

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.8

DOI 10.5281/zenodo.18454549

Научная статья



АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ И ЛИСТА БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ ВИДОВ РОДА *BETULA* L. (*BETULACEAE* GRAY.) АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

ANATOMICAL STRUCTURE OF THE STEM AND LEAF OF CLOSELY RELATED SPECIES OF THE GENUS *BETULA* L. (*BETULACEAE* GRAY.) OF THE AMUR REGION

АНОХИНА АННА ВИКТОРОВНА,

кандидат биологических наук, доцент,

Благовещенский государственный педагогический университет.

ANOKHINA ANNA VIKTOROVNA,

candidate of biological sciences, associate professor,

Blagoveshchensk State Pedagogical University.

В статье представлен сравнительный анализ строения стебля и листа 2 близкородственных видов рода Betula L. (Betula ovalifolia Rupr. и B. fruticosa Pall.), произрастающих в Амурской области. Применены анатомический и биометрический сравнительные методы. Впервые определены важнейшие диагностические признаки, которые могут быть использованы для внутривидовой диагностики. В строении стебля надежные отличительные признаки нами не выявлены. В строении листа информативными признаками являются форма верхних эпидермальных клеток, строение проводящего пучка в средней жилке и характер расположения кроющих трихом. Полученные данные позволяют присоединиться к мнению тех авторов, которые признают самостоятельность изучаемых видов.

The article presents a comparative analysis of the structure of the stem and leaf of 2 closely related species of the genus Betula L. (Betula ovalifolia Rupr. and B. fruticosa Pall.), native to the Amur region. Anatomical and biometric comparative methods are applied. For the first time, the most important diagnostic features that can be used for intraspecific diagnosis have been identified. We have not identified reliable distinguishing features in the stem structure. The shape of the upper epidermal cells, the structure of the conducting bundle in the middle vein, and the location of the covering trichomes are informative features in the leaf structure. The data obtained allow us to join the opinion of those authors who recognize the independence of the studied species.

Ключевые слова: Betula, Амурская область, анатомия стебля, анатомия листа, диагностические признаки, проводящие пучки, мезофилл, эпидерма, кроющие трихомы.

Key words: *Betula*, Amur Region, stem anatomy, leaf anatomy, diagnostic signs, conducting bundles, mesophyll, epidermis, covering trichomes.

Введение. Род *Betula* L. насчитывает около 150 видов, которые обитают в умеренной и холодной части Евразии и Северной Америки [6, с. 311–312]. В пределах России можно встретить около 40 видов изучаемого рода.

Для территории Дальнего Востока Д.П. Воробьев (1968) указывает 23 вида [1, с. 71]. Н.В. Усенко в своей работе «Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока» (2009) выделяет 14 видов берез [10, с. 72–81]. В сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (1995) авторами описано 12 видов рода *Betula*, которые распределены по 5 секциям [11, с. 41–43]. Объекты нашего исследования — береза овальнолистная (*Betula ovalifolia* Rupr.) и береза кустарниковая (*B. fruticosa* Pall.) — относятся к секции *Fruticosae* (Regel) Sukacz.

Наш выбор объектов исследования связан с тем, что в литературе по систематике растений нет единого мнения о самостоятельности этих видов. Так, в «Флоре СССР» (1936) О.И. Кузенева выделяет два самостоятельных вида — береза овальнолистная и береза кустарниковая [5, с. 286–289]. В многотомной работе «Флора Китая» (1999) авторы также указывают два этих вида [12, с. 34]. Такого же мнения придерживаются В.М. Старченко (2008) и Д.П. Воробьев (1968) [1, с. 71; 9, с. 72].

