БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.8
DOI 10.5281/zenodo.13745786

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ И ЛИСТА ВИДОВ РОДА CORYDALIS VENT. (FUMARIACEAE DC.) АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

ANATOMICAL STRUCTURE OF THE STEM AND LEAF OF SPECIES OF THE GENUS CORYDALIS VENT. (FUMARIACEAE DC.) OF THE AMUR REGION

АНОХИНА АННА ВИКТОРОВНА,
кандидат биологических наук, доцент,
Благовещенский государственный педагогический университет.
ЗЫРЯНОВА МАРИЯ ИГОРЕВНА,
Благовещенский государственный педагогический университет.

ANOKHINA ANNA VIKTOROVNA,
Candidate of biological sciences, Associate professor,
Blagoveshchensk State Pedagogical University.
ZYRYANOVA MARIA IGOREVNA,
Blagoveshchensk State Pedagogical University.

В статье представлен сравнительный анализ строения стебля и листа 2 близкородственных видов рода Corydalis Vent. (Corydalis pallida Pers. и C. speciosa Maxim.), произрастающих в Амурской области. Применены анатомический и биометрический сравнительные методы. Впервые определены важнейшие диагностические признаки, которые могут быть использованы для внутривидовой диагностики. Установлено, что стебли изученных видов хорошо диагностируются по форме на поперечном срезе, строению ребер и количеству проводящих пучков. В строении листа выделены информативные признаки.

The article presents a comparative analysis of the structure of the stem and leaf of 2 closely related species of the genus Corydalis Vent. (Corydalis pallida Pers. and C. speciosa Maxim.) growing in the Amur region. Anatomical and biometric comparative methods were applied. For the first time, the most important diagnostic signs that can be used for intraspecific diagnosis have been identified. It was found that the stems of the studied species are well diagnosed by their shape on the cross-section, the structure of the ribs and the number of conductive bundles. Informative features are highlighted in the structure of the leaf.

Ключевые слова: *Corydalis, Амурская область, анатомия стебля, анатомия листа, диагностические признаки, проводящие пучки, эпидерма, мезофилл, устьица.*

Key words: *Corydalis, Amur region, stem anatomy, leaf anatomy, diagnostic signs, conducting bundles, epidermis, mesophyll, stomata.*

Род *Corydalis* Vent. включает около 320 видов травянистых многолетних растений, реже однолетников, распространенных в умеренных районах северного полушария. По данным В.М. Старченко (2008) в Амурской области насчитывается 9 видов рода *Corydalis* [7, с. 83]. В сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (1987) Т.А. Безделева приводит 19 видов изучаемого рода, которые отнесены к 7 секциям [1, с. 57-69].

Объектами нашего исследования явились два вида – хохлатка бледная (Corydalis pallida Pers.) и хохлатка прекрасная (C. speciosa Maxim.), отнесенные к секции Sophorocapnos (Turcz.) M. Pop. Как указывает Т.А. Безделева – это озимые двулетники, в первый год формирующие укороченный побег с розеткой листьев, а на следующий год – удлиненные ветвящиеся генеративные побеги. У обоих видов желтые цветки.

Наш выбор объектов исследования связан с тем, что в литературе по систематике растений нет единого мнения о самостоятельности этих видов. Так в классическом труде «Флора СССР» (1937), М.Г. Попов, обрабатывая этот род, выделяет два вида – хохлатка бледная и хохлатка прекрасная [9, С. 649-748]. Во многотомной работе «Флора Китая» (1988) авторы также указывают два этих вида [8, с. 310]. Такого мнения придерживается и Т.А. Безделева, обрабатывая этот род для сводки «Сосудистых растений Советского Дальнего Востока» (1987). Вместе с тем, В.Н. Ворошилов в своем «Определителе растений советского Дальнего Востока» (1982) указывает на то, что хохлатка бледная отличается от хохлатки прекрасной лишь характером поверхности семян, а поскольку этот признак очень варьирующий, то автор выражает сомнение в таксономической обособленности хохлатки прекрасной [3, с. 294]. Иную точку зрения высказывает В.М. Старченко. В своей работе «Флора Амурской области» (2008) она выделяет как вид хохлатку прекрасную, а хохлатку бледную определяет как ее синоним [7, с. 83].

