикам древесины, основанным на особенностях ее анатомического строения и химического состава экстрактов.

В рамках поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

- 1) подробно изучить анатомическое строение древесины различных видов дуба, используемых в винодельческом производстве;
- 2) выявить взаимосвязь между анатомической структурой ядровой древесины видов и экотипов дуба и химическим составом её экстрактов;
- 3) для ряда варьирующих по многим признакам анатомических элементов древесины установить их влияние на качество алкогольной продукции;
- 4) провести сравнительно-анатомический анализ древесины и химический анализ экстрактов древесины для видов дуба из Франции и аборигенных видов различного географического происхождения.

**Объекты исследования:**

- 1) древостои с участием ранней (*Q. robur* L. f. *praecox* Czern.) и поздней (*Q. robur* L. f. *tardiflora* Czern.) форм дуба черешчатого из Воронежской области;
- 2) в том числе, образцы древесины, отобранные нами в полевых условиях в Теллермановском опытном лесничестве (ТОЛ) ИЛ РАН;
- 3) образцы древесины разных видов дуба, предоставленные институтом виноделия (ГНУ ВНИИПБиВП) и лабораторией акустики института физики твёрдого тела (ИФТТ РАН);
- 4) образцы древесины дуба черешчатого (*Q. robur* L.) и скального (*Q. petraea* (Mattuschka) Liebl.) из разных провинций Франции;

5) образцы древесины дуба монгольского (*Q. mongolica* Fisch. ex Ledeb.) из Приморского и Хабаровского краев;

б) дополнительно нами исследованы образцы дуба черешчатого из Калининградской и Киевской областей, Республики Адыгея, а так же дуба белого (*Q. alba* L.) из Северной Америки и дуба каштанолистного (*Q. castaneifolia* C. A. Mey.) из Ирана.

#### **Научная новизна работы:**

Наши исследования, проведённые под руководством профессора В.В. Корovina по своей специфике были одними из первых как в работах по виноделию, так и в области лесной селекции и дендрологии. Результаты этих исследований вошли в монографии учёных, занимавшихся данным вопросом (Оганесянц, 1998; Корovin, Оганесянц, 2007).

В предлагаемой работе впервые подробно проанализирована связь между анатомической структурой древесины различных видов и экотипов дуба и химическим составом экстрактов древесины, во многом определяющим органолептические характеристики напитков. Проведены подробные сравнительно-анатомические исследования различных видов, экотипов и фенотипов дуба из России, Франции, Ирана и Северной Америки. Разработаны критерии отбора дуба для дифференцированного использования в виноделии.

Нами разработана и апробирована специальная методика анатомо-гистохимических исследований древесины дуба, применительно к задачам селекции на пригодность в винодельческой промышленности.

#### **На защиту выносятся следующие основные положения:**

1) в основе отбора видов, форм и экотипов дуба для целей виноделия лежат методы селекции и ботанического древесиноведения;

2) наблюдаются значительные различия по пригодности для целей виноделия между отдельными видами дуба, а также их формами и экотипами;

3) установлено, что наиболее предпочтительны для производства крепких напитков дуб скальный и черешчатый, в особенности поздняя фенотипическая форма последнего;

4) свойства древесины, необходимые для производства соответствующих напитков, определяются особенностями её строения и химическим составом структурных элементов ксилемы, которые, в свою очередь, тесно связаны с систематическим статусом таксонов и условиями их произрастания.

#### **Практическая значимость:**

1) результаты наших исследований вошли составной частью в методические разработки Института виноделия РАСХН (ГНУ ВНИИБиВП) и включены в соответствующие отчёты этого института;

2) материалы проведённых исследований используются в учебном процессе при преподавании курсов дендрологии и селекции растений;

3) полученные результаты могут быть использованы для создания специализированных плантационных насаждений из наиболее перспективных видов дуба и отбора сырья для нужд виноделия.

#### **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов**

Выводы и положения базируются как на собственных исследованиях, с использованием большого экспериментального материала, проведённых в 2002-2010

г.г., так и на основе современных анатомических, гистохимических и физико-химических методик с использованием передовых методов обработки экспериментального материала. Естественно, что наши выводы учитывают отражённые в литературе достижения в данной области.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы докладывались и публиковались в соответствующих изданиях по материалам научно-практических конференций МГУЛ (Москва, 2002, 2003, 2004, 2005, 2008, 2007, 2009, 2010 г.), II Пушинской международной школы-семинара «Экология – 2002: эстафета поколений» (Пушино, 2002); IV Международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины» (С-Пб, 2004), Международной конференции молодых учёных «Леса Евразии» (2001, 2002, 2005 г.), II Международной научно-технической конференции Лесной комплекс: состояние и перспективы развития (Брянск, 2002), Научно-практической конференции «Качество и безопасность сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов» (Углич, 2004), II Всероссийской научной конференции «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» (Йошкар-Ола, 2006), Международной конференции «Нанотехнологии и наноматериалы в лесном комплексе» (Москва, 2011).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 16 научных работ (из них - в соавторстве 12) в период с 2002 по 2010 годы, в том числе 7 в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Личный вклад.** Автором выполнено: научное обоснование необходимости проведённых исследований; разработана специальная методика и модифицированы некоторые из общепринятых; проведен сбор материалов для лабораторных исследований; проведены анатомические исследования древесины дуба и анализ её спиртоводных экстрактов; выполнен анализ и математическая обработка полученных данных; предложены критерии для проведения отбора дуба с целью производства высококачественной алкогольной продукции.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, 10 глав, выводов и рекомендаций, списка литературы, включающего 160 источников (в том числе 37 - на иностранном языке) и 7 приложений, включающих 15 таблиц и 67 рисунков. Текстовая часть диссертационной работы изложена на 148 страницах, содержит 6 таблиц и 9 рисунков.

## Содержание работы

Обзор литературы и степень изученности вопроса излагаются в соответствующих главах.

### Общая часть

#### Глава 1. Дендрологическая характеристика рода дуб (*Quercus* L.)

Приведено дендрологическое описание рода, включающее морфологические особенности, требования к внешним факторам; рассмотрены вопросы, связанные с распространением и способами размножения. Рассмотрена система рода *Quercus* L. Материал главы изложен по литературным источникам, основными из которых

мы считаем публикации В.П. Малеева (1935, 1936), А. Camus (1936–1938), Ю.Л. Меницкого (1982, 1984), В.В.Коровина, Л.А. Оганесянца (2007) и др.

## **Глава 2. Общая характеристика видов дуба, используемых в виноделии**

В главе приведена ботаническая характеристика видов, подвидов и форм, включающая подробную морфологическую характеристику, ареалы, экологические особенности, специфику репродуктивных процессов и ряд других биологических особенностей таксонов, древесина которых используется в виноделии. Материал главы изложен по литературным источникам, основными из которых мы считаем публикации, кроме перечисленных выше, работы Н.П. Кобранова (1925), С.С. Пятницкого (1947, 1951, 1954), С.Я. Соколова (1951), А.А. Чеведаева (1963), И.А. Грудзинской (1949, 1964), И.Е. Еньковой (1950, 1976), В.К. Ширнина, (1980, 1999), М.Г. Романовского и др. (2004, 2008) и ряда других авторов.

## **Глава 3. Структура древесины рода *Quercus* L.**

Глава включает подразделы, в которых рассматриваются макроструктурные и анатомические признаки таксонов рода *Quercus*.

Существенные макроскопические особенности, имеющие значение для целей виноделия состоят: в протяжённости безсучковой зоны, в соотношении заболони и ядра, наличии неспецифических пороков древесины (наклона волокон, тяговой древесины, наличия сучков и внутренней заболони, присутствии трещин), ширине и равномерности годичных колец, доле поздней древесины, наличии специфических повреждений (гнилей, повреждений ксилофильными насекомыми). Кратко рассмотрены физико-механические свойства. Все перечисленные характеристики приведены для рассматриваемых в диссертации видов отдельно. По макроструктуре древесины использованы материалы публикаций В.Е. Вихрова (1949, 1950, 1953, 1954), В.Е. Вихрова, Л.М. Перелыгина (1949), З.А. Новрузовой (1965) и др.

Глубокими исследованиями, проведенными в нашей стране, являются работы классиков анатомии растений: С.А. Туманян (1947, 1953 и др.); А.А. Яценко-Хмелевский, К.И. Кобак (1978); Е.С. Чавчавадзе (1965, 1979); М.У. Умаров, Е.С. Чавчавадзе, (1991); Е.С. Чавчавадзе, О.Ю. Сизоненко (2002); В.В.Коровин, Л.А.Оганесянц (2007) и др. Определенный вклад в изучение анатомического строения древесины внесли многие другие отечественные специалисты: В.Е. Вихров и Л.М. Перелыгин (1949, 1953, 1954), В.К. Ширнин с соавторами (1976, 1980, 1999), К.Ф. Дьяконов с соавторами (1985), Н.Е. Косиченко (1974), Н.Е. Косиченко и В.К. Ширнин (1974), О.В. Абашидзе (1975, 1980), Э.Д. Лобжанидзе с соавторами (1978, 2004) и др.

В главе обращено особое внимание на анатомические особенности древесины изучаемых видов дуба, существенно влияющие на органолептические свойства напитков. К их числу следует отнести: размеры и форму трахеальных анатомических элементов древесины и их распределение в годичном кольце, степень затиллованности сосудов, тип и частота встречаемости лучей, содержание аксиальной паренхимы. Рассмотрены также изменения микроструктуры древесины с возрастом.

#### **Глава 4. Химический состав древесины дуба и трансформация его элементов в процессе выдержки коньячных спиртов**

Подробнее всего химический состав древесины дуба изучен Н.И. Никитиным с соавторами (1962). Множество важных сведений по данному вопросу приведено в публикациях Т. Гудвина и Э. Мерслера (1986), Д. Фенгела и Г. Вегенера (1988), В.И. Азарова с соавторами (1999), Г.Н. Кононова (2002) и ряда других исследователей.

В изучение химизма дубовой древесины в связи с вопросами виноделия, наибольший вклад внесен И.М. Скурихиным (1960, 1968), Б.Н. Ефимовым (1972), А.Д. Личёвым (1972, 1977), К. Нишимурой (Nishimura et al, 1983), Ж-Л. Пуэшем (Puech, 1981, 1984 и др.), Л.М. Джанполадяном (1969, 1972, 1976), Дж. Мага (Maga, 1989), Л.А.Оганесянцем (1993, 1994, 1995, 1998) и др.

Это направление исследований довольно молодое, однако здесь уже достигнуты заметные успехи.

Наиболее важными выводами из исследования этого направления можно считать следующие: в результате гидроэтанализа лигно-целлюлозного комплекса через ряд промежуточных продуктов последовательных реакций, образуются важнейшие (в ароматообразующем действии) соединения, такие как ванилин, сиреневый альдегид, эвгенол, фурановые производные, моносахариды и ряд других, значимых для виноделия соединений. Параллельно происходит процесс вымывания из древесины экстрактивных веществ, которые также претерпевают ряд стадий длительных химических превращений, в конечном итоге приводящих к формированию полноценного букета выдерживаемых в дубовой таре алкогольных напитков. В главе описаны механизмы образования ряда органолептически значимых химических компонентов, берущих своё начало из ядровой древесины разных видов и форм дуба.

#### **Глава 5. Химический состав и качество спиртоводных экстрактов древесины разных видов дуба из различных географических областей**

Исследованиями академика Л.А. Оганесянца (1998) установлено, что дуб черешчатый содержит гораздо большее количество экстрактивных веществ, чем дуб скальный. К тому же, скальный дуб более чем в три раза беднее черешчатого по содержанию полифенолов, растворимых в водноспиртовой среде. Отмечаются большие различия в содержании летучих веществ.

По данным того же автора, детально изучавшего экологическую изменчивость дуба черешчатого на Кавказе по химическому составу экстрактов, дуб из Апшеронского и центра Майкопского районов заметно отличаются от дуба других районов более высоким содержанием нелетучих экстрактивных веществ, в частности фенольных. Экотипы дуба из других районов незначительно различаются между собой по этим показателям, кроме Хадыженского, который занимает промежуточное место. Однако, показатель цветности древесинных экстрактов из центра Майкопского района наиболее высок по сравнению с экстрактами из других районов. В целом установлено, что существуют значительные различия по составу древесинных экстрактов, как между различными видами дуба, так и между их экотипами.

## Специальная часть

### Глава 6. Методика исследований

#### Методика анатомических исследований

За основу нами приняты классические методики, изложенные в работах по общей анатомической и микроскопической технике (Ромейс, 1953; Яценко-Хмелевский, 1954; Роскин, 1954; Наумов, Козлов, 1954; Прозина, 1960; Дженсен, 1965; Руководство по цитологии, 1966; Лилли, 1969; Меркулов, 1969; Кухтина, 1971; Паушева, 1980; Хржановский, Пономаренко, 1989; Юрина, Радостина, 1995; Барыкина и др., 2004; и др.).

Нами разработана и апробирована (в лаборатории анатомии растений МГУЛ и лаборатории технологии коньяка и крепких напитков ГНУ ВНИИПБиВП) специальная методика анатомических исследований древесины дуба, особенности которой описаны в научных отчетах лаборатории технологии коньяка и крепких напитков ГНУ ВНИИПБиВП (за 2002, 2003, 2004 г.). Методика разделена на следующие этапы исследования: сбор образцов, предварительная обработка образцов древесины, пропитка и удаление воздуха из древесины, размягчение и промывка материала, изготовление микросрезов, окрашивание, промывка, обезвоживание и заключение срезов, микроскопирование и микрофотография.

В эту методику мы внесли свои изменения и дополнения. В частности: 1) для быстрого определения величины и варьирования радиального прироста, протяженности и процента зон поздней и ранней древесины использовалась разработанная нами методика (Аксенов П.А., 2002), основанная на макроскопическом анализе зашлифованных поперечных плоскостей спила и исследовании сколов древесины; 2) пропитка проводилась с использованием созданной нами вакуумной системы для удаления газов из образцов и пропитки древесины; 3) размягчение древесины проводилось с использованием специально разработанных режимов пластификации в зависимости от твердости; 4) изготовление срезов проводилось с применением нестандартных углов резанья и криотомов; 5) использовались оригинальные методы окраски срезов (тионин + генцианвиолет, специально подготовленный сок черники и др.); 6) для изучения и фотосъёмки срезов использовались нестандартные методы освещения объектов и комбинирования оптических систем световых микроскопов.