Вместе с тем, В.Н. Ворошилов в своем «Определителе растений советского Дальнего Востока» (1982) указывает на то, что в Приморье и на Амуре наряду с *Betula fruticosa* встречается еще и *B. ovalifolia*, отличающаяся от березы кустарниковой более крупными листьями, с короткими густоопушенными черешками. Но встречаются и промежуточные формы между ними, поэтому *B. ovalifolia* правильнее рассматривать в ранге подвида *B. fruticosa* [2, с. 197]. Схожей точки зрения придерживается и М.А. Шемберг. Обработывая этот род для «Флоры Сибири» (1992), он выделяет как вид березу кустарниковую, а березу овальнолистную сводит в ее синонимы [4, с. 67].

Как указывает в своей монографии А.В. Шемякина (2016), таксономия берез представляет определенную трудность, поэтому сведения о числе видов противоречивы. Это связано с тем, что березы часто образуют межвидовые гибриды [13, с. 19]. Поэтому для уточнения ранга отдельных видов используются достаточно консервативные анатомические признаки. В связи с этим выявление анатомических признаков, имеющих таксономическое значение у близкородственных видов рода *Betula*, систематическое положение которых до сих пор остается дискуссионным, является актуальным.

Материалы и методы.

Материалом для исследования послужили гербарные образцы *Betula fruticosa* и *B. ovalifolia* из гербария ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет». При выполнении работы использовались сравнительные анатомический и биометрический методы. Образцы стеблей были взяты в трёхкратной повторности. Поперечные срезы готовились бритвой от руки и заключались в глицерин — желатиновую среду. При анализе поперечного среза стебля отмечали его форму, общую топографию тканей, толщину первичной и вторичной коры, характер расположения сосудов, радиальный и тангенциальный диаметр сосудов древесины, строение сердцевины [7, с. 176–209].

Анатомическое строение листовой пластинки изучали на поперечных срезах в центральной части в области средней жилки. Эпидермис снимали с нижней стороны в средней трети листа, между краем и центральной жилкой, так как здесь число устьиц приближается к средним значениям для листовой пластинки в целом. Поперечные срезы и эпидермис помещали на чистые предметные стекла также в глицерин — желатиновую среду [8, с. 37, 70]. Анализируя поперечный срез листа, отмечали число рядов и характер расположения столб-

чатого и губчатого мезофилла и строение средней жилки. При описании эпидермы особое внимание обращали на форму основных эпидермальных клеток, тип устьичного аппарата, размеры эпидермальных клеток и замыкающих клеток устьиц, число устьиц на 1 мм^2 поверхности листа, наличие кроющих и железистых трихом [3, с. 64–75].

Истинные размеры микрообъектов определяли с помощью окуляр-микрометра. Все измерения проведены в 30-кратной повторности. Статистическая обработка результатов измерений проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel Statistica. Фотографии сделаны с использованием микроскопа БЛМ-Л и фотокамеры МС-12.

Результаты исследования.

В ходе проведенного исследования нами установлено, что у обоих видов стебель на поперечном срезе ребристый, покрытый перидермой, имеющей снаружи многослойную пробку. У *B. fruticosa* пробка расположена в 8–9 слоев клеток, а у *B. ovalifolia* в 6–7 слоев.

Первичная кора представлена колленхимой, состоящей из округлых или овальных по форме клеток, с неравномерно утолщенными оболочками (рис. 1). В некоторых клетках находятся кристаллические включения. У *B. fruticosa* колленхима расположена в 5–6 слоев клеток, а у *B. ovalifolia* только в 3–5 слоев.

