

УДК 582.893:581.43/.8

Сравнительное изучение подземных органов *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae* (Apiaceae)

Д. Т. Хамраева

Институт ботаники АН РУз, ул. Дурмон йули, д. 32, г. Ташкент, 100125, Узбекистан. E-mail: hamraeva.dilovar@mail.ru

Ключевые слова: анатомия, жизненные формы, корень, корневище, стебель, флоэма.

Аннотация. Изучено морфологическое и анатомическое строение подземнопобеговой и корневой сферы у *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae*, различающихся по жизненной форме и экологии.

Для вида *Kamelinia tianschanica* выявлены следующие диагностические признаки подземных органов: вторичный гоморизный тип корневой системы, наличие вертикального эпигеогенного короткого корневища с многочисленными придаточными корнями и формирование побегов возобновления из спящих почек корневища. Придаточный корень имеет три отчетливые зоны: узкая базальная (в зоне заложения на корневище), цилиндрически утолщенная и тонкая удлиненная дистальная части.

Для вида *Korshinskya olgae* характерен стержневой тип (аллоризный) корневой системы с укороченным главным корнем и боковыми корнями, дифференцированными на конусовидно утолщенную базальную и тонкую удлиненную дистальную части. По жизненной форме вид *Korshinskya olgae* относится к монокарпикам, но в наших исследованиях были обнаружены особи с наличием почек возобновления в основании монокарпического побега, что характеризует пластичность вида.

Корневищу *Kamelinia tianschanica* свойственна полицентрическая структура из сгруппированных проводящих пучков со слабой склерификацией. Для придаточных корней *Kamelinia tianschanica*, главных и боковых корней *Korshinskya olgae* определено диархное строение с паренхиматизацией основных тканей и обилием крахмальных зерен, с наличием воздушных полостей и разрывов, связанных с явлением контрактильности.

Результаты исследования показали, что подземные органы для каждого вида формировались в связи с их приспособлением к определенным экологическим условиям произрастания.

Comparative study of underground organs of *Kamelinia tianschanica* and *Korshinskya olgae* (Apiaceae)

D. T. Khamrayeva

Institute of Botany, Academy of Sciences of Uzbekistan Republic, Durmon yuli St., 32, Tashkent, 100125, Uzbekistan

Keywords: anatomy, life forms, phloem, rhizome, root, stem.

Summary. The morphological and anatomical structure of the subsurface and root spheres was studied in *Kamelinia tianschanica* and *Korshinskya olgae*, differing in life form and ecology of habitat.

For the species *Kamelinia tianschanica*, the following diagnostic features of the underground organs were identified: the secondary homorhizous type of the root system, the presence of a vertical epigeogenic short rhizome with numerous adventitious roots and the formation of renewal shoots from resting rhizome buds. The adventitious roots are divided into three distinct zones: narrow basal (in the area of the rootstock), cylindrically thickened and thin elongated distal parts.

The species of *Korshinskya olgae* is characterized by a core type (allorhizous) of the root system, with a shortened main root and lateral roots, differentiated into a conically thickened basal and thin elongated distal part. In life form, the species *Korshinskya olgae* belongs to the monocarpic, but in our studies individuals with the presence of renewal buds were found at the base of the monocarpic shoot, which is characterized the plasticity of the species.

The rhizome of *Kamelinia tianschanica* is characterized by a polycentric structure of grouped vascular bundle with poor sclerification. For adventitious roots of *Kamelinia tianschanica* and the main and lateral roots of *Korshinskya olgae*, the diarch structure is determined, with parenchymatization of the main tissues and an abundance of starch grains, with the presence of aerial cavities and discontinuities associated with the phenomenon of contractility.

The results of the study showed that the underground organs for each species were formed with their adaptation to certain ecological conditions.

Введение

Семейство *Ariaceae* Lindley распространено по всему земному шару; одним из важнейших центров разнообразия этой таксономической группы считается Средняя Азия (Pimenov, Ostroumova, 2012). Среди видов зонтичных – ценные овощные, кормовые, пряно-ароматические, лекарственные и технические растения, содержащие во всех своих частях эфирные масла или смолообразные вещества, кумарины, флавоноиды, сапонины, которые имеют широкий спектр фармакологической активности.

Надземные и подземные органы видов семейства *Ariaceae*, благодаря высокому содержанию физиологически активных веществ, являются основным источником сырья, что послужило изучению их химического состава для использования в фармпроизводстве (Bukreeva, Pimenov, 1991; Kotenko et al., 2009; Eisenman et al., 2013; Khalilova et al., 2013; Ghulameden et al., 2014; Fedoseyeva, Bashar, 2016).

В литературе имеются немногочисленные сведения по структуре подземных и надземных органов растений для отдельных систематически и экологически различающихся групп семейства *Ariaceae*, в ходе которых были установлены признаки диагностического или адаптивного характера. Л. И. Сдобниной и М. Г. Пименовым (Sdobnina, Pimenov, 1991) в результате изучения структуры подземных органов некоторых видов семейства *Ariaceae* было выявлено, что данные структуры тесно связаны с экологией произрастания видов, а морфологические и анатомические признаки, а также различные типы происхождения подземных органов могут использоваться в ревизиях родов и таксонов зонтичных. Исследования морфологического и онтогенетического анализа подземных органов у 13 видов зонтичных Средней России, позволили выделить различные типы организации подземнопобеговой и корневой систем растения,

которые являются видоспецифичными и обеспечивают адаптацию растений к условиям среды (Petrova, 2017).

У некоторых видов зонтичных изучены различные способы ветвления корней, определен важный механизм подземных структур – обновления корней, который обеспечивает адаптацию растений к конкретным условиям окружающей среды, приобретенный ими в ходе структурной эволюции (Petrova, 2017). В результате анатомического изучения корня, побега, прикорневых листьев и плода, а также пыльцы у двух видов: *Chaerophyllum aureum* Boiss. et Bal. и *C. astrantiae* L., были определены признаки, служащие для таксономии данного рода (Yilmaz, Tekin, 2013). Выявлено, что структура коры стебля у некоторых родов трибы *Heteromorphae* Watson et Downie имеет систематическое значение (Kotina et al., 2012). Исследована подземная сфера *Ferula tadshikorum* Pimenov на начальных этапах онтогенеза, она формируется за счет утолщения гипокотыля и базальных частей полициклического розеточного побега и развивается в течение 8–25 лет (Rakhimov, Denisova, 2017). В условиях Бадхыза изучено морфо-анатомическое строение клубневидно утолщенных корней некоторых эфемероидов, в том числе у *Ferula oopoda* (Boiss. et Buhse) Boiss. и *Dorema aitchisonii* Korov. ex Pimenov (Akmuradov, 2016). В ходе исследования установлено, что главный стержневой корень выполняет в основном запасную, а боковые корни – проводящую и запасную функции. Soukup et al. (2002) было выявлено, что у вида *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. с определенными условиями произрастания связаны анатомическая структура и дифференциация корневой системы.

Семейство *Ariaceae* является одним из самых оригинальных во флоре Узбекистана. На территории страны произрастают четыре эндемичных рода – *Kamelinia* F. O. Khass. et I. I. Malzev (*K. tianschanica* F. O. Khass. et I. I. Malzev),

Komarovia Korovin (*K. anisosperma* Korovin), *Kuramosciadium* Pimenov, Kljuykov et Tojibaev (*K. corydalifolium* Pimenov, Kljuykov et Tojibaev), *Sphaerosciadium* Pimenov et Kljuykov (*S. denaënsis* (Schischk.) Pimenov et Kljuykov). Виды, относящиеся к вышеперечисленным родам, включены в Красную книгу Республики Узбекистан (Red Data ..., 2009).

Род *Kamelinia* был описан Ф. О. Хасановым и И. И. Мальцевым в 1992 г. (Khassanov, Malzev, 1992). *Kamelinia tianschanica* является узколокальным эндемиком Западного Тянь-Шаня, включен в Красную книгу со статусом 1 (Pimenov, 2009). Поликарпик, растет на каменистых осыпях южного склона Чаткальского хребта, в бассейне реки Дукентсай (правобережный приток реки Ахангаран), в урочищах Каттасай и Чилтен (рис. 1).

Род *Korshinskya* Lipsky, описанный в 1900 г., представлен пятью видами, произрастающими в Памиро-Алае, Западном Тянь-Шане, Афганистане, Копетдаге, Иране и Ираке (Pimenov, Kljuykov, 2002). *Korshinskya olgae* (Regel et Schmalh.) Lipsky является эндемