



АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПЕРИКАРПИЯ И СЕМЕННОЙ КОЖУРЫ ВИДОВ РОДА *QUERCUS* (FAGACEAE), ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Николай В. Лаврентьев, Ольга В. Яковлева, Геннадий А. Фирсов

Аннотация. Приведены результаты изучения перикарпия и семенной кожуры видов рода *Quercus*, интродуцированных в Санкт-Петербурге. Было исследовано 8 видов рода *Quercus*, относящихся к 3 секциям и 7 подсекциям подрода *Euquercus*. Исследования показали, что строение перикарпия различается не только у видов, относящихся к разным секциям, но и относящихся к разным подсекциям. Результаты исследований показали, что в перспективе полученные данные могут иметь практическое значение для идентификации видов в условиях интродукции в дендрологических коллекциях.

Ключевые слова: *Quercus*, перикарпий, семенная кожура, анатомия, интродукция

Ботанический институт им. В.А. Комарова, ул. Профессора Попова, 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия; forestiercorps@gmail.com

Введение

Род *Quercus* L. крупнейший в семействе *Fagaceae* и включает около 450 видов (SAMUS 1936-1938, 1938-1939, 1952-1954; GRIMSHAW & BAUTON 2009). Также это род один из самых перспективных для интродукции на Северо-Западе России (Лаврентьев и Фирсов 2013). В двух крупных дендрологических коллекциях Санкт-Петербурга: Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.А. Комарова (БИН) и Ботаническом саду Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова (СПбГЛТУ), произрастает 16 видов и форм из рода *Quercus*. В работе П.И. Ткаченко (1970а) утверждается, что перикарпий исследованных им видов имеет одинаковую структуру. Однако, изучение литературных источников (KORSTIAN 1927; MOGENSEN 1966; BORGARDT & NIXON 2003) и предварительные собственные данные показали, что это не совсем так. Кроме того, в условиях интродукции некоторые виды, например, *Q. rubra* L. и *Q. coccinea* Münchh. подсекции *Coccineae* Trel. становятся плохо различимыми по морфологическим признакам листьев и плодов. С целью

выявления возможных отличий в анатомическом строении перикарпия и семенной кожуры интродуцированных видов из разных внутривидовых систематических групп было проведено исследование плодов нескольких представителей рода *Quercus*.

Для исследований были взяты плоды 8 видов рода *Quercus*, которые достаточно давно произрастают в интродукционных центрах города. Систематическое положение изученных видов, относящихся к 3 секциям и 7 подсекциям, дано по А. SAMUS (1936-1938, 1938-1939, 1952-1954). Секция *Lepidobalanus* Endl.: подсекция *Diversipilosa* Schneid. (*Q. mongolica* Fisch.); подсекция *Albae* Trel. (*Q. alba* L.); подсекция *Pedunculata* A. Camus (*Q. robur* L.). Секция *Cerris* Spach: подсекция *Macranthera* A. Camus (*Q. macranthera* Fisch. et Meyer); подсекция *Macrolepidae* A. Camus (*Q. castaneifolia* C. A. Meyer). Секция *Erythrobalanus* Spach: подсекция *Coccineae* (*Q. coccinea*, *Q. rubra*); подсекция *Phellos* Loud. (*Q. imbricaria* Mich.).

Материалы и методы исследований

Жёлуди *Q. robur* и *Q. alba* были взяты из БИН, *Q. rubra* и *Q. coccinea* – из СПбГЛТУ.

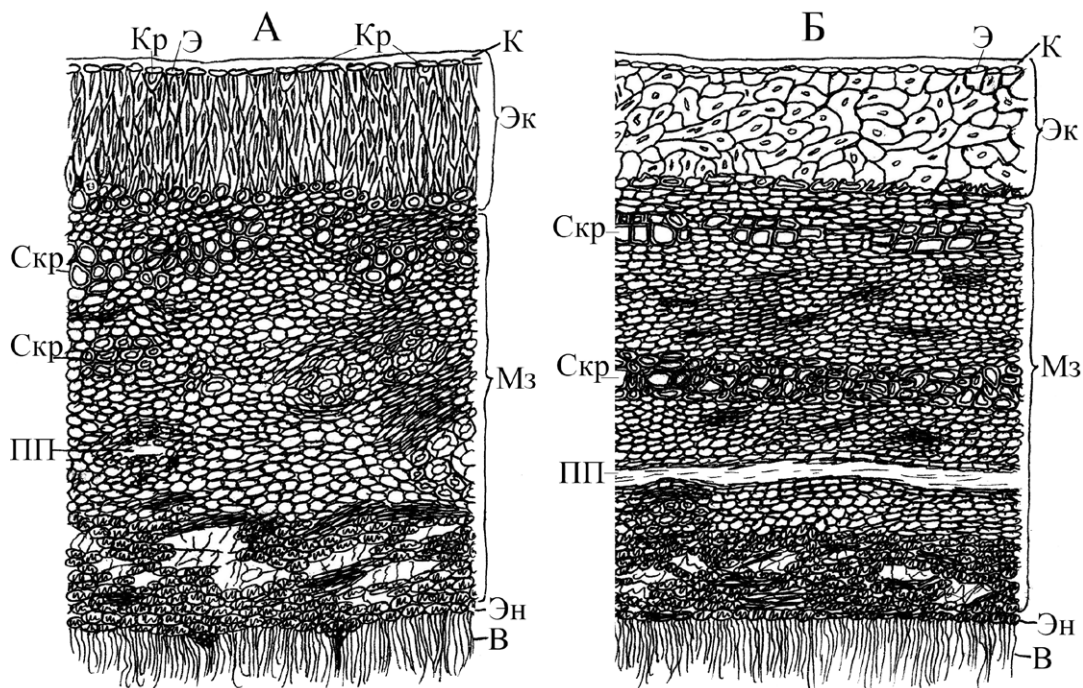


Рис. 1. Схемы поперечного (А) и продольного (Б) срезов перикарпия *Quercus coccinea*: В – волоски; К – кутикула; Кр – кристаллы; Мз – мезокарпий; ПП – проводящий пучок; Скр – склеренхима (склеренхимные тяжи); Э – эпидермис; Эк – экзокарпий; Эн – эндокарпий.

Fig. 1. Scheme of transversal (A) and longitudinal (Б) microscopic section of pericarp of *Quercus coccinea*: В – hairs; К – cuticle; Кр – crystals; Мз – mesocarpium; ПП – conducting bunch; Скр – sclerenchyma (sclerenchymal group of cells); Э – epidermis; Эк – exocarpium; Эн – endocarpium.

Плоды других видов, которые представлены в коллекциях БИН и СПБГАУ, но не плодоносят, были взяты из других ботанических садов: *Q. castaneifolia*, *Q. macranthera* и *Q. mongolica* – из Ботанического сада Одесского национального университета им. И. И. Мечникова (Украина), *Q. imbricaria* – из Лесо-Ботанического сада Дрезденского технического университета (Тарандт, Германия).

Перикарпий и семенная кожура были зафиксированы по стандартной методике для исследования с помощью светового и просвечивающего электронного микроскопов. В процессе работы было установлено, что с зафиксированных образцов перикарпия, практически невозможно было получить срезы. По этой причине был разработан новый фиксатор, который включает ледяную уксусную кислоту,

размягчающую твёрдые лигнифицированные и кутинизированные ткани (Прошина 1960). Состав фиксатора: 50-ти процентный спирт и концентрированная ледяная уксусная кислота (из расчёта на 50 мл: 45 мл 50% спирта и 5 мл концентрированной ледяной уксусной кислоты). Для исследований был использован традиционный сравнительно-анатомический метод с применением микроскопа Carl Zeiss AxioScop A1.

Результаты и их обсуждение

Экзокарпий состоит из эпидермы, призматических склереид (1-3 ряда клеток) и нескольких рядов (4-10) склерифицированных клеток (Рис. 1 А, Б). Эпидерма из одного ряда клеток покрыта толстым слоем кутикулы у большинства изученных видов, за исключением

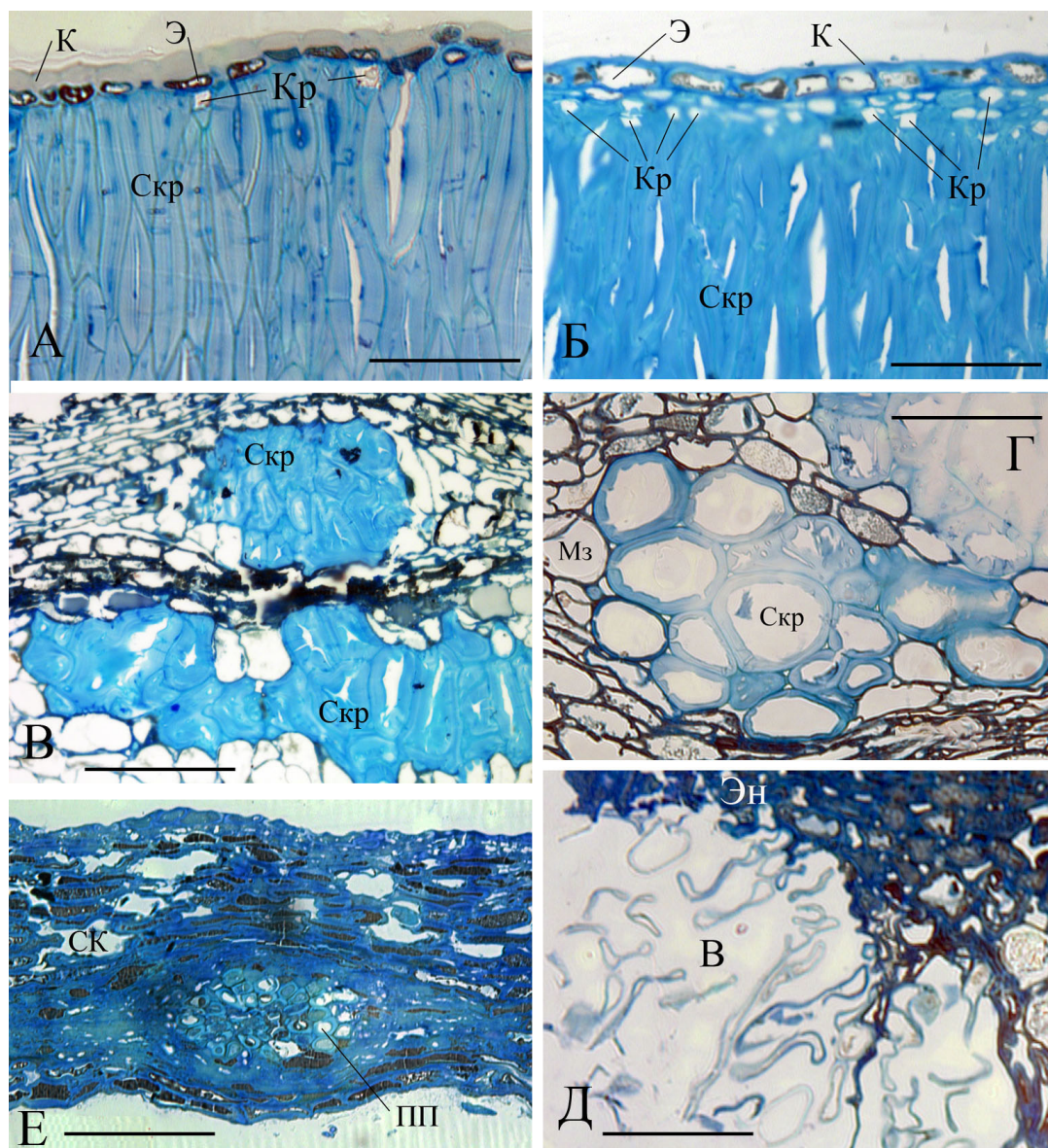


Рис. 2. Фрагменты поперечных (А, Б, Г-Е) и продольного (В) срезов перикарпия (А-Д) и семенной кожуры (Е) *Quercus coccinea* (А, Г, Д), *Q. alba* (Б, В) и *Q. mongolica* (Е). Обозначения те же, что и на Рис. 1. Масштабная линейка 50 мкм.

Fig. 2. Fragments of transversal (А, Б, Г-Е) and longitudinal (В) sections of pericarp (А-Д) and seed skin (Е) of *Quercus coccinea* (А, Г, Д), *Q. alba* (Б, В) and *Q. mongolica* (Е). Explanations see Fig. 1. The scale is 50 μm.

Q. imbricaria и *Q. alba* (Рис. 2 А, Б). И.П. Ткаченко (19706) описал кутикулу у изученных им видов (*Q. robur* и др.) как наружную клеточную стенку эпидермы. Призматические склереиды небольшого размера и содержат кристаллы, очевидно, оксалата кальция. Практически у всех видов

только отдельные клетки содержат кристаллы, в то время как у *Q. alba* большинство клеток этого ряда с кристаллами (Рис. 2 Б). Под призматическими склереидами находится несколько рядов склеренхимных клеток. Как показали исследования поперечных и продольных срезов перикарпия, эти

клетки не являются волокнами. Они крупные, неправильной формы, вытянутые и ориентированы вдоль длинной оси плода (Рис. 1 Б). Полости склеренхимных клеток узкие и на поперечных срезах ориентированы перпендикулярно к наружной поверхности жёлудя (Рис. 1 А). В литературных источниках (HARZ 1885; АРТЮШЕНКО и КОНОВАЛОВ 1951; РАСКАТОВ 1951; ВОЛКОВ и ИВАНИЦКАЯ 1954; МЕЙЕР 1958; КИСЕЛЕВСКИЙ-БАБИНИН 1960; БЕЛОСТОКОВ 1965; ТКАЧЕНКО 1970б, 1971) эти клетки описаны как волокна на основании только поперечных срезов. Под слоем клеток неправильной формы расположен ряд склерифицированных клеток правильной формы (за исключением *Q. castaneifolia*).

Мезокарпий состоит из многих рядов паренхимных тонкостенных клеток разного размера и формы большей частью облитерированных. В мезокарпии расположены проводящие пучки (Рис. 1 А, Б). У большинства видов *Quercus* в паренхиме встречаются тяжи склеренхимных клеток (Рис. 2 В, Г). Только у *Q. macranthera* в паренхиме находятся одиночные склеренхимные клетки. Группы (тяжи) склеренхимных клеток на поперечных срезах располагаются в разных частях мезокарпия: ближе к экзокарпию они с относительно тонкими вторичными оболочками, а ниже – с толстыми. В мезокарпии *Q. coccinea* (Рис. 1 А, Б) эти тяжи склеренхимных клеток представлены в большом количестве и находятся сразу в трёх частях (верхней, средней и нижней), что отличает его от морфологически близкого к нему *Q. rubra*, у которого их меньше, и тяжи располагаются в двух частях. И.П. ТКАЧЕНКО (1970б) считал, что эти тяжи у большинства видов образуют сетку в мезокарпии. Однако, как показали наши исследования, тяжи у большинства видов расположены редко и сетку образуют лишь у некоторых видов (*Q. coccinea* и *Q. castaneifolia*).

Эндокарпий не специализирован и представлен несколькими рядами (1-5) клеток. Эпидерма эндокарпия только у представителей секции *Erythrobalanus*

покрыта волосками (Рис. 2 Д).

Семенная кожура у большинства видов плотно прилегает к семядолям, светло-коричневая или желтоватая, и состоит из нескольких рядов (от 4 до 15) тонкостенных паренхимных клеток. В семенной кожуре у большинства изученных видов (*Q. alba*, *Q. macranthera*, *Q. mongolica*, *Q. rubra*, *Q. castaneifolia*) имеются проводящие пучки (Рис. 2 Е).

Заключение

Таким образом, наши исследования показали, что строение перикарпия различается не только у видов, относящихся к разным секциям, но и относящихся к разным подсекциям. В результате изучения анатомического строения оболочки жёлудя было уточнено общее строение перикарпия и семенной кожуры для одного местного (*Q. robur*) и семи интродуцированных видов (*Q. alba*, *Q. macranthera*, *Q. mongolica*, *Q. rubra*, *Q. castaneifolia*, *Q. coccinea*, *Q. imbricaria*). Было установлено, что виды, трудно распознаваемые по морфологическим признакам в условиях интродукции, различимы по анатомическому строению перикарпия. Выполненное исследование показало, что в перспективе полученные данные могут иметь практическое значение для идентификации видов в условиях интродукции в дендрологических коллекциях.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 13-04-00852-а.

Цитируемые источники

- АРТЮШЕНКО З.Т., КОНОВАЛОВ И.Н. 1951. Морфология плодов типа орех и орешек. *Труды БИН АН СССР* 7 (2): 170–192.
- БЕЛОСТОКОВ Г.П. 1965. Анатомическое строение околоплодника некоторых древесных растений. *Научн. докл. Высш. школы. Биол. науки* 4: 114–119.
- ВОЛКОВ Ф.И., ИВАНИЦКАЯ Е.Ф. 1954. Биологические особенности желудей в процессе их созревания. *Труды института леса* 17: 127–136.

- КИСЕЛЕВСЬКИЙ-БАБИНІН Р.Г. 1960.** Біологічні особливості, досягання жолудів дуба звичайного. *Лісівництво та лісорозведення: наукові праці лісогосп. ф-ту* **16 (8):** 48–62.
- ЛАВРЕНТЬЕВ Н.В., ФИРСОВ Г.А. 2013.** Перспективы изучения видов семейства Fagaceae на Северо-Западе России. *Труды XIII Съезда Рус. Ботан. общ-ва* **3:** 143–144. Тольятти.
- МЕЙЕР К.И. 1958.** К эмбриологии дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). *Вестник МГУ. Сер. биол., почвовед., геол., географ.* **4:** 9–18.
- ПРОЗИНА М.Н. 1960.** Ботаническая микротехника. Высш. школа, Москва.
- РАСКАТОВ П.Б. 1951.** Анатомическое строение жолудя. *Лес. хоз-во* **9:** 75–78.
- ТКАЧЕНКО П.И. 1970а.** Сравнительно-анатомическое исследование околоплодника желудей у кавказских дубов. *Бюл. Гл. ботан. сада* **77:** 88–93.
- ТКАЧЕНКО П.И. 1970б.** Сравнительное морфолого-анатомическое исследование репродуктивных органов рубороидных дубов Западного Кавказа. Автореф. дис... канд. биол. наук. Краснодар.
- ТКАЧЕНКО П.И. 1971.** Анатомическое строение плодоносков рубороидных дубов Западного Кавказа. *Науч. докл. высш. школы. Биол. науки* **5:** 54–58.
- BORGARDT S.J., NIXON K.C. 2003.** A comparative flower and fruit anatomical study of *Quercus acutissima*, a biennial-fruited oak from the *Cerris* group (Fagaceae). *Amer. J. Bot.* **90 (11):** 1567–1584.
- SAMUS A. 1936-1938.** Les Chênes. I; **1938-1939.** II; **1952-1954.** III (1, 2). Paris.
- GRIMSHAW J., BAYTON R. 2009.** New trees: recent introductions to cultivation. The board of trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew and The International Dendrology Society. Royal Botanic Gardens, Kew.
- HARZ K.O. 1885.** Landwirtschaftliche Samenkunde. 2. Berlin.
- KORSTIAN C.F. 1927.** Factors controlling germination and early survival in Oaks. *Yale Univ. Sch. For. Bull.* **19:** 1–115.
- MOGENSEN L. 1966.** A contribution to the anatomical development of the acorn in *Quercus L. Iowa Stat. Goll. J. Sci.* **40 (3):** 221–255.

ANATOMICAL STRUCTURE OF PERICARP AND SEED SKIN OF QUERCUS SPECIES INTRODUCED IN ST. PETERSBURG

NIKOLAY V. LAVRENTYEV, OLGA V. YAKOVLEVA, GENNADY A. FIRSOV

Abstract. The results of anatomical study of pericarp and seed skin of 8 species from 3 sections and 7 subsections of subgenus *Euquercus* of genus *Quercus* introduced in Saint-Petersburg are given. The structure of pericarp is peculiar not only in limits of sections but inside of subsections as well. The results of research may be of practical importance for species identification in arboreal collections. The study was supported by RFBR, grant 13-04-00852.

Key words: *Quercus*, pericarp, seed skin, anatomy of plants, arboriculture

Komarov Botanical Institute, Prof. Popov str. 2, 197376 St. Petersburg, Russia; forestiercorps@gmail.com