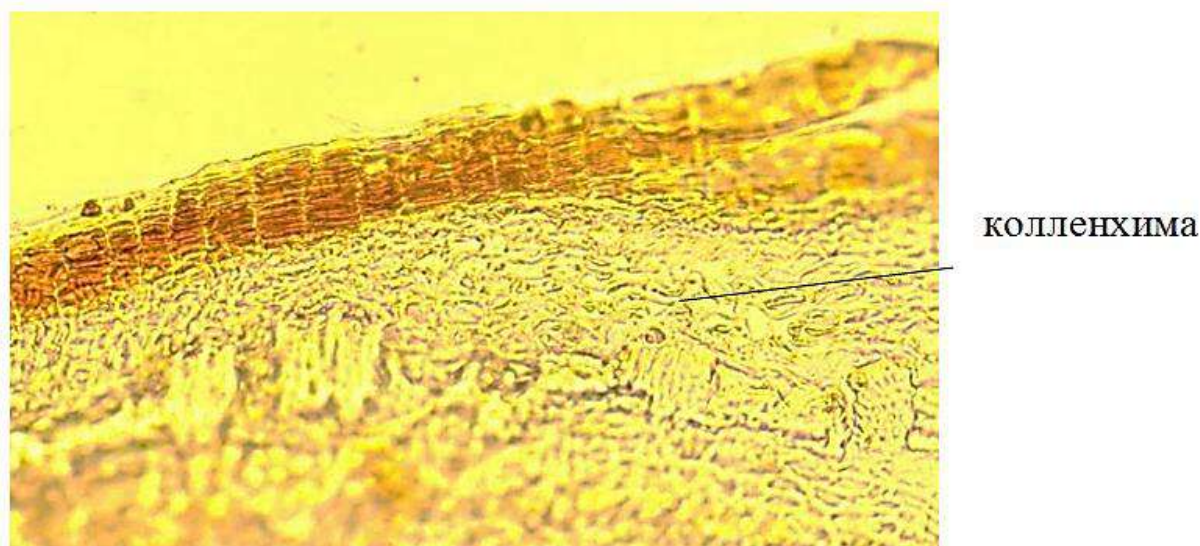


Рис. 1. Фрагмент первичной коры стебля *B. fruticosa*

Все цифровые данные по анатомическому строению стебля приведены в таблице 1.

Таблица 1. Количественно-анатомические особенности строения стебля исследуемых видов

Признак	<i>B. fruticosa</i>	<i>B. ovalifolia</i>
Толщина первичной коры, мкм	20,15±1,81	24,39±2,65
Толщина вторичной коры, мкм	88,17±3,39	33,48±2,89
Радиальный диаметр сосудов, мкм	22,87±2,73	22,54±1,68
Тангенциальный диаметр сосудов, мкм	21,21±2,49	24,84±2,30

Мы отмечаем, что строение вторичной коры не может являться диагностическим признаком. Она построена из мягкого и твердого луба. Мягкий луб состоит из мелких тонкостенных клеток. Твердый луб представлен склеренхимными волокнами, которые располагаются тангентально и радиально ориентированными группами из 3–7 слоёв клеток у *B. fruti-*

cosa и 5–15 слоёв клеток у *B. ovalifolia* (рис. 2).

Между лубом и древесиной (ксилемой) располагается узкая камбиальная зона, состоящая из мелких таблитчатых клеток.