Как известно, сравнительно-анатомический метод достаточно широко используется при решении таксономических проблем, однако морфологически близкие виды рода Corydalis подобными исследованиями практически не охвачены. В литературе есть сведения о биоморфологических особенностях хохлатки гигантской [2, с. 118-131]. В связи с этим выявление анатомических признаков, имеющих таксономическое значение у близкородственных видов рода Corydalis, систематическое положение которых до сих пор остается дискуссионным, является актуальным.

Материал и методика.

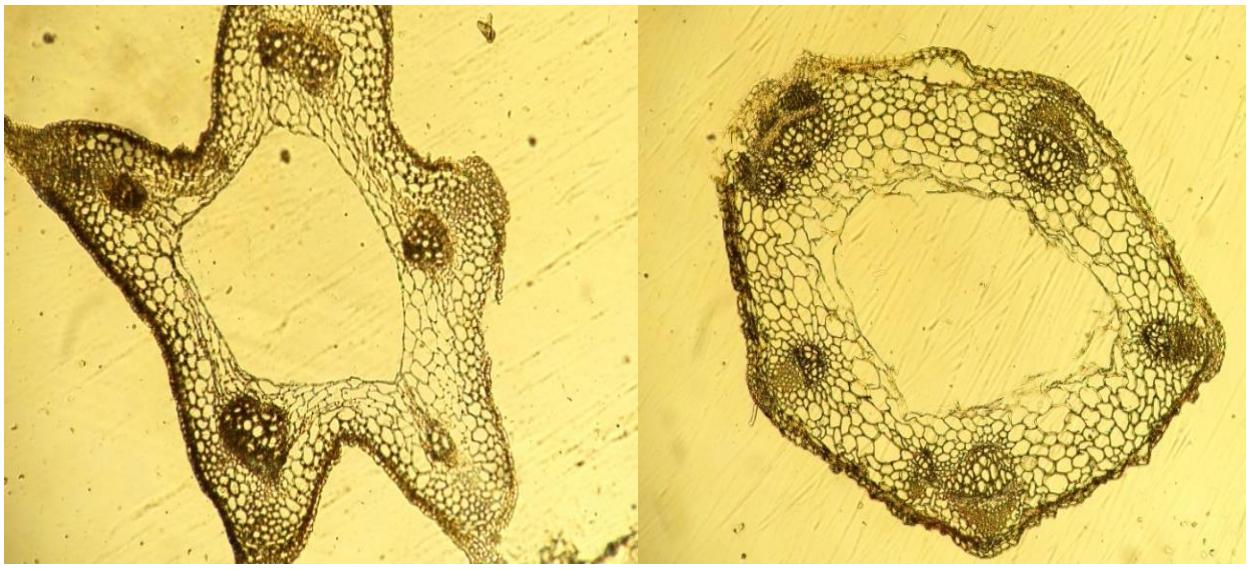
Материалом для исследования послужили гербарные образцы *Corydalis speciosa* и *C. pallida,* предоставленные Гербарием ABGI (Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН). При выполнении работы использовались анатомический и биометрический сравнительные методы. Образцы стеблей были взяты в трёхкратной 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 коры, строение ребер, характер расположения сосудов, радиальный и тангенциальный диаметр сосудов, строение сердцевины [5, с. 54-63].

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 [6, с. 37, 70]. В ходе анализа поперечного среза листа отмечали число рядов 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 [4, с. 64-75].

