

Н.М. Матусевич¹, М.П. Жигар²

¹канд. биол. наук, зав. каф. ботаники и экологии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

²канд. биол. наук, проф. каф. ботаники и экологии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ROSOIDEAE В СИСТЕМЕ ПОДСЕМЕЙСТВА

В статье представлены результаты исследования анатомического строения коры однолетнего стебля и листовых черешков у малины и розы, а также форм кристаллов оксалата кальция и их размещение в тканях этих органов. Полученные данные обсуждаются с имеющимися системами подсемейства *Rosoideae*.

Введение

В пределах подсемейства *Rosoideae* еще до сих пор имеются роды, систематическое положение которых трактуется по-разному. В. Фоке [1] разделил подсемейство на 6 триб, в числе которых трибы *Roseae* и *Rubineae*. Г. Юэл [2] на основании изучения анатомии и морфологии гинецея, строения и ориентации семязачатков выделяет роды из подсемейства Розовые с анатропной и апотропной семяпочками в новое подсемейство *Dryadoideae* Juell, в пределах которого автор различает 2 трибы. Г. Шульце-Менц [3] выделил в подсемействе 8 триб, среди них *Roseae* и *Rubeae*.

Большой вклад в изучение *Rosoideae* внес А.Ф. Колчанов [4]. Он делит подсемейство на 13 триб. А.Л. Тахтаджян [5] в подсемействе *Rosoideae* выделяет 9 триб, в том числе трибы *Roseae* (с родами *Rosa*, *Hulthemia*) и *Rubeae*, к которой он относит род *Rubus*. В своей новой системе А.Л. Тахтаджян выделяет в качестве самостоятельных подсемейства *Rubioideae* и *Rosoideae* [6].

Современная систематика растений все шире использует для решения спорных вопросов достижения всех ботанических дисциплин: морфологии, анатомии, физиологии, карпологии, палинологии и др. Нами было проведено сравнительное изучение анатомического строения коры однолетнего стебля, выявление форм и размещение кристаллов оксалата кальция в ее тканях, а также анатомическое строение черешков у трех представителей родов *Rosa* L. и *Rubus* L. подсемейства *Rosoideae*.

Материал и методы

Объектами исследования явились малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), роза собачья (*Rosa canina* L.) и роза морщинистая (*Rosa rugosa* Thunb.). Материал для исследования собран в отделе «Агроботаника» Центра экологии Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина и в д. Томашовка Брестского района.

Однолетние побеги были собраны с трех особей в трех повторностях в средней части кроны с южной стороны. Образцы для исследования коры брали в ноябре – декабре, в период, когда камбий находился в неактивном состоянии. Материал фиксировали в 96%-ном спирте и выдерживали в смеси спирта и глицерина (1:1). Затем готовили постоянные препараты, которые подвергали анализу.

Для изготовления постоянных препаратов была использована общепринятая в анатомии растений методика [7]. Фиксированный материал помещали в воду на 25–30 минут, чтобы спирт из стебля диффундировал в растворитель. Из стебля готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Их изготавливали на сан-

ном микротоме с замораживающим столиком. Срезы толщиной 10–30 мкм выполняли в поперечном, продольном радиальном и тангентальном направлениях. Затем их помещали в сафранин на 20 мин, после чего – в нильский синий на 3 мин. Далее срезы проводили через серию спиртов разных концентраций (50, 70, 96% и абсолютный спирт). На следующем этапе их обрабатывали карболксиллом, ксиллом, после чего помещали в канадский бальзам.

Для изучения черешков изготавливали временные препараты с использованием сердцевинки бузины, между двумя половинками которой помещали черешок. Через его среднюю часть делали поперечные срезы, которые помещали на предметное стекло в каплю глицерина и накрывали покровным стеклом.

Анализ препаратов проводили на световых микроскопах Биолам-Р-15, Л-212. Измерения осуществляли с помощью винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15.

Результаты исследований и их обсуждение

Кора *Rubus idaeus* состоит из эпидермы, колленхимы, паренхимы первичной коры, перидермы, кольца механической ткани, первичной флоэмы и вторичной флоэмы.

Эпидерма у однолетнего стебля не сбрасывается. Клеточные стенки у этой ткани неодинаковой толщины, более утолщенной является наружная периклиальная, на которой видна толстая кутикула. На поверхности стебля имеются волоски и шипы. Волоски кроющие, многоклеточные, с заостренной верхушкой, расположены перпендикулярно оси. Они мертвые, оболочка их клеток утолщена, длина волосков 50–100 мкм. Шипы многоклеточные, длиной до 195–250 мкм, состоят из одревесневших клеток.

Колленхима сложена 5–6 слоями клеток, у которых более утолщенными являются тангентальные стенки, т.е. колленхима пластинчатого типа.

Паренхима первичной коры представлена 3 слоями клеток, имеющими довольно крупные размеры: тангентальный – 40–50 мкм, радиальный – 30–40 мкм. Клеточная оболочка тонкая, сложение ткани плотное.

Перидерма отличается глубоким заложением в первичной коре. Она включает феллему и феллоген. Феллема неоднородная, состоит из чередующихся слоев пробки с утолщенными суберинизированными оболочками и феллоида, представленного тонкостенными клетками с живым содержимым. Обычно один слой клеток феллемы чередуется с 2–3 слоями клеток феллоида. Феллодерма в составе перидермы отсутствует.

Кольцо механических элементов сплошное, гетерогенное, составлено волокнами и склереидами, Группы волокон имеют большую протяженность в тангентальном направлении, в их составе 10–11 слоев клеток склеренхимы. Склереиды на поперечном срезе имеют овальную, вытянутую в тангентальном направлении форму, это типичные брахисклереиды.

Первичная флоэма хорошо просматривается, поскольку ее проводящие элементы и аксиальная паренхима дилатировали.

Вторичная флоэма сложена проводящими и паренхимными элементами. В количественном отношении число ситовидных трубок и клеток аксиальной паренхимы почти одинаковое, мало отличаются и диаметры их поперечников.

Сердцевинные лучи от 1-рядных до 5-рядных гетерогенные, довольно многочисленные – до 65 штук на 1 мм² тангентального среза.

Кора *Rosa canina* и *Rosa rugosa* включает в себя эпидерму, перидерму, колленхиму, паренхиму первичной коры, механическое кольцо, первичную и вторичную флоэму. По мнению Л.И. Лотовой [8], у *Rosa canina* эпидерма сохраняется в течение 2–3 и более лет. Стенки эпидермальных клеток у обоих видов неодинаковой толщины, более утолщенной является внешняя периклиальная, особенно у розы морщинистой.

Снаружи расположена кутикула, у розы морщинистой она тонкая – до 0,5 мкм, у розы собачьей – мощная, до 5 мкм.

В эпидерме развиты разнообразные трихомы. Это одноклеточные и многоклеточные кроющие волоски, шипы, у розы морщинистой в средних и верхних междоузлиях есть также многоклеточные головчатые волоски. Кроющие волоски мертвые, оболочки их утолщенные, одревесневшие, при этом у одних волосков одревеснение начинается с вершины, у других – от основания волоска. Длина волосков колеблется от 34 мкм до 145 мкм.

Шипы многоклеточные, их длина до 600 мкм у обоих видов. Оболочки их одревеснели. Образуются шипы из субэпидермальных клеток, и у их основания поэтому хорошо просматриваются клетки разорванной эпидермы. Головчатые волоски имеют длину до 40 мкм, в их составе много клеток; многоклеточной является и головка на верхушке волоска.

Перидерма состоит из феллемы и феллогена. Феллема у розы собачьей гетерогенная по окраске; у розы морщинистой феллема гомогенная, ее клетки с темно-коричневым содержимым. Начало перидермообразования приурочено к трихомам, на что указывал еще Г. Габерландт [9]. В этих участках стебля мы наблюдали самый большой слой феллемы: 7–8 клеток в одном радиальном ряду у *Rosa canina*, до 9 – у *Rosa rugosa*; на участках стебля, лишенных волосков, феллемы 1–3 клетки в радиальном ряду, что обуславливает волнистые очертания перидермы на поверхности стебля у данных видов.