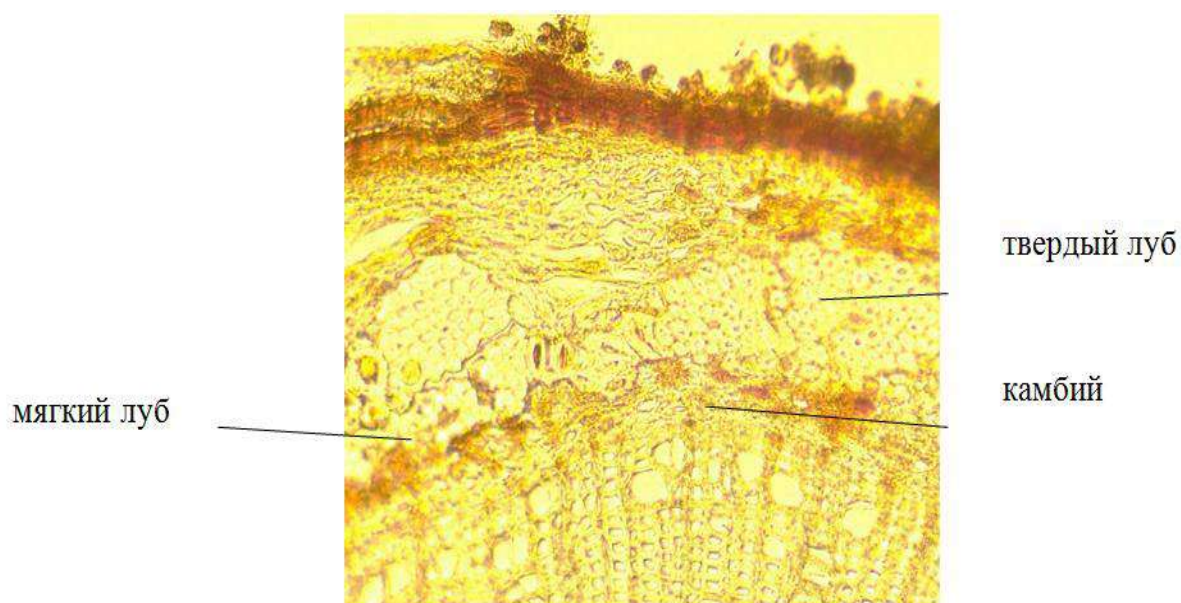


Рис. 2. Фрагмент вторичной коры стебля *B. ovalifolia*

Древесина у обоих видов берёз рассеянно-сосудистая, сосуды примерно одинакового диаметра располагаются по всему годичному кольцу равномерно. На поперечном срезе сосуды овальные, вытянутые в радиальном направлении, реже округлые. Они располагаются радиальными цепочками по 3–11 у *B. fruticosa* и по 3–9 у *B. ovalifolia*, реже парно или одиночно (рис. 3). Следовательно, характер расположения сосудов ксилемы также не может служить информативным признаком.

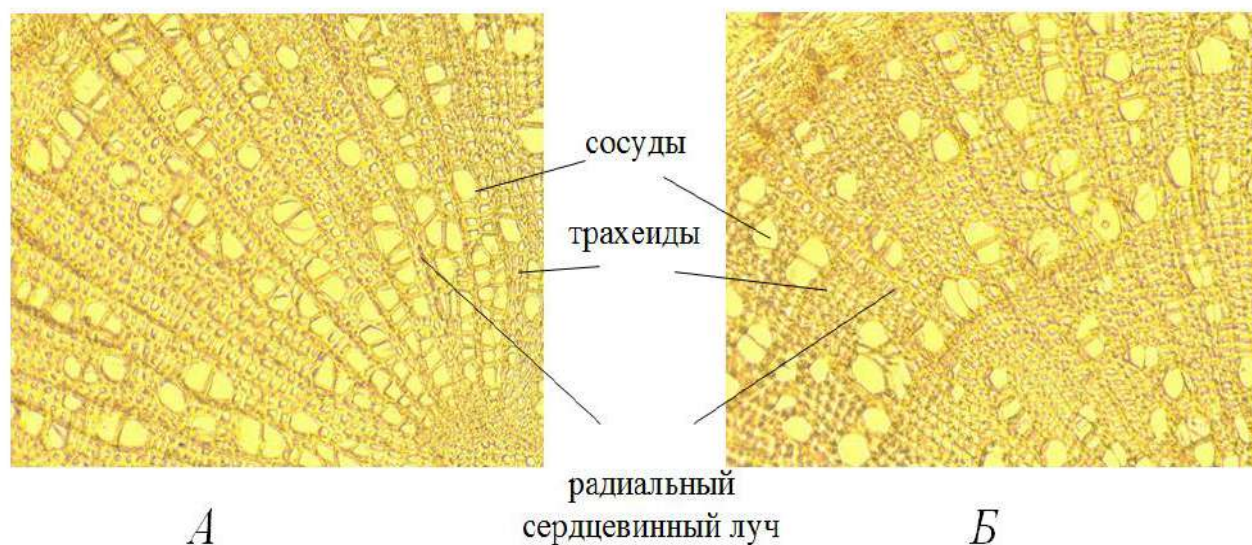


Рис. 3. Строение древесины: А — *B. fruticosa*, Б — *B. ovalifolia*

Между сосудами располагаются трахеиды, древесные волокна и тяжёлая паренхима. Трахеиды более обильны в осенней древесине. Волокна построены многогранными клетками с утолщенными оболочками. У *B. fruticosa* древесные лучи, построенные паренхимой, одно, реже двух рядные, ровные, строго радиальные, либо слегка изогнутые, огибающие широкие сосуды. У *B. ovalifolia* направление лучей такое же, но только они однорядные.