Истинные размеры микрообъектов определяли окуляр-микрометром. 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 исследуемые виды отличаются формой стебля на поперечном срезе. Так у *C. speciosa* стебель пяти-звездчатый, с резко выраженными ребрами, а у *C. pallida* – слабо ребристый (рис. 1). У обоих видов стебель не опушенный. Эпидерма представлена таблитчатыми клетками с толстыми внешними стенками, покрытыми кутикулой.



А *Б*

Рис. 1. Форма стебля на поперечном срезе: А – C. speciose, Б – C. pallida

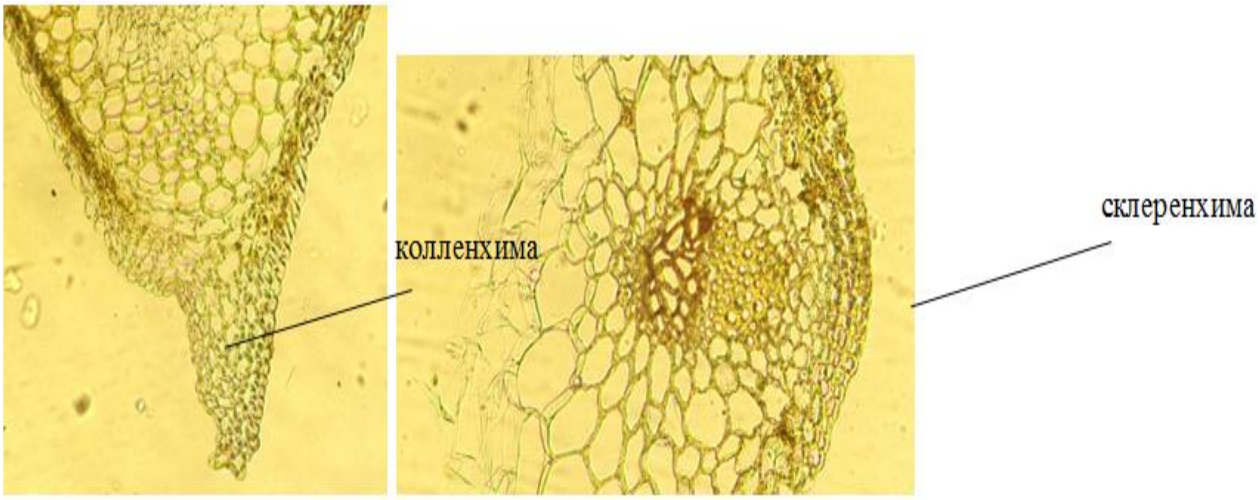
Все цифровые данные по анатомическому строению стебля приведены в табл. 1.

Таблица 1. Количественно-анатомические особенности строения стебля исследуемых видов

Признак	*C. speciose*	*C. pallida*
Толщина первичной коры вне ребер, мкм	202,0±12,10	187,456±8,06
Толщина первичной коры в районе ребер, мкм	433,08±42,53	389,456±16,06
Число проводящих пучков на поперечном срезе	5	8
Число сосудов в проводящих пучках	9-20	7-28
Радиальный диаметр сосудов, мкм	46,33±3,91	28,70±2,59
Тангенциальный диаметр сосудов, мкм	29,93±3,66	15,99±1,28

Топография тканей первичной коры схожа. У *C. speciose* в ее состав входит 1-3-слойная хлоренхима и 5-7-слойная паренхима, а у *C. pallida* 1-2-слойная хлоренхима и 2-4-слойная

крупно клеточная паренхима. Главным различием между видами является, то, что, ребра стебля у *C. pallida* заполнены склеренхимой, расположенной в 2-6 слоев клеток, в ребрах *C. speciose* находится 11-12-слойная уголковая колленхима (рис. 2).



А *Б*

Рис. 2. Строение ребра стебля: А – C. speciose, Б – C. pallida

У изученных видов стебель пучкового типа. Проводящие пучки, открытые, расположенные кольцом вокруг сердцевины (эустель). Виды отличаются по количеству проводящих пучков. Следовательно, этот признак можно использовать как диагностический. Так у *C. speciose* на поперечном срезе насчитывается 5 крупных проводящих пучков, расположенных в районе ребер, а у *C. pallida* проводящих пучков 8 (табл. 1).