#### Методика гистохимических исследований

Гистохимические исследования выполнялись по стандартным методикам (Прозина, 1960, Дженсен, 1965, Барыкина и др., 2004) с некоторыми внесёнными нами изменениями. В частности, широко использовался не очень распространённый в гистохимии растений метод поляризационной микроскопии для выявления ряда тонких анатомических структур.

#### Методика исследований химического состава экстрактов древесины

Работы этого направления выполняли в институте виноделия совместно и с помощью сотрудников лаборатории технологии коньяка и крепких напитков. Особую благодарность автор приносит с.н.с., к.т.н. О.В. Джанаевой.

Ароматические кислоты и альдегиды, фурановые альдегиды в исследуемых образцах определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием хроматографической системы Shimadzu LC-4A (Япо-



ния). Общее содержание фенольных соединений определяли спектрофотометрически с реактивом Фолина-Чокальтеу. Показатель цветности экстракта определяли по стандартной методике с помощью фотоколориметра КФК–2.

Проанализирована ядровая древесина более 200 деревьев дуба. В ходе исследования были определены гистометрические параметры более чем 400 микросрезов древесины дуба. Проведен хроматографический анализ спиртоводных экстрактов из более, чем 80 образцов древесины. Результаты исследований обработаны статистически с использованием программы Microsoft Excel. Достоверность результатов проверялась на 5% уровне значимости.

## Глава 7. Анатомическое исследование древесины дуба, применяемой в виноделии

В данном разделе приведены результаты некоторых сравнительно-анатомических исследований ядровой древесины разных видов, экотипов и феноформ дуба, используемой или предположительно пригодной к винодельческому производству. Рассмотрены особенности строения древесины следующих таксонов и экотипов дуба: дуб черешчатый – ранняя и поздняя феноформы (из ГОЛ), дуб черешчатый – образцы из Франции, провинция Лимузен, дуб скальный, дуб каштанolistный – образцы из Ирана, дуб монгольский – из южной части Хабаровского края, Приморья, дуб белый – из Северной Америки.

Условным, эмпирически принятым, эталоном пригодности для использования в виноделии служит древесина дуба черешчатого из французской провинции Лимузен.

Сравнение анатомического строения древесины изученных видов дуба говорит в первую очередь о большом сходстве их проводящей ткани. Вслед за С.А. Туманян (1953) 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. Однако, структурные различия, несмотря на большое сходство, все-таки имеются. Так, древесине дуба каштанolistного свойственны толстые оболочки члеников сосудов, округлая форма и значительная величина их просветов (рис. 1). 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

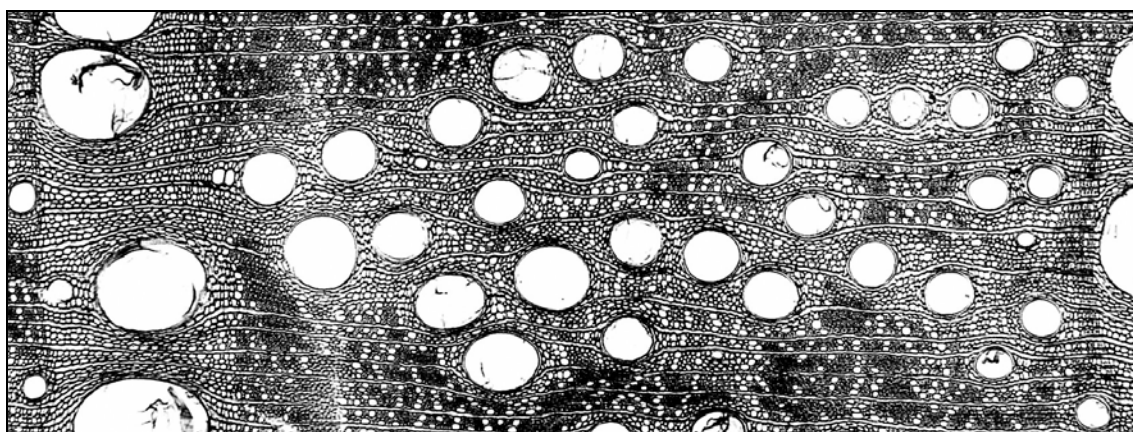


Рисунок 1 – Дуб каштанolistный. Поперечный срез. Объектив: С-Plan 3,2/0,1, ∞/–

диаметров просветов сосудов; при этом иногда бывает сложно провести четкую границу между зонами ранних и поздних сосудов.

У рассмотренных видов дуба 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 большой степенью уверенности говорить, что полости члеников ранних сосудов ядровой древесины полностью или почти полностью заполнены тилами. Это обстоятельство весьма важно для виноделия, так как протопласты тил, образуя так называемую «ложную паренхиму» (Раздорский, 1949), являются хранилищем основных, экстрагируемых в процессе выдержки спиртов, 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, являютсяместилищем 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 выше сказанное, можно с анатомических позиций достаточно уверенно утверждать о степени пригодности или, что пожалуй вернее, о предпочтительности, широкослойной или узкослойной древесины для выдержки тех или иных алкогольных напитков.

Узкослойная древесина содержит много легко доступных для водно-спиртовой экстракции 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 именно 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 предпочтительнее для изготовления бочек, не рассчитанных на длительную эксплуатацию и предназначенных в основном для выдержки вин, но не коньяков, виски и бренди. Важно также иметь в виду, что такая древесина в сравнении с широкослойной не столь прочна, а изготовленные из нее бочки недолговечны 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.

Широкослойная древесина, содержит большие прослойки либриформа, препят-

ствующие быстрому проникновению жидкости во внутренние слои клепки. Такая древесина включает значительную долю осевой паренхимы, располагающейся внутри прослоек либриформа. Процессы экстракции, окисления экстрактивных веществ и гидроэтанализа лигнина протекают медленнее и стабильнее во времени. Бочки из такой древесины более прочны и долговечны. Именно широкослойная древесина должна использоваться для выдержки коньячных спиртов, для получения виски и бренди. Прочность широкослойной древесины определяет также ее предпочтительность для изготовления больших долго работающих емкостей – бочков.

Для правильного понимания выше сказанного 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 затилованных сосудов, из-за чего снижается общее количество доступных экстрактивных веществ, а сама экстракция протекает слишком медленно. Именно этим можно объяснить предпочтение французскими бондарями, работающими для виноделия, относительно узкослойной древесины, применительно к французским экотипам дуба, как скального, так и черешчатого.

Обобщая собственные наблюдения и относящиеся к данному 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 разных видов и экотипов необходимы данные химического анализа экстрактов, которые могут внести поправки в наше заключение, основанное на изучении анатомического строения древесины.

### **Связь между структурными элементами древесины и компонентами её экстрактов**

По нашему мнению, оптимизировать отбор древесины дуба по анатомическим критериям возможно, проводя исследование комплекса связей между изменениями различных анатомических элементов и макроскопических параметров древесины, исследуя влияние изменения характеристик одного структурного элемента на модификацию количественных и качественных особенностей других анатомических элементов. Предлагаемый подход при отборе древесины дуба по критериям ее структуры существенно уменьшит объем анатомических исследований.

В древесине дуба черешчатого наблюдается ряд связанных между собой изменений анатомических характеристик, часть из которых является важными критериями отбора дуба для целей виноделия.

Многие количественные и качественные анатомические особенности древесины дуба тесно связаны с содержанием различных органических соединений. Ряд этих веществ переходит в раствор при спиртоводной экстракции древесины. Наблюдается тесная связь между рядом структурных особенностями древесины и ее проницаемостью для спиртоводных смесей в поперечном (относительно волокон) направлении. Возни-

кает связь между особенностями анатомического строения древесины и количественным химическим составом ее экстрактов и скоростью экстракции древесины.

При увеличении радиального прироста падает процент ранней древесины. Вследствие этого, чаще всего, возрастает диаметр ранних сосудов, их поперечные сечения вытягиваются в радиальном направлении. Часть ранних сосудов иногда на поперечном срезе образует короткие, резко сужающиеся радиальные ряды. В меньшей мере выражена положительная связь между увеличением радиального прироста и степенью затилованности летних сосудов. Увеличение радиального прироста связано с возрастанием встречаемости затилованных поздних сосудов. Связь между размером радиального прироста и частотой встречаемости поздних сосудов—слабая отрицательная. Увеличение ширины годичного кольца связано с возрастанием порядочности расположения зон волокон либриформа.

Скопления механических элементов в широкослойной древесине дуба на поперечном срезе напоминают вытянутые пламеобразные «язычки», сужающиеся к внешней границе годичного кольца. На поперечном срезе отмечается отрицательная связь между размером радиального прироста и шириной радиально ориентированных скоплений либриформа. При этом может возрасти число зон либриформа на единицу площади поперечного среза. Вследствие этого процент механических волокон в поздней древесине слабо изменяется. При уменьшении доли либриформа в поздней древесине возрастает объем зон, содержащих многочисленную осевую паренхиму и трахеиды. При повышении доли поздней древесины в приросте, как правило, увеличивается объем общей паренхимы. Вследствие этого аксиальная паренхима выражена более мощными, чаще встречающимися тяжами, на поперечном срезе разделяющими зоны либриформа на отдельные сегменты.

Широкие лучи при увеличении радиального прироста и упорядоченном радиальном расположении скоплений волокон либриформа имеют большую рядность и высоту. В зависимости от изменения ширины годичного кольца и процента либриформа в древесине, частота встречаемости широких лучей на единицу площади тангентального сечения изменяется слабо. Однако, в процессе развития ствола, независимо от радиального прироста, встречаемость широких лучей может широко варьировать. При этом выявляется положительная связь между увеличением радиального прироста, уменьшением доли либриформа и частотой встречаемости узких лучей, что хорошо видно на тангентальных срезах. Важно отметить, что при этом увеличиваются размеры клеток однорядных сердцевинных лучей, располагающихся среди трахеид и осевой паренхимы. Ширина клеток на тангентальном срезе часто превышает их высоту. Наблюдается также тенденция к частичной двурядности узких сердцевинных лучей. Вероятно, эти изменения связаны с большей биохимической активностью протопластов клеток лучей, контактирующих в этой среде с многочисленными элементами обеспечивающими вертикальный транспорт по ксилеме. Однорядные сердцевинные лучи, проходящие через зоны либриформа, в меньшей степени задействованы в процессах метаболизма вследствие их большей «изолированности» от транспортных потоков. На тангентальном срезе клетки этих лучей имеют меньшие размеры и вытянуты в высоту. В клетках лучевой и аксиальной паренхимы накапливаются различные экстрактивные вещества (флавоноиды и фенолы, сахара, аминокислоты и пр.). При повышении общей паренхиматизации древесины наблюдается рост концентраций экстрактивных компонентов в спиртовом экстракте пропорционально доле лучевой (включая тилы) и аксиальной паренхи-

мы.

Для прочих видов дуба, используемых в производстве коньячных спиртов (*Q. petraea*, *Q. mongolica*, *Q. alba*), справедливы практически все описанные зависимости свойственные древесине дуба черешчатого. Но могут наблюдаться некоторые отклонения в тесноте связей анатомических характеристик древесины у других видов.

Выше сказанное позволяет сделать вывод о важной роли величины радиального прироста и процента содержания волокон либриформа в ядровой древесине дуба, как вспомогательных критериев при ее отборе для нужд виноделия, так как изменение этих характеристик в наибольшей степени связано, с изменением процента и размеров анатомических элементов, слагающих древесину. Вследствие этого, наблюдаются соответствующие изменения физико-химических свойств древесины, от которых напрямую зависит качество винодельческой продукции, прошедшей этап выдержки в дубовой бочке. Проводя отбор дуба, руководствуясь критериями макро- и микроструктуры древесины, необходимо учитывать взаимосвязанные изменения структурных параметров ксилемы, тем самым, упрощая проведение отбора и повышая его точность.

## **Глава 8. Исследование структуры и химического состава древесины видов и форм дуба различного географического происхождения для оценки пригодности в виноделии**

В данной главе мы рассматриваем вопросы влияния строения древесины дуба и состава ее спиртоводных экстрактов на качество алкогольной продукции, выдержанной в дубовой таре, а также приводим рекомендации по отбору дуба для производства высококачественных коньячных спиртов.

### **Химический анализ спиртоводных экстрактов древесины дуба**

Нами в институте виноделия совместно с О.В. Джанаевой (ГНУ ВНИИ-ПБиВП) (Оганесянц и др., 2002; Аксенов, Куракова, 2004) проведен ВЭЖХ анализ и определение показателя цветности и общих фенолов спиртоводных экстрактов древесины дуба из нескольких районов Франции, России (Республика Адыгея) и Украины по описанной выше методике (табл. 1).

Анализ выявил количественные различия в химическом составе экстрактов из древесины дуба различного географического происхождения. Представленные данные еще раз объясняют традиционное предпочтение лимузенского дуба в производстве коньячных бочек. Особенно высокие значения отмечаются в содержании общих фенолов и галловой кислоты, накапливающихся преимущественно в паренхимных клетках, и ароматических альдегидов, являющихся продуктами гидроксилирования лигнина. Кроме того, анализируемые экстракты значительно различались по показателю цветности. Более насыщенный цвет имели экстракты из широколиственной древесины из провинций Лимузен и Вогезы.

Особо важное положительное влияние на органолептику оказывают повышенные концентрации следующих соединений: галловая кислота, фурановые производные, ванилин и ванилиновая кислота, сиреневый альдегид и сиреневая кислота.

### Исследование структуры древесины дуба в связи со вкусовыми свойствами выдерживаемых напитков и подходы к определению критериев для отбора

Сравнительно-анатомические исследования древесины проводились на образцах, привезенных из разных районов Франции (Вогезы, Орлеан, Бурж, Блуа, Сарта, Лимузен), Северного Кавказа, Хабаровского и Приморского края, ТОЛ ИЛ РАН в Воронежской области. Условия произрастания насаждений, в которых проводился сбор материалов, четко различались по ряду экологических факторов (средние температуры сезонов, количество осадков, влажность воздуха, интенсивность солнечной радиации). Кроме того, дубравы, в которых отбирались образцы древесины, различались по лесоводственным и таксационным показателям (породный и возрастной состав насаждений, лесотипологические различия, полнота, распределение деревьев по ступеням толщины и разрядам высот, формовой состав). В результате исследований были получены данные, позволяющие выработать критерии оценки дуба для дифференцированного использования в виноделии.

Целью сравнительного анализа являлось установление взаимосвязи между особенностями анатомического строения древесины и степенью ее пригодности для выдержки качественных коньячных спиртов. Средние показатели величины радиального прироста, протяженности и процента поздней древесины рассматриваемых видов дуба с учетом их географического

Таблица 1 – Результаты анализа спиртоводных экстрактов древесины дуба различного географического происхождения ( $P \leq 5\%$ )

Компоненты экстракта	Концентрации компонентов, мг/г					
	<i>Q. robur</i> из Центрального региона Франции	<i>Q. robur</i> из Вогез, Франция	<i>Q. robur</i> из Лимузена, Франция	<i>Q. mongolica</i> из Приморского края	<i>Q. robur</i> из Республики Адыгея	<i>Q. robur</i> из Киевской области
Галловая кислота	0,392	0,842	1,562	0,153	0,236	0,832
5-гидроксиметил-фурфурол	0,015	0,051	0,510	0,004	0,148	0,056
Фурфурол	0,027	0,034	0,052	0,019	0,028	0,064
4-гидроксibenзойная кислота	-	-	0,145	0,013	0,047	-
Ванилиновая кислота	0,184	0,030	0,228	0,041	0,340	0,179
Сиреневая кислота	0,036	0,008	-	0,033	0,018	0,076
4-гидроксibenзойный альдегид	-	-	-	0,0026	-	-
Ванилин	0,015	-	-	0,013	0,025	0,038
Сиреневый альдегид	0,089	0,008	-	0,012	0,106	0,091
Кониферилловый альдегид	-	-	-	-	0,007	-
Общее содержание фенольных соединений	53,0	53,0	116,8	29,3	86,4	53,2

Таблица 2 – Средние показатели величины радиального прироста, величины (протяженности по радиусу) и процента поздней древесины

№ п/п	Вид (район произрастания)	Ср. рад. прирост, мм (M±mt, при α=0,05)	Протяженность зоны поздней древесины, мм (M±mt, при α=0,05)	% поздней дре- весины
1	<i>Q. mongolica</i> (Хехцирский лесхоз, Хабаровский край)	1,20±0,071	0,75±0,065	62,5
2	<i>Q. mongolica</i> (Чугуевский лесхоз, Приморский край)	0,95±0,057	0,51±0,031	53,7
3	<i>Q. petraea</i> (Кавказ)	<b>3,04±0,0190</b>	2,40±0,142	<b>79,0</b>
4	<i>Q. robur</i> (Вогезы-1)	1,63±0,099	1,37±0,082	<b>84,0</b>
5	<i>Q. robur</i> (Вогезы-2)	1,84±0,112	1,54±0,098	<b>83,7</b>
6	<i>Q. petraea</i> (Бурж)	1,34±0,080	1,12±0,067	<b>83,6</b>
7	<i>Q. petraea</i> (Блуа)	1,56±0,060	1,28±0,075	<b>82,1</b>
8	<i>Q. petraea</i> (Сарта)	0,99±0,062	0,79±0,048	<b>80,0</b>
9	<i>Q. robur</i> f. <i>praecox</i> (ТОЛ)	2,02±0,140	1,37±0,087	67,8
10	<i>Q. robur</i> f. <i>tardiflora</i> (ТОЛ)	<b>2,96±0,177</b>	2,12±0,137	71,6
11	<i>Q. robur</i> (Лимузен)	<b>4,56±0,285</b>	3,22±0,191	70,6
12	<i>Q. robur</i> (Орлеан)	1,25±0,175	0,99±0,056	<b>79,2</b>
13	<i>Q. robur</i> (Киев)	<b>2,61±0,159</b>	2,03±0,122	<b>77,7</b>
14	<i>Q. robur</i> (Адыгея)	<b>2,87±0,194</b>	2,32±0,149	<b>80,8</b>
15	<i>Q. castaneifolia</i> (Иран)	1,79±0,118	1,21±0,070	67,6
16	<i>Q. alba</i> (С. Америка)	1,88±0,155	1,57±0,096	<b>83,5</b>

Таблица 3 – Гистометрические характеристики узких лучей древесины дуба разного географического происхождения (P ≤ 5%)

Район произрастания	Средний радиальный прирост, мм	Число лучей на 1 мм <sup>2</sup> поверхности танг. среза	% частично двухрядных лучей	средняя ширина клеток лучей, мкм	ширина/высота клеток лучей
Лимузен	4,56	96,4	<b>12,2</b>	22,7	<b>1,13</b>
Вогезы-1	1,63	94,2	3,0	17,4	0,91
Вогезы-2	1,84	100,2	<b>6,2</b>	17,7	<b>0,99</b>
Бурж	1,34	96,2	3,6	18,3	<b>1,04</b>
Блуа	1,56	85,6	2,1	18,9	<b>1,00</b>
Орлеан	1,25	99,2	2,3	16,8	0,88
Сарта	0,99	90	2,0	16,5	0,90
<i>Q. robur</i> f. <i>tardiflora</i> (ТОЛ)	2,96	96,1	<b>8,2</b>	17,6	<b>1,07</b>
<i>Q. petraea</i> (Кавказ)	3,04	95,5	<b>7,4</b>	17,1	0,95

происхождения приведены в табл. 2. Приведённые показатели тесно связаны с диаметром и возрастом дерева. Во 2 и 3 таблице жирным шрифтом выделены показатели, превышающие средние значения. Данные таблицы подтверждают правильность эмпирически выбранного дуба черешчатого из провинции Лимузен как

источника лучшего сырья для производства самых высококачественных коньяков. К числу соответствующих требованиям следует отнести образцы древесины из центрального района Франции и фенологических форм дуба черешчатого из Теллермановского лесничества.

Наши наблюдения дают основание придать большое значение лучевой паренхиме, как структурному элементу древесины, существенно влияющему на качество напитков. Гистометрические характеристики узких лучей представлены в табл. 3.

Таблица 4 – Гистологические особенности ядровой древесины дуба из двух провинций Франции

Показатель	<i>Q. robur</i> (Лимузен)	<i>Q. robur</i> (Вогезы-2)
Диаметр сосудов ранней древесины, мкм	200-270	180-250
Расположение сосудов ранней древесины на поперечном срезе	3-4 кольца протяженностью 1,5-2 мм. Образуют неровные концентрические ряды, местами вытянутые в радиальном направлении	2-3 кольца протяженностью 0,2-0,7 мм. Вытянутые в радиальном направлении образования встречаются редко
Расположение сосудов поздней древесины на поперечном срезе	Образуют длинные радиальные цепочки, немного расширяющиеся к внешней границе кольца. Чередуются с подобными по форме скоплениями волокон	Располагаются скученно, образуя слабо вытянутые участки с неровными краями. Чередуются с округлыми неправильной формы скоплениями волокон
Толщина широких лучей, мм	0,4-0,8	0,25-0,4
Высота широких лучей, мм	10-30	7-20
Число широких лучей на 1 см <sup>2</sup>	1-3	1,5-3,7
Встречаемость узких лучей на тангентальном срезе	Очень высокая. Максимальная из всех проанализированных древесин	Высокая
Встречаемость частично двухрядных лучей	1-2 из 10	0,5-1 из 10
ширина/высота клеток узких лучей (в зонах между скоплениями волокон)	> 1	≥ 1
Выраженность метатрахеальной паренхимы	Хорошо выражена, образует широкие тяжи	Хорошо выражена. Тяжи уже
Встречаемость аксиальной паренхимы в поздней зоне (п. срез)	Очень высокая	Высокая
Степень затилованность сосудов ранней древесины	Максимальна. Тилы многочисленные, мелкие во всех членниках	Высокая. Тилы крупные. Затилрованы все сосуды
Степень затилованность сосудов поздней древесины	Затилрованы не все сосуды, не полностью	Затилрованы сосуды - редки. Тилы единичны

Как видно из таблицы максимальные показатели, такие как радиальный прирост, доля частично двухрядных лучей, отношение ширины к высоте клеток



луча в тангентальной плоскости, имеет дуб из Лимузена, Северного Кавказа и поздняя форма дуба черешчатого из ГОЛ. Процент частично двухрядных лучей и средняя ширина клеток лучей на тангентальном срезе тесно связаны с протяженностью радиального прироста (коэффициенты корреляции Пирсона = 0,96 и 0,73 соответственно (значения достоверны при  $\alpha \leq 0,05$ )).

Таблица 5 – Гистологические особенности ядровой древесины ранней и поздней форм дуба черешчатого из Теллермановского лесничества

Показатель	<i>Q. robur f. praecox</i>	<i>Q. robur f. tardiflora</i>
Диаметр сосудов ранней древесины, мкм	180–240	190–260
Расположение сосудов ранней древесины на поперечном срезе	3–4 кольца протяженностью 0,45–1,2 мм. Кольца сосудов неровные, иногда прерывистые	3–4 кольца протяженностью 0,7–1,85 мм. Сосуды образуют неровные концентрические ряды, местами вытянутые в радиальном направлении
Расположение сосудов поздней древесины на поперечном срезе	Сосуды располагаются радиальными цепочками или группируются, образуя вытянутые участки с неровными краями	Аналогично <i>Q. robur</i> (Лимузен)
Толщина широких лучей, мм	0,4–0,6	0,2–0,8
Высота широких лучей, мм	10–35	Варьирует в широких пределах: 7–37
Число широких лучей на 1 см <sup>2</sup>	1–4	Варьирует в более широких пределах: 1–6
Встречаемость узких лучей на тангентальном срезе	Чаще – высокая.	Близка к <i>Q. robur</i> (Лимузен)
Встречаемость частично двухрядных лучей	0,2–0,5 из 10	1–1,5 из 10
ширина/высота клеток узких лучей (в зонах между скоплениями волокон)	Чаще < 1	>1
Выраженность метатрахеальной паренхимы	Метатрахеальная паренхима образует узкие тяжи	Хорошо выражена. Образует широкие тяжи. В узкослойной древесине – слабо выражена
Встречаемость аксиальной паренхимы в поздней зоне	В широкослойной древесине – высокая	Аналогично <i>Q. robur</i> (Лимузен)
Степень затилованность сосудов ранней древесины	Средняя. Тилы крупные. Затилованы все сосуды	Высокая. Тилы крупные. Затилованы все сосуды
Степень затилованность сосудов поздней древесины	Затиловываются не полностью. Затилованные сосуды встречаются редко	Затиловываются не полностью. В широкослойной древесине затилованные сосуды встречаются часто

В данном разделе диссертации приведено более подробное анатомическое описание древесины указанных экотипов и форм дуба черешчатого. Данные приводятся в таблицах №№ 4, 5.

Исходя из данных табл. 5, широкослойная ядровая древесина поздней фенотипа дуба черешчатого из ГОЛ вполне подходит для производства высококачественных коньячных спиртов. Ранняя фенотипа также может использоваться в коньячном производстве. Но, по всей вероятности, коньячные спирты, выдержанные в бочках из древесины ранней формы будут уступать по качеству спиртам, выдержанным в таре, изготовленной как из древесины поздней фенотипа дуба черешчатого из Теллермановского лесничества, так и спиртам, выдержанным в бочках из лимузенского дуба.

Проведенные нами исследования позволяют выявить ряд существенных различий в структуре и химическом составе древесины используемых в виноделии видов, экотипов и фенотипов дуба, которые заключаются в значительной изменчивости содержания экстрактивных веществ древесины, таких как ароматические альдегиды и кислоты, производные фурана, общие экстрагируемые фенолы и др. В широких пределах изменяются количественные анатомические показатели древесины, такие как содержание лучевой и тяжелой паренхимы, степень затилованности поздних сосудов, размеры клеток лучей. Наблюдаются различия у разных видов дуба в рисунках, образуемых поздними сосудами и скоплениями волокон либриформа на поперечных срезах. Вместе с тем прослеживается параллельность и сходство изменений структуры и химического состава древесины различных таксонов дуба. Повышение процента поздней древесины, увеличение доли лучевой и тяжелой паренхимы, повышение степени затилованности поздних сосудов и увеличение радиального диаметра ранних сосудов, положительно коррелирует с протяженностью радиального прироста. Такая связь наблюдается у всех рассматриваемых нами видов и фенотипов дуба.

Увеличение степени общей паренхиматизации древесины вызывает повышение содержания ряда экстрактивных веществ и показателя цветности спиртового экстракта ядровой древесины у дуба черешчатого и дуба скального. Выявленная связь между анатомической структурой древесины и содержанием экстрактивных веществ имеет большое значение при отборе дуба для нужд виноделия по признакам строения древесины. Важно отметить, что наблюдаемые диапазоны изменчивости большинства количественных анатомических и химических показателей древесины рассматриваемых таксонов дуба определяются в большей мере экологическими факторами, воздействующими в процессе развития особей. Различия основных гистометрических показателей древесины изучаемых видов дуба, произрастающих в схожих условиях окружающей среды, менее выражены, чем различия, наблюдаемые в пределах одной фенотипа определенной популяции, занимающей экологически разнородную территорию.

#### **Химический состав экстракта и структура древесины дуба из Калининградской области**

Дополнительно проведено исследование анатомического строения и состава экстрагируемых спиртоводной смесью компонентов древесины дуба черешчатого из Калининградской области.

Повышенная концентрация ароматических компонентов в экстракте указывает на возможность применения данной древесины в производстве бочек для широкого спектра винодельческой продукции. Однако, учитывая высокую проницаемость данной древесины для газов и жидкостей, а также высокое содержание полифенолов, предпочтение следует отдать её использованию при выдержке коньячных спиртов.

### Глава 9. Оценка пригодности древесины дуба монгольского в винодельческом производстве

Дуб монгольский до настоящего времени не рассматривался как источник сырья для изготовления винодельческой тары. Однако, по данным Л.А. Оганесянца (2002) и нашим предварительным наблюдениям, древесина данного вида может оказаться весьма приемлемой для данной цели. Это обстоятельство побудило нас рассмотреть особенности строения древесины дуба монгольского отдельно. Следует также иметь ввиду, что основные запасы дубовой древесины в нашей стране сосредоточены именно на Дальнем Востоке и представлены дубом монгольским. Считаем, что в дальнейшем этому виду как источнику сырья для производства винодельческих бочек должно быть уделено больше внимания.

Сравнительные результаты химического анализа древесины дуба монгольского с традиционно используемыми в виноделии видами представлены в табл. 6.

Таблица 6 – Сравнительное содержание экстрагируемых компонентов в древесине видов дуба ( $P \leq 5\%$ ).

Компоненты экстракта	Концентрации компонентов, мг/г			
	<i>Q. robur</i> (г. Майкоп, Адыгея)	<i>Q. petraea</i> (Армения)	<i>Q. mongolica</i> (Чугуевский лесхоз, Приморский край)	<i>Q. mongolica</i> (Хехцирский лесхоз, Хабаровский край)
Эвгенол	0,142	0,32	0,15	0,15
Ванилин	0,167	0,23	0,80	0,15
Ванилиновая кислота	0,11	0,10	0,34	0,13
Сиреневый альдегид	0,18	0,20	0,157	0,19
Кониферилловый альдегид	0,3	0,16	0,66	0,31
Синаповый альдегид	0,17	0,88	0,50	0,14
Оксиметилфурфурол	0,22	0,15	0,57	0,42
Фурфурол	0,27	0,13	0,30	0,24
Галловая кислота	0,80	0,57	0,82	0,85
Общие полифенолы, по методу Фолину-Чокальтеу	49,5	35,0	35,0	35,0

Для широколиственной древесины дуба монгольского с большим содержанием лигнифицированных клеток либриформа, отобранной в Чугуевском лесхозе Приморского края, характерны высокие концентрации ароматических соединений, таких как ванилин, сиреневый, кониферилловый и синаповый альдегиды, а также оксиметилфурфурола, что значительно превышает аналогичные показатели древеси-

ны дуба из Хехцирского лесхоза Хабаровского края, а также дуба черешчатого и скального, произрастающих в Адыгее и Армении.

В виду особенностей анатомического строения древесины дуба монгольского, (в первую очередь, большого количества узких лучей и расчленения их волокнистыми трахеидами), определяющих её физико-механические свойства, при изготовлении бочарной клепки возможно не раскалывание древесины вдоль волокон, как для европейских видов дуба, а распиливание ее. Это в значительной степени упрощает технологический процесс изготовления винодельческой тары и определяет перспективность использования данного вида дуба в производстве высококачественных коньячных спиртов.

В результате проведенных исследований установлено, что древесина дуба монгольского, произрастающего в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока, по качественным характеристикам не уступает древесине дуба черешчатого и скального, а по некоторым показателям весьма близка к древесине дуба белого и может быть использована при производстве бочек для выдержки коньячных спиртов. Особенно предпочтительным будет использование исследуемой древесины для выдержки красных вин, а также молодых коньячных спиртов.

Производство бочек из пиленой клепки позволит значительно сократить отходы высококачественной древесины дуба, механизировать технологический процесс и, как следствие, сделать дубовую бочку более доступной и конкурентноспособной по цене для производителей винодельческой продукции.

### **Глава 10. Критерии отбора дуба для целей виноделия**

Отбор дуба начинается с выбора насаждений, лесоводственные характеристики которых должны быть следующими: предпочтительны нагорные высокоствольные семенного происхождения ясеневые, липовые и полевокленовые дубравы I и II класса бонитета с полнотой не менее 0,7; для горных дубрав предпочтительны насаждения I и II, реже III классов бонитета в свежих грабовых и суховатых дубравах; возраст отбираемых растений должен быть не менее 70 лет; диаметр на высоте груди – не менее 40 см.

К числу жестких требований, предъявляемых к сортаментам для изготовления клёпки, следует отнести: отсутствие сучков, наклона волокон, трещин и прочих видимых пороков; отсутствие видимых повреждений грибами и насекомыми; изменение цвета древесины, вызванное начальными стадиями загнивания. Удовлетворение этих требований обязательно.

К менее жестким мы относим следующие требования: желательно использовать древесину, более темных оттенков, косвенно свидетельствующих о высоком содержании паренхимы и либриформа; средний радиальный прирост должен составлять более 2 мм и не иметь высоких показателей варьирования; доля поздней древесины не должна составлять менее 65 - 70 %.

Предпочтительно, чтобы среднее значение диаметра члеников ранних сосудов не превышало 250 мкм, так как большие размеры, особенно на фоне малого содержания поздней древесины, приводят к увеличению потерь спирта вследствие повышения фильтрации (Саришвили и др., 1996). Ранние сосуды обязательно должны иметь высокую степень затилованности, препятствующую избыточному испарению жидкости через клепку. Кроме того, наличие большого числа тил

улучшает качество спиртовых экстрактов за счет накопления вторичных фенольных веществ. Расположение ранних сосудов широкослойной древесины в основном должно быть представлено радиально ориентированными извилистыми цепочками, диаметр просветов которых на поперечных срезах убывает в сторону поздней зоны. Расположение сосудов поздней древесины может иметь различный характер, но большее преимущество имеет древесина, у которой узкие сосуды вместе с клетками тяжелой паренхимы группируются в поздней части слоя в виде радиальных полос или пламевидных «язычков» и представляют собой продолжение цепочки ранних сосудов. Положительно влияет на качество частичная затилованность поздних сосудов, наблюдаемая в высокопроизводительных условиях роста. Наиболее точно отвечает поставленным условиям исследованная нами древесина дуба черешчатого французского происхождения из провинции Лимузен.

Высота широких сердцевинных лучей должна быть больше 1 см; ширина – не менее 0,4 мм (более 20 рядов клеток). Высота клеток однорядных лучей должна быть меньше или не на много превышать их ширину. Наблюдается некоторая положительная связь между интенсивностью роста (качеством условий произрастания) дуба и шириной клеток однорядных лучей. Увеличение числа лучей, особенно однорядных, на единицу площади тангентального среза улучшает некоторые механические свойства древесины (Оганесянц, 2002) и оказывает позитивное действие на качество напитков, получаемых с использованием клепки из этой древесины. Желательно высокое содержание осевой паренхимы. Увеличение содержания осевой паренхимы в древесине ведет к быстрому насыщению экстракта углеводами, различными фенольными соединениями и прочими метаболитами, влияющими на качество алкогольной продукции. Такая зависимость четко прослеживается при использовании дуба французского происхождения, зарекомендовавшего себя в традиционном бочарном производстве.

Для изготовления радиальной клепки желательно использовать древесину, имеющую в поздней зоне упорядоченное расположение узких радиально ориентированных участков, состоящих из либриформа, чередующихся с промежутками из узкопросветных сосудов и трахеид. Такой тип расположения зон либриформа будет препятствовать потерям спирта в процессе его выдержки.

При отборе в первую очередь следует обращать внимание на обязательное соответствие древесины жестким требованиям и наиболее важным, в диагностическом смысле, характеристикам, дающим наибольший вклад в органолептические показатели напитков. Можно построить ряд из требований в порядке уменьшения их значимости. Начало этого ряда выглядит следующим образом: источником древесины должны быть насаждения, отвечающие указанным выше лесоводственным требованиям; в продолжение ряда должны оцениваться следующие критерии: затилованность ранних сосудов, величина радиального прироста, процент поздней древесины, содержание тяжелой и лучевой паренхимы, размеры клеток сердцевинных лучей, наличие частично двухрядных лучей. Древесина, удовлетворяющая всем жестким требованиям и, хотя бы, трем-четырем начальным требованиям представленного ряда, подходит для изготовления бочек, дающих возможность получить высококачественные коньячные спирты.

### **Выводы и предложения**

1. Нами разработана и апробирована (в лабораториях анатомии растений МГУЛ и технологии коньяка и крепких напитков ГНУ ВНИИПБиВП) специальная методика анатомических исследований древесины дуба применительно к вопросам виноделия.
2. Проведено подробное сравнительное анатомическое исследование древесины видов, экотипов и форм дуба, применяемой или условно пригодной к винодельческому производству. Дано анатомическое описание таксонов дуба. Обнаружены существенные различия в структуре древесины используемых в виноделии видов, экотипов и феноформ дуба. Выявлен ряд значимых с позиции виноделия структурных особенностей древесины дуба.
3. Выявлен и описан комплекс связей между изменениями различных анатомических элементов и макроскопических особенностей древесины. Показано, что учитывая коррелятивные изменения структурных параметров ксилемы, можно значительно упростить и повысить точность отбора дуба.
4. Анализ ВЭЖХ спиртоводных экстрактов древесины выявил количественные различия в химическом составе экстрактов из древесины дуба различного географического происхождения. Представленные данные дают обоснование традиционному предпочтению лимузенского дуба в производстве коньячных бочек.
5. Для некоторых анатомических элементов и варьирующих структурных особенностей древесины установлено их влияние на качество алкогольной продукции.
6. Установлены взаимосвязи между особенностями анатомического строения древесины и степенью ее пригодности для выдержки качественных коньячных спиртов.
7. На основании проведенных исследований предложен ряд критериев отбора дуба для дифференцированного использования его древесины в виноделии.
8. Проведено исследование анатомического строения и состава экстрагируемых спиртоводной смесью компонентов древесины дуба черешчатого из Калининградской области, а также ранней и поздней феноформ дуба черешчатого из ТОЛ. Подтверждена возможность применения данной древесины в производстве бочек для изготовления широкого спектра винодельческой продукции.
9. Установлено, что древесина дуба монгольского, произрастающего в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока, по качественным характеристикам не уступает черешчатому и скальному, а по некоторым показателям весьма близка к дубу белому и может быть использована при производстве бочек для выдержки вин и коньячных спиртов.

#### **Для практического использования предлагаются:**

- специальная методика анатомических исследований древесины дуба применительно к нуждам виноделия;
- критерии отбора дуба для дифференцированного использования в виноделии;
- использование древесины ранней и поздней феноформ дуба черешчатого, из лесостепной зоны России, в производстве бочек для широкого спектра винодельческой продукции;

- значительное расширение отечественной сырьевой базы заготовки древесины для нужд виноделия за счёт использования дуба монгольского из Хабаровского края и Приморья.

**По материалам диссертации опубликованы следующие работы:**

1. Аксенов, П.А. Методика определения активности камбия при формировании древесины ствола хвойных / П.А. Аксенов // Тезисы докладов II Пущинской международной школы-семинара по экологии. – "Экология 2002: эстафета поколений". М.: МГУЛ, 2002.– С. 17-18.
2. Оганесянц, Л.А. Исследование особенностей анатомического строения и химического состава древесины дуба монгольского (*Q. mongolica*) с целью использования ее в виноделии / Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, О.В. Куракова, П.А. Аксенов // В сборнике научных трудов «Лесной комплекс. Состояние и перспективы развития». Брянск: БГТИ, 2002. – С. 67-72.
3. Оганесянц, Л.А. Оценка качества древесины дуба монгольского (*Quercus mongolica*) как сырья для производства винодельческих бочек / Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, О.В. Куракова, П.А. Аксенов // Хранение и переработка сельхозсырья, № 3. – Углич: Пищпром, 2003. – С. 36-38. (Входит в перечень ВАК)
4. Аксенов, П.А. Сердцевинные лучи древесины как критерий отбора дуба для целей коньячного производства / П.А. Аксенов, И.Ю. Кондратова // Тезисы докладов III Пущинской международной школы-семинара по экологии. – "Экология 2004: эстафета поколений". М.: МГУЛ, 2004.– С.16-18
5. Аксенов, П.А. Особенности анатомического строения дуба черешчатого из французской провинции Limousin / П.А. Аксенов, Д.С. Курников // Тезисы докладов III Пущинской международной школы-семинара по экологии. – "Экология 2004: эстафета поколений". М.: МГУЛ, 2004.– С. 18-19
6. Аксенов, П.А. Анатомические особенности древесины дуба как критерии его пригодности для нужд виноделия / П.А. Аксенов О.В. Куракова // Труды IV международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины-2004». т1.– С-Пб: СПбГЛТА, 2004.– С. 34-36
7. Аксенов, П.А. Изучение изменчивости структурных особенностей древесины дуба в связи с ее пригодностью для производства винодельческих бочек / П.А. Аксенов // Материалы V международной конференции молодых ученых, посвященной 175-летию первого лесоустройства на Урале и 160-летию со дня рождения лесовода Ф.А. Теплоухова.–М.: МГУЛ, 2005.– С. 25-29.
8. Аксенов, П.А. Отбор древесины дуба для производства высококачественных коньячных спиртов / П.А. Аксенов, Р.В. Щекалев, В.В. Коровин // «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» / Сборник материалов II Всероссийской научной конференции.–Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2006. – С. 163-165.
9. Оганесянц, Л.А. Изменчивость структуры древесины дуба и ее пригодность для выдержки винодельческой продукции / Л.А. Оганесянц, В.В. Коровин, П.А. Аксенов // Виноделие и виноградарство. - № 5 – М.: Пищпром, 2006. – С. 10-11. (Входит в перечень ВАК)

10. Коновалова, Н.Н. Ультразвуковые параметры древесины дуба, используемого в вино-коньячном производстве / Н.Н. Коновалова, Н.Т. Коновалов, И.П. Галямина, Д.Л. Расторгуев, П.А. Аксенов // Материаловедение. - 2006. - № 3. - С. 37-43. (Входит в перечень ВАК)
11. 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. № 5 –М: МГУЛ, 2007.– С. 9-16. (Входит в перечень ВАК)
12. Коровин, В.В. Оценка пригодности древесины дуба монгольского в производстве коньячных спиртов / В.В. Коровин, Р.В. Щекалев, П.А. Аксенов // Известия высших учебных заведений – Лесной журнал. № 1 – АрхГТУ, 2008.– С. 112-116. (Входит в перечень ВАК)
13. Аксенов, П.А. Отбор древесины дуба для изготовления винодельческих бочек / П.А. Аксенов // Тезисы докладов VI Пущинской международной школы-семинара по экологии. – "Экология 2009: эстафета поколений".–М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009.– С. 24-27
14. Аксенов, П.А. Химический состав древесины дуба, используемой для производства коньяка и бренди/ П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. № 1 –М.: МГУЛ, 2009. – С. 5-16. (Входит в перечень ВАК)
15. Аксенов, П.А. Подходы к отбору дуба для нужд виноделия / П.А. Аксенов, О.В. Размолодина // Тезисы докладов научных чтений памяти профессора А.А. Яценко-Хмелевского. – «Структурно-функциональные исследования растений в приложении к актуальным проблемам экологии и эволюции биосферы».–СПб.: СПбГЛТА, 2009.– С. 4-5.
16. Аксенов, П.А. Сравнительно-анатомическое исследование древесины дуба, применяемой в виноделии / П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. № 3 –М.: МГУЛ, 2010. – С. 5-15. (Входит в перечень ВАК)