Колленхима, расположенная ниже, округлая и округло-уголковая. Паренхима первичной коры, лежащая под колленхимой, гомогенная, сложена плотно. Ее клетки имеют утолщенную оболочку, так что ткань можно отнести к колленхиматозной паренхиме.

Кольцо механических элементов прерывистое, гомогенное, сложено волокнами, которые собраны в группы овальной (у *Rosa canina*) и шапковидной (у *Rosa rugosa*) формы.

В первичной флоэме ситовидные элементы в сильной степени облитерировали, а паренхимные, наоборот, дилатировали, и эта ткань неотличима от периферической части вторичной флоэмы.

Вторичная флоэма сложена проводящими элементами, аксиальной и горизонтальной паренхимой. Диаметр члеников ситовидных трубок у исследованных видов больше, чем у клеток вертикальной паренхимы, и клеток аксиальной паренхимы в составе вторичной флоэмы больше, чем проводящих элементов. Сердцевинные лучи гетерогенные, 1–4-рядные; у розы морщинистой встречаются и 5-рядные.

Оксалат кальция в растительном мире распространен очень широко, только у незначительного количества представителей высших растений он отсутствует. Образуется он главным образом в виде различной формы кристаллов в клетках тканей всех органов растений.

Большинство исследователей считают кристаллы оксалата кальция в растениях отбросом, образующимся в результате нейтрализации известью ядовитой для растений щавелевой кислоты. Однако полной согласованности в понимании характера этого процесса не достигнуто.

Кристаллы оксалата кальция образуются в клетках либо в виде монокристаллов формы октаэдров, призм и пирамид, ромбических тетраэдров, ромбоэдров, кристаллов кубической формы, кристаллов-сростков в форме друз, рафидов [10; 11].

Исследование форм кристаллов и их размещение в тканях коры у Розовых показало, что у представителя рода *Rubus* – малины обыкновенной – кристаллы оксалата кальция в клетках коры отсутствуют. У *Rosa canina* в колленхиме встречаются друзы, у розы морщинистой – ромбоиды, в клетках паренхимы первичной коры – друзы и ром-

боиды (у розы морщинистой), у розы собачьей, кроме указанных, нами выявлены и кристаллы кубической формы. Кристаллы оксалата кальция в форме друз и ромбоидов находятся также в клетках горизонтальной паренхимы вторичной флоэмы, в аксиальной паренхиме этой ткани обнаружены кристаллы кубической и ромбоидной форм, а также друзы.

Мы считаем, что диагностическими признаками строения коры однолетнего стебля малины являются: наличие кроющих волосков и шипов в эпидермальной ткани, гетерогенное сплошное кольцо механических тканей, глубокое заложение перидермы в первичной коре, наличие в составе феллемы феллоида, отсутствие кристаллов оксалата кальция в тканях коры.

В качестве диагностических признаков коры у рода *Rosa* можно рассматривать:

- 1) особенности эпидермиса (характер утолщения клеточных стенок, наличие трихом разнообразных типов и форм);
- 2) тип колленхимы;
- 3) присутствие кристаллов оксалата кальция в колленхиме и коровой паренхиме;
- 4) тип механического кольца;
- 5) тканевый состав перидермы;
- 6) гетерогенные сердцевинные лучи, их рядность;
- 7) наличие кристаллов и их форма в аксиальной паренхиме вторичной флоэмы.

Изучение черешков *Rosa* и *Rubus* выявило наличие в их строении как сходных, так и отличительных признаков. Признаками сходства являются гистологический состав и топография тканей: эпидерма, колленхима, коровая паренхима, склеренхима, проводящие пучки, состоящие из флоэмы и ксилемы, сердцевина. Отличия черешков выявлены в форме их поперечного сечения: у розы собачьей в средней части черешка она желобчатая, в нижней его части – серповидная; у малины в среднем и нижнем участках черешок имеет округло-желобчатую форму. Различия имеются в характере опушения черешков: их гораздо больше у малины обыкновенной, они простые, с прозрачным внутренним содержимым, разнообразной длины – от 20 мкм до 48 мкм.

Расположенная под эпидермой колленхима отличается степенью развития: у *Rubus idaeus* она толщиной $54,06 \pm 0,22$ мкм, у *Rosa canina* – до $87,72 \pm 0,24$ мкм. Проводящие ткани располагаются в виде пучков, количество их у малины 3 в средней и нижней части черешка, у розы – 3 в средних и 5 в нижних его участках. Над флоэмой располагается «шапка» из клеток склеренхимы. У малины она представлена 1–3 слоями равномерно утолщенных клеток и достигает $60 \pm 0,27$ мкм; у розы собачьей слой склеренхимы достигает $44,88 \pm 0,13$ мкм.

Исследованные черешки отличаются степенью развития кристаллов оксалата кальция в своих тканях. Так, у *Rubus idaeus* в клетках коровой паренхимы и сердцевинных лучах имеются многочисленные друзы; у черешков розы кристаллов нет.

Заклучение

Изученные представители родов *Rubus* и *Rosa* значительно отличаются друг от друга по микроструктуре коры однолетних стеблей (топографией слагающих ее тканей, местом заложения и строением перидермы, характером сложения и особенностями утолщения оболочек клеток паренхимы первичной коры, типом кольца механических тканей, степенью развития и размещением кристаллов оксалата кальция).

Различия в строении выявлены почти во всех тканях коры. Ряд отличительных признаков отмечен и в строении черешков листьев изученных Розовых. Как диагностический признак для представителей *Rosoideae* могут быть использованы также форма кристаллов оксалата кальция, степень их развития, характер размещения их в тканях коры и листового черешка.

Полученные результаты могут быть использованы для решения спорных вопросов систематики *Rosoideae*, и они подтверждают вывод А.Л. Тахтаджяна [6] о правомочности придания более высокого ранга – статуса подсемейств *Rosoideae* и *Ruboideae*, изученных Розовым.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Focke, W. O. Rosaceae / W. O. Focke // Die Natürlichen Pflanzenfamilien / A. Engler, K. A. Prantl. – Leipzig, 1894. – Т. 3, Abt. 3. – S. 1–61.
2. Juell, H. O. Beiträge zur Blütenanatomie und zur Systematik der Rosaceen // Kungl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl. – 1918. – Bd. 58, № 5. – S. 81.
3. Schulze-Menz, G. K. Rosaceae / G. K. Schulze-Menz // Syllabus der Pflanzenfamilien / A. Engler. – 13 Aufl. – Berlin, 1964. – Bd. 2. – S. 209–218.
4. Колчанов, А. Ф. Система Розовых (Подсемейство *Rosoideae* Focke) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / А. Ф. Колчанов. – Орджоникидзе, 1970. – 18 с.
5. Тахтаджян, А. Л. Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. : Наука, 1987. – 439 с.
6. Takhtajan, A. Diversity and classification of flowering plants / A. Takhtajan. – New York, 1997. – 643 p.
7. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.
8. Lotova, L. I. Anatomy of cortex and secondary phloem of Rosaceae 4. Roseae and Ulmarieae (*Rosoideae*) / L. I. Lotova, A. C. Timonin // Ботан. журн. – 1999. – Т. 84, № 3. – С. 33–43.
9. Haberlandt, G. Zur Entwicklungsphysiologie des Periderms / G. Haberlandt. // Sitzungsber. Press. Akad. Wiss. – 1928. – Bd. 23. – S. 317–338.
10. Савченко, М. И. Образование и роль кристаллов оксалата кальция в растительной клетке / М. И. Савченко, Г. А. Комар // Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. – 1962. – Вып. 5, сер. VII. – С. 86–106.
11. Матусевич, Н. М. Кристаллы оксалата кальция в коре однолетнего стебля *Rosaceae* Juss. / Н. М. Матусевич, М. П. Жигар // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов. – Минск : Конфидо. – 2015. – С. 140–143.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 09.09.2016

Matusevich N.M., Zhigar M.P. Use of Data Anatomical Structure of Vegetative Organs Some *Rosoideae* in Subfamily

*The article presents the results of a study of the anatomical structure of the crust of the annual stem and petioles from raspberries and roses, as well as forms of calcium oxalate crystals and place them in the tissues of these organs. The findings are discussed with the existing subfamily *Rosoideae* systems.*