Флоэма мелкоклеточная, образованна пучковым камбием. Сосуды ксилемы овальные, вытянутые в радиальном направлении, располагаются радиальными цепочками по 3-4, группами по 3-4 сосуда, парно, реже одиночно. Размеры сосудов у изученных нами видов различаются – более мелкие сосуды имеет *C. pallida*. Значит, этот признак можно использовать как условно информативный. У *C. speciose* радиальный диаметр сосудов в среднем составляет 46,33±3,91 мкм, тангентальный – 29,93±3,66 мкм. А у *C. pallida* размеры сосудов почти в 2 раза меньше: радиальный диаметр 28,70±2,59 мкм, тангентальный – 15,99±1,28 мкм (табл. 1).

Между проводящими пучками образуются паренхима радиальных сердцевинных лучей. Внутреннюю обкладку проводящих пучков образует уголковая колленхима, состоящая из 1-3 слоев клеток. Со стороны флоэмы у *C. speciose* проводящий пучок армирован уголковой колленхимой, состоящей из 1-2 слоев клеток, а у *C. pallida* обкладку пучка образуют волокна склеренхимы.

У обоих видов сердцевина представлена толстостенными клетками с извилистыми оболочками, с возрастом они разрушаются и в центре стебля образуется полость.

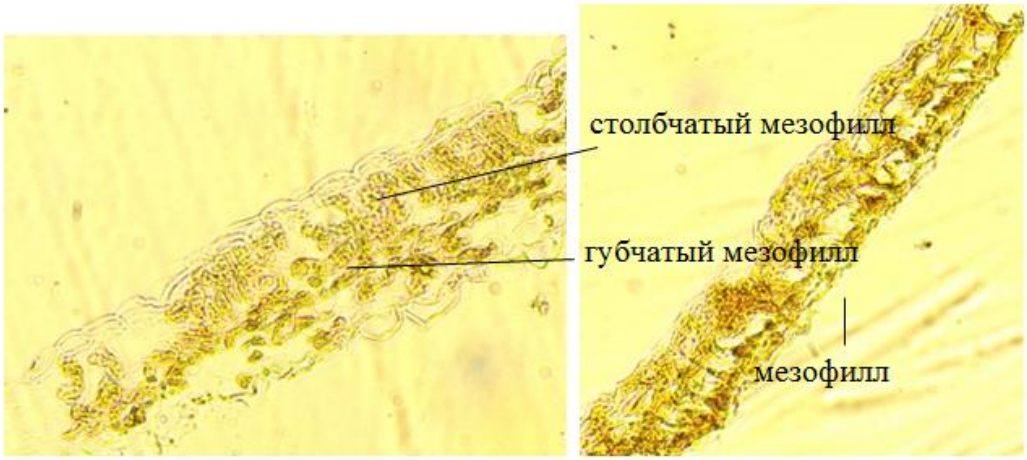
Анализируя поперечный срез через листовую пластинку, отмечаем, что исследуемые виды мало различаются по толщине листовой пластинки в районе средней жилки и в удаленных от жилок местах. У *C. speciose* листовая пластинка в районе средней жилки имеет толщину в среднем – 94,71±3,43 мкм, в удаленных от жилок местах – 87,74±2,62 мкм. У *C. pallida* аналогичные показатели составляют 88,97±1,62 мкм и 79,13±1,50 мкм соответственно (табл. 2).

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

Таблица 2. Количественно-анатомические особенности строения листа исследуемых видов

Признак	*C. speciose*	*C. pallida*
Толщина листовой пластинки в районе средней жилки, мкм	94,71±3,43	88,97±1,62
Толщина листовой пластинки в удаленных от жилок местах, мкм	87,74±2,67	79,13±1,50
Толщина столбчатого мезофилла, мкм	39,36±2,46	-
Толщина губчатого мезофилла, мкм	46,33±1,50	-
Толщина мезофилла, мкм	-	62,32±3,50
Длина верхних эпидермальных клеток, мкм	75,45±3,07	48,79±5,97
Ширина верхних эпидермальных клеток, мкм	44,28±3,34	19,68±2,57
Длина замыкающих клеток устьиц в верхней эпидерме, мкм	-	9,84±0,67
Число устьиц на 1 мм^2 верхней поверхности листа	-	46,93±4,20
Длина нижних эпидермальных клеток, мкм	79,13±3,35	36,49±2,95
Ширина нижних эпидермальных клеток, мкм	39,36±2,87	18,04±1,52
Длина замыкающих клеток устьиц в нижней эпидерме, мкм	28,15±2,93	10,25±0,92
Число устьиц на 1 мм^2 нижней поверхности листа	33,21±1,97	44,76±6,34

У *C. speciose* лист дорзиветральный. Столбчатый мезофилл располагается под верхней эпидермой и состоит из 1 реже 2 слоев клеток. Губчатый мезофилл 2-3-слойный, приурочен к нижней стороне листовой пластинке (рис. 3 А). Толщина столбчатого мезофилла в среднем составляет 40,18±2,00 мкм, губчатого – 46,33±1,50 мкм (табл. 2).



А *Б*

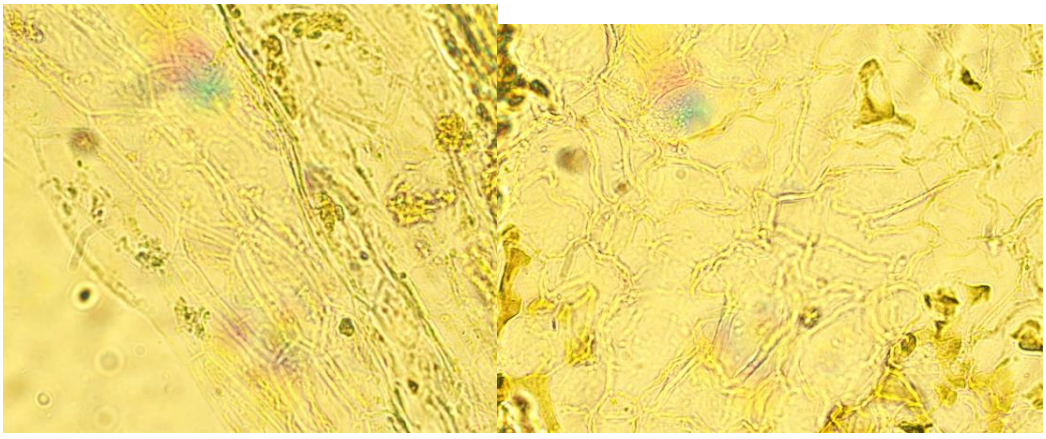
Рис. 3. Фрагмент поперечного среза через листовую пластинку: А – C. speciose, Б – C. pallida

У *C. pallida* мезофилл однородный, состоящий из более или менее одинаковых паренхимных клеток, 62,32±3,50 мкм толщиной (3-4 ряда клеток) (рис. 3 Б). Следовательно, строение мезофилла может служить отличительным признаком видов.

Строение средней жилки сходно у обоих видов. Она выступает над соседними участками листовой пластинки сильнее с нижней стороны. Под верхней эпидермой располагается хлоренхима (у *C. speciose* 2-3-слойная, у – *C. pallida* она 3-4-слойная).

Проводящий пучок закрытый, коллатеральный, окружен хлоренхимой. Склеренхимная обкладка отсутствует. У *C. speciose* со стороны флоэмы образуется 2-3-слойная колленхима. У *C. pallida* она формируется под нижней эпидермой в 2-3 слоя клеток. У *C. speciose* там располагается 1 слой крупноклеточной паренхимы. Таким образом, частично топография тканей в средней жилке может быть информативной.