В сердцевине хорошо выражена перимедуллярная зона, состоящая из мелких и толстостенных клеток. Внутренняя часть сердцевины представлена округлыми и овальными клетками.

Анализируя поперечный срез через листовую пластинку, отмечаем, что исследуемые виды различаются по толщине листовой пластинки в районе средней жилки и в удаленных от жилок местах (табл. 2).

Таблица 2. Количественно-анатомические особенности строения листа исследуемых видов

Признак	<i>B. fruticosa</i>	<i>B. ovalifolia</i>
Толщина листовой пластинки в районе средней жилки, мкм	179,45±14,08	421,26±14,66
Толщина листовой пластинки в удаленных от жилок местах, мкм	74,02±4,23	280,36±8,22
Толщина столбчатого мезофилла, мкм	19,66±1,07	39,03±3,31
Толщина губчатого мезофилла, мкм	51,40±1,98	131,85±3,82
Длина верхних эпидермальных клеток, мкм	331,75±24,26	483,28±29,39
Ширина верхних эпидермальных клеток, мкм	309,06±20,84	263,61±18,13
Длина замыкающих клеток устьиц в верхней эпидерме, мкм	97,56±2,90	96,96±4,04
Число устьиц на 1 мм ² верхней поверхности листа	33,38±3,79	25,27±1,20
Длина нижних эпидермальных клеток, мкм	334,81±38,02	528,73±15,88
Ширина нижних эпидермальных клеток, мкм	292,39±26,05	404,50±27,29
Длина замыкающих клеток устьиц в нижней эпидерме, мкм	100,14±2,03	96,05±4,54
Число устьиц на 1 мм ² нижней поверхности листа	34,66±3,37	24,55±1,59

Эпидерма представлена таблитчатыми клетками, с толстыми внешними стенками, покрытыми кутикулой.

У исследуемых видов столбчатый мезофилл располагается под верхней эпидермой и состоит из одного, реже двух рядов клеток. Губчатый мезофилл состоит из 4–5 рядов клеток и приурочен к нижней стороне листовой пластинки. Толщина обеих тканей представлена в таблице 2. Как следует из приведенных данных, толщина листовой пластинки и толщина мезофилла могут быть условно информативными признаками в диагностике изучаемых видов.

Средняя жилка выступает над соседними участками листовой пластинки сильнее с нижней стороны. Под верхней эпидермой находится 2–3-слойная колленхима. Проводящий пучок открытый коллатеральный. У *B. fruticosa* склеренхимная обкладка отсутствует и проводящий пучок окружен крупноклеточной хлоренхимой (рис. 4 А). У *B. ovalifolia* обкладка из волокон склеренхимы хорошо выражена, 2–3 слоя клеток находятся со стороны флоэмы и 4–5 слоев клеток со стороны ксилемы (рис. 4 Б). Таким образом, наличие склеренхимной обкладки может быть отличительным признаком *B. ovalifolia*. Под нижней эпидермой располагается колленхима: 2–3-слойная у *B. fruticosa* и 4–5-слойная у *B. ovalifolia*.

