

Сравнительное изучение анатомического строения листа некоторых редких и эндемичных зонтичных Средней Азии

Comparative study of the leaf's anatomical structure of some endemic species Umbelliferae family in Middle Asia

Хамраева Д. Т.

Khamraeva D. T.

Институт ботаники АН РВз, г. Ташкент, Узбекистан. E-mail: hamraeva.dilovar@mail.ru
Institute of Botany, Academy of Sciences of Uzbekistan Republic, Tashkent, Uzbekistan

Реферат. Приводятся результаты сравнительного изучения структуры листа у *Komarovia anisosperma*, *Sphaerosciadium denaense*, *Kamelinia tianschanica*, *Korshinskya olgae* и *Autumnalia innopinata* из семейства Apiaceae Lindl. Для изученных видов выявлена тесная взаимосвязь анатомического строения листа с экологическими условиями его произрастания. Диагностическими признаками пластинки листа являются: у *Komarovia anisosperma* однослойность палисадной паренхимы с плотно сомкнутыми или местами рыхло расположенными довольно вытянутыми клетками и наличие с абаксиальной стороны 3 секреторных вместилищ (под центральным и краевыми боковыми проводящими пучками); у *Sphaerosciadium denaense* краевые части листа завернуты в адаксиальную сторону, под центральным пучком с абаксиальной стороны 2(3) секреторных вместилища, с адаксиальной – 1 крупное, над и под боковыми пучками по одному, а на кончике листа с адаксиальной части только 1 вместилище; у *Kamelinia tianschanica* двух-, а над центральным пучком трехслойность палисады и наличие единственного секреторного вместилища под центральным пучком; у *Korshinskya olgae* двуслойность палисады и наличие с абаксиальной стороны 3 (4) секреторных вместилищ (1 или 2 крупных под центральным и срединными боковыми проводящими пучками); у *Autumnalia innopinata* изопалисадность и наличие 2–3-х слойной водоносной паренхимы.

Ключевые слова. Анатомия, лист, мезофилл, секреторные вместилища, Apiaceae.

Summary. This article presents the results of comparative study of leaf structure in species *Komarovia anisosperma*, *Sphaerosciadium denaense*, *Kamelinia tianschanica*, *Korshinskya olgae* и *Autumnalia innopinata* of the Apiaceae Lindl family. For the studied species, a close relationship between the anatomical structure of the leaf and environmental conditions has been revealed. The diagnostic leaf-blade features are: for *Komarovia anisosperma*, single layer of the palisade parenchyma with tightly closed or in places loosely located rather elongated cells and the presence of 3 secretory ducts on the abaxial side (under the central and marginal lateral vascular bundles); for *Sphaerosciadium denaense*, marginal parts wrapped to adaxial side, 2(3) secretory ducts above the main bundle at the abaxial side, one larger at the adaxial side, above and below lateral bundles they locate one by one, and a single duct at the adaxial part of the leaf top; for *Kamelinia tianschanica*, two and above the central bundle three-layer palisades and the presence of a single secretory duct under the central bundle; *Korshinskya olgae*, two-layer palisade and the presence on the abaxial side of 3 (4) secretory ducts (1 or 2 large under the central and median lateral vascular bundles); *Autumnalia innopinata*, isopalisade mesophyll and the presence of a 2–3-layer aquifer parenchyma.

Key words. Anatomy, Apiaceae, leaf, mesophyll, secretory ducts.

Многочисленные представители семейства зонтичных приурочены к умеренной и субтропической зонам Северного полушария, особенно к горам аридных районов; ареал их охватывает горные, равнинные и пустынные территории, где произрастают на каменистых и щебнистых склонах, мелкоземмах, пестроцветках, осыпях, галечниках и др. и представлены ксеромезофитами, петрофитами, мезофитами и ксерофитами (Тюрина и др. 1976; Пименов, Ключиков, 1983, 2002).

Исследованные виды растений являются эндемичными представителями семейства зонтичных Средней Азии, которые произрастают в разных экологических условиях.

Объектами исследования являются: *Komarovia anisosperma* Korovin – реликтовый, редкий вид из монотипного рода *Komarovia* Korovin, включен в Красную книгу Республики Узбекистан со статусом 1, травянистое многолетнее поликарпическое растение (Пименов, 2009б); *Sphaerosciadium denaense* (Schischk.) Pimenov et Kljuikov – реликтовый, редкий, национальный и узколокальный эндемик юго-западного Памиро-Алая, из монотипного рода *Sphaerosciadium* Pimenov et Kljuikov, включен в Красную книгу Республики Узбекистан со статусом 1, травянистое многолетнее поликарпическое растение (Пименов, 2009г); *Kamelinia tianschanica* F. O. Khass. et I. I. Malzev. – реликтовый, редкий, национальный и узколокальный эндемик Западного Тянь-Шаня, из монотипного рода *Kamelinia* F. O. Khass. et I. I. Malzev., включен в Красную книгу Республики Узбекистан со статусом 1, травянистое многолетнее поликарпическое растение (Пименов, 2009а);

Korshinskya olgae (Regel et Schmalh.) Lipsky – представитель рода *Korshinskya* Lipsky, эндемичный вид Средней Азии, травянистое многолетнее монокарпическое растение (редко дикарпическое); *Autumnalia innopinata* Pimenov – редкий, национальный и узколокальный эндемик хребта Каратау, включен в Красную книгу Республики Узбекистан со статусом 1, травянистое многолетнее монокарпическое гистерантовое растение (Пименов, 2009в). Материал собран во время экспедиционных выездов в 2013–2014 гг. с их естественных мест произрастания. Для анатомических исследований лист фиксировали в 70 %-м этиловом спирте. Препарировали среднюю часть средних сегментов листа, поперечные срезы сделаны от руки, окрашены метиленовой синью и заключены в глицерин-желатине по общепринятой методике (Барыкина, Чубатова, 2005).

При анализе анатомического исследования листа изученных видов, относящихся к пяти родам семейства зонтичных, установлены такие мезоморфные признаки, как дорсивентральный тип мезофилла (*Komarovia anisosperma*, *Sphaerosciadium denaense*, *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae*), непогруженные устьица (у всех видов), с преобладанием числа устьиц на абаксиальной эпидерме (*Sphaerosciadium denaense*) *Kamelinia tianschanica* и редко расположенными на абаксиальной поверхности листа, а на адаксиальной, в основном, единичными, близи проводящих пучков (*Korshinskya olgae*), несколько крупные эпидермальные клетки на адаксиальной эпидерме (*Sphaerosciadium denaense*, *Kamelinia tianschanica* и *Autumnalia innopinata*), извилистость антиклинальных стенок клеток эпидерм (*Komarovia anisosperma*, *Sphaerosciadium denaense*, *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae*), а также ксероморфные – изопалисадный тип мезофилла (*Autumnalia innopinata*), утолщение наружной стенки эпидерм (*Sphaerosciadium denaense* и *Autumnalia innopinata*), наибольший % толщины наружной стенки от высоты эпидермальных клеток (*Autumnalia innopinata*, *Sphaerosciadium denaense* и *Komarovia anisosperma*), немного мелкие и почти равные размеры клеток обеих эпидерм (*Komarovia anisosperma* и *Korshinskya olgae*), увеличение количества устьиц на адаксиальной эпидерме (*Komarovia anisosperma* и *Autumnalia innopinata*), прямые антиклинальные стенки эпидермальных клеток (*Autumnalia innopinata*), мелкие размеры устьиц (*Autumnalia innopinata*, *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae*).

У изученных видов определено два типа мезофилла листа: дорсивентральный и изопалисадный типы. По наличию тех или иных мезо- и ксероморфных адаптивных признаков среди изученных видов не встречаются растения сугубо с мезоморфными либо ксероморфными чертами в структуре листа, так как в процессе эволюции у растений выработались приспособительные механизмы по комбинированию различных свойств. Однако следует отметить, что тип мезофилла характеризуется как один из наиболее консервативных признаков, а остальные признаки (размеры клеток эпидерм, утолщение их наружных стенок, наличие механических элементов в мезофилле, количество проводящих пучков, сосудов или секреторных вместилищ и др.) являются защитным механизмом листа в зависимости от влияния экологических факторов среды обитания (количество атмосферных осадков, температура воздуха, сильная инсоляция) и биологических особенностей растений (короткий феноритм – *Sphaerosciadium denaense*, длительный вегетационный период – *Komarovia anisosperma*, рано увядающие листья – *Korshinskya olgae*, весной розетка листьев, а осенью только редуцированные стеблевые листья до влажных у генеративных растений – *Autumnalia innopinata*).

В процессе эволюционного приспособления растений к суровым условиям среды уменьшение размеров листовой пластинки является наиболее эффективным морфолого-анатомическим признаком ввиду сокращения испаряющей поверхности и снижения интенсивности транспирации (Солонько, 1974; Lauri et al., 2014). Этот процесс приводит и к внутренней перестройке структуры листа, то есть более засушливые и большая инсоляция горных территорий способствует увеличению толщины листовой пластинки и палисадной ткани. Среди изученных видов наиболее высокий показатель толщины листа и палисадной паренхимы у *Komarovia anisosperma*, который имеет также самые высокие палисадные клетки, а самый тонкий лист с наименьшим показателем толщины палисадной ткани и самой короткой палисадной клеткой у *Korhinskya olgae*, но с большим объемом палисадной ткани по сравнению с губчатой. У вида *Autumnalia innopinata* палисадная паренхима состоит из слоев с разнообразными клетками. У мезофитов палисадная паренхима составляет от 36 до 55 % от мезофилла листа, а у ксерофитов до 80 % (Тюрина и др., 1976). По данному показателю высокий процент палисадности у *Korhinskya olgae* (59,4 %), следом виды *Autumnalia innopinata* (58,8 %) и *Kamelinia tianschanica* (57,1 %), затем у *Sphaerosciadium denaense* (48,2 %) и самый низкий процент палисадности у *Komarovia anisosperma* (40,2 %).

Малая ассимиляционная поверхность листа компенсируется за счет увеличения слоев и плотности палисадной ткани (Василевская, 1954). У растений, произрастающих при повышенной температуре и инсоляции, увеличивается число слоев палисады и появляется слой палисады с абаксиальной стороны, что в итоге приводит к изменению типа мезофилла. Среди изученных видов у *Autumnalia innopinata*, представителя аридных низкогорий, изопалисадное строение листа считается вторичным, приспособительным признаком к сухости воздуха и сильного освещения, что приводит к появлению в центральной части пластинки листа водоносной паренхимы. Появление такой структуры можно трактовать как перестройку с глубокой адаптацией растений в результате длительного эволюционного процесса к условиям произрастания, что привело к появлению ксероморфных черт в строении листа у *Autumnalia innopinata* и рассматривать изопалисадность как высокую степень ксероморфизма.

Структурными особенностями листьев является специализация их фотосинтезирующей функцией в связи средой обитания, и поэтому у изученных видов растений для сохранения метаболизма весьма суровых условий существования образовались специфические изменения во внутреннем их строении. У всех видов, как у многих представителей семейства Ариáceе, формируются секреторные вместилища в листовой пластинке, приуроченных к проводящей ткани, и, как правило, локализованы с абаксиальной стороны центрального проводящего пучка в числе 1, у *Sphaerosciadium denaense*, *Korshinskya olgae* и *Autumnalia innopinata* в числе 1 или 2. В абаксиальной стороны центрального пучка находятся более мелкие секреторные вместилища только у видов *Sphaerosciadium denaense* в числе 2(3) и *Autumnalia innopinata* 1. Латеральные пучки на абаксиальной стороне сопровождаются с одним секреторным вместилищем у *Autumnalia innopinata* или с двух сторон по одному мелкими вместилищами у *Sphaerosciadium denaense*, по бокам ближе к центральному пучку у *Korshinskya olgae* и в концах пластинки листа у *Komarovia anisosperma*, а у *Kamelinia tianschanica* латеральные пучки не имеют секреторных вместилищ. В листе самые крупные размеры секреторных вместилищ у *Autumnalia innopinata*, а мелкие вместилища у *Kamelinia tianschanica* с постоянством числа эпителиальных клеток.

Таким образом, у исследованных видов растений сформировались различные приспособления в структуре листа в зависимости от условий произрастания и сроков вегетации.

ЛИТЕРАТУРА

- Барыкина Р. П., Чубатова Н. В.** Большой практикум по ботанике. Экологическая анатомия цветковых растений. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2005. – 77 с.
- Василевская В. К.** Формирование листа засухоустойчивых растений. – Ашхабад, 1954. – 181 с.
- Пименов М. Г.** Камелиния тяньшанская – *Kamelinia tianschanica* F. O. Khass. et I. I. Malzev // Красная Книга Республики Узбекистан: Редкие и исчезающие виды растений и животных. Растения и грибы. В 2-х т. – Ташкент, 2009а. – Т. 1. – С. 104–105.

Пименов М. Г. Комаровия нервносемянная – *Komarovia anisosperma* Korovin // Красная Книга Республики Узбекистан: Редкие и исчезающие виды растений и животных. Растения и грибы. В 2-х т. –Ташкент, 2009б. – Т. 1. – С. 116–117.

Пименов М. Г. Осенница неожиданная – *Autumnalia innopinata* Pimenov // Красная книга Республики Узбекистан. В 2-х т. – Ташкент: Chinog ENK, 2009в. – Т. 1. – С. 122–123.

Пименов М. Г. Шарозонтичник денауский – *Sphaerosciadium denaense* (Schischk.) Pimenov et Kljuikov // Красная книга Республики Узбекистан. В 2-х т. – Ташкент: Chinog ENK, 2009г. – Т. 1. – С. 102–103.

Пименов М. Г., Ключков Е. В. Umbelliferae – Зонтичные // Определитель растений Средней Азии. –Ташкент, 1983. – Т. 7. – С. 167–322.

Пименов М. Г., Ключков Е. В. Зонтичные (Umbelliferae) Киргизии. – М: Тов-во науч. изд. КМК, 2002. – 288 с.

Солонько Г. Н. О некоторых закономерностях ксерофитизации растений // Биол. Науки, 1974. – № 1. – С. 53–58.

Тюрина Е. В., Гуськова И. Н., Валуцкая А. Г. Зонтичные Южной Сибири как материал для интродукции. – Новосибирск: Наука, 1976. – 256 с.

Lauri P. É., Marceron A., Normond F., Dambreville A., Regnard J.-L. Soil water deficit decreases xylem conductance efficiency relative to leaf area and mass in the apple // The Journal of Plant Hydraulics, 2014. – Vol. 1. – pp. e0003.