При анализе эпидермы листа нами отмечено различие по форме эпидермальных клеток. Так у *C. speciose* очертания верхних эпидермальных клеток прямолинейные, проекция площади эпидермальных клеток в плане прямоугольная, углы в смежных границах прямые (рис. 4 А). У *C. pallida* очертания эпидермальных клеток прямолинейно-округлые, проекция площади эпидермальных клеток в плане квадратная, углы в смежных границах тупые (рис. 4 Б).



А *Б*

Рис. 4. Верхняя эпидерма листа: А – C. speciose, Б – C. pallida

Нижняя эпидерма построена одинаковыми клетками. У обоих видов они прямолинейные.

Нами установлено, что изученные виды различаются по размерам эпидермальных клеток с верхней и нижней стороны листа. У *C. speciose* на верхней стороне листа длина эпидермальных клеток в среднем составляет 75,45±3,07 мкм, у *C. pallida* всего 48,79±5,97 мкм (это в 1,5 раза меньше). Ширина эпидермальных клеток у *C. speciose* 44,28±3,34 мкм, у *C. pallida* 19,68±2,57 мкм, что в 2,25 раза меньше (табл. 2).

С нижней стороны эпидермы длина клеток у *C. speciose* в среднем составляет 79,13±3,35 мкм, у *C. pallida* 36,49±2,95 мкм. Ширина эпидермальных клеток у *C. speciose* 39,36±2,87 мкм, у *C. pallida* 18,04±1,52 мкм (табл. 2).

Мы отмечаем, что у *C. speciose* листья гипостоматические, а у *C. pallida* амфистоматические. Значит характер расположения устьиц может являться отличительным признаком для изучаемых видов. Устьичный аппарат аномоцитный. Длина замыкающих клеток устьиц у *C. speciose* составляет в среднем 28,157±2,93 мкм, а у *C. pallida* 10,25±0,92 мкм (табл. 2).

Нами установлено, что изученные виды различаются по числу устьиц на 1 мм² листовой поверхности. Так у *C. speciose* число устьиц составляет в среднем 28,158±2,93, у *C. pal-*

lida 44,76±6,34. Значит более многочисленные устьица у *C. pallida* (их почти в 1,6 раза больше).

Трихомы у обоих видов отсутствуют.

Таким образом, в строении стебля надежными отличительными признаками являются форма на поперечном срезе, строение ребер и количество проводящих пучков. Условно информативным признаком может быть диаметр сосудов ксилемы.

В анатомическом строении листа нами выделены три диагностических признака – это строение мезофилла, форма клеток верхней эпидермы и характер расположения устьиц.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безделева Т.А. Род Хохлатка – Corydalis Vent // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л.: Наука, 1987. С. 57-69.
2. Безделева Т.А. Морфогенез жизненной формы хохлатки гигантской (Corydalis gigantea Trautv. et Mey.) // Бюллетень МОИП. Отд. биологическое. 1976. Т. 81. Вып. 2. С. 118-131.
3. Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.
4. Захаревич С.Ф. К методике описания эпидермы листа // Вестник Ленинградского университета. 1954. Сер. 3. № 4. С. 64-75.
5. Лотова Л.И. Сравнительная анатомия высших растений. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 54-63.
6. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. 206 с.
7. Старченко В.М. Флора Амурской области и вопросы ее охраны: Дальний Восток России. М.: Наука, 2008. С. 83.
8. Флора Китая. В 25 т. Т. 18. / Под ред. У. Чжэньи, П. Рейвен. Пекин: Изд-во Science Press, 1998. С. 310.
9. Флора СССР. В 30 т. Т. 7 / Отв. ред. Б.К. Шишкин; гл. ред. В.Л. Комаров. Л.: Из-во АН СССР, 1937. С. 649-748.

© Анохина А.В., Зырянова М.И., 2024.