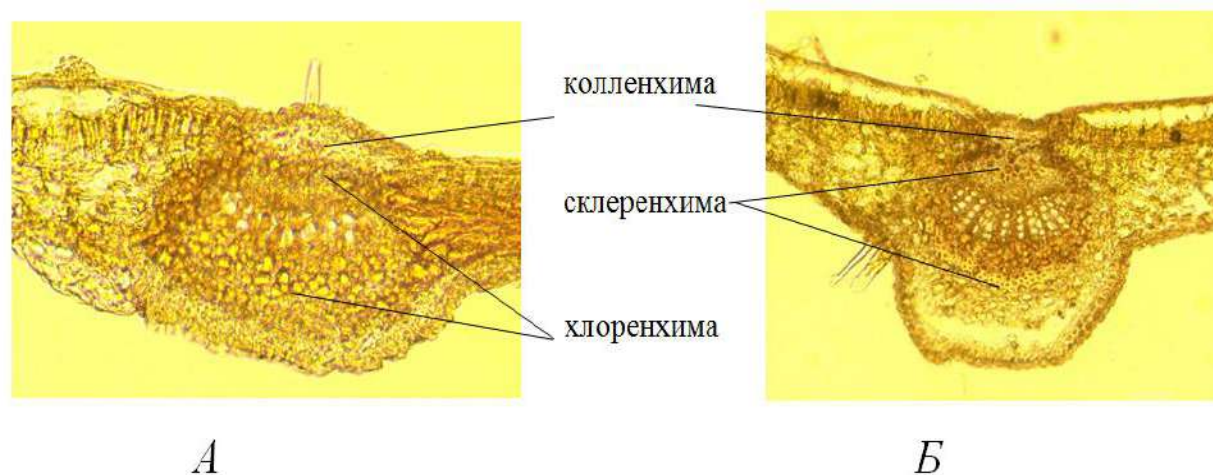


Рис. 4. Строение средней жилки листа: А — *B. fruticosa*, Б — *B. ovalifolia*

Анализируя эпидерму листа, нами отмечено, что исследуемые виды отличаются по форме эпидермальных клеток. Именно этот показатель является надежным информативным признаком. Так у *B. fruticosa* очертания верхних эпидермальных клеток прямолинейно-округлые, проекция площади эпидермальных клеток в плане круглая, углы в смежных границах закругленные (рис. 5 А). А у *B. ovalifolia* очертания верхних эпидермальных клеток прямолинейные, проекция площади эпидермальных клеток в плане квадратная, углы в смежных границах тупые (рис. 5 Б).

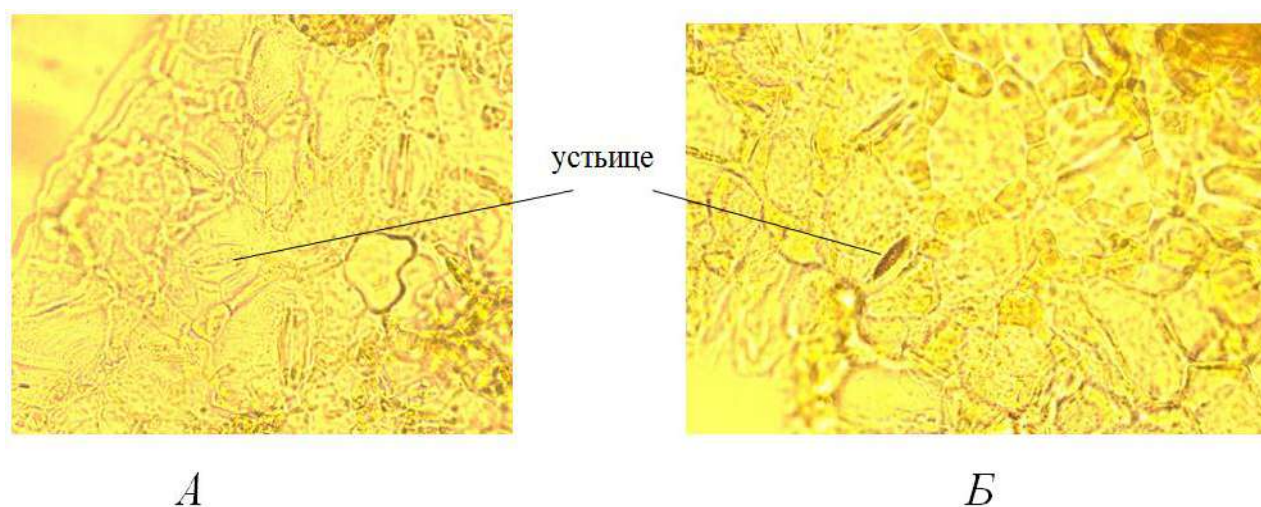


Рис. 5. Верхняя эпидерма листа: А — *B. fruticosa*, Б — *B. ovalifolia*

Нижняя эпидерма построена одинаковыми клетками. У обоих видов они округло-извилистые, проекция площади эпидермальных клеток в плане распластанная, а углы в смежных границах закругленные и заостренные.

Нами установлено, что изученные виды различаются по размерам эпидермальных клеток с верхней и нижней сторон листа (табл. 2). Анализируя приведенные данные, можем сказать, что размер основных эпидермальных клеток также может быть условно информативным признаком.

Характер расположения устьиц не является диагностическим признаком. У обоих видов листовые пластинки амфистоматические. Устьичный аппарат аномоцитный.

Нами установлено, что изученные виды различаются по числу устьиц на 1 мм² листовой поверхности (табл. 2). Значит, этот признак можно использовать как условно диагностический.

У обоих видов в эпидерме встречаются многочисленные железки. В верхней эпидерме кроющие волоски нами не обнаружены. А вот в нижней эпидерме у *B. fruticosa* имеются кроющие шиловидно-заостренные трихомы, длина которых в среднем составляет 212,27±15,49 мкм. У *B. ovalifolia* кроющие трихомы единичные, встречаются крайне редко.

Таким образом, в строении стебля надежные отличительные признаки нами не выявлены. Условно информативными признаками могут быть число слоев клеток колленхимы, волокон твердого луба и толщина вторичной коры.

В анатомическом строении листа нами выделены три надежных диагностических признака — это форма верхних эпидермальных клеток, строение проводящего пучка в средней жилке и характер расположения кроющих трихом.

Количественные показатели, такие как толщина листовой пластинки в районе средней жилки и в удаленных от жилок местах, толщина мезофилла, размеры эпидермальных клеток и число устьиц на 1 мм² листовой поверхности могут быть условно информативными.

Полученные данные позволяют присоединиться к мнению тех авторов, которые признают самостоятельность изучаемых видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев Д.П. Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока. Л.: Наука, 1968. 277 с.
2. Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.
3. Захаревич С.Ф. К методике описания эпидермы листа // Вестник Ленинградского университета. 1954. Сер. 3. № 4. С. 64–75.
4. Красноборов И.М., Малышева Л.И. Флора Сибири. В 14 т. Т. 5 *Salicaceae – Amatanthaceae*. Новосибирск: Наука, 1992. 67 с.
5. Комаров В.Л. Флора СССР. В 30 т. Т. 5. М.-Л.: Из-во АН СССР, 1936. С. 286–289.
6. Корчагина И.А. Семейство берёзовые (*Betulaceae*) / Жизнь растений. В 6 т. Т. 5. Ч. 1: Цветковые растения. М.: Просвещение, 1980. 430 с.
7. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 528 с.
8. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. 206 с.
9. Старченко В.М. Флора Амурской области и вопросы ее охраны: Дальний Восток России. М.: Наука, 2008. 228 с.
10. Усенко Н.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока. Хабаровск: Издательский дом «Приамурские ведомости», 2009. 271 с.
11. Харкевич С. С. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. В 8 т. Т. 8. СПб.: Наука, 1995. С. 41–43.
12. Чжэнь У., Рейвен П. Флора Китая. В 25 т. Т. 4. Пекин: Изд-во Missouri Botanical Garden Press, 1999. 304 с.
13. Шемякина А.В. Берёзы на Дальнем Востоке России (видовое разнообразие, распространение, биологически активные вещества и их использование). Хабаровск: ФБУ «ДальНИИЛХ», 2016. 130 с.

Поступила в редакцию: 14.01.2026

Принята в печать: 26.02.2026

© Анохина А. В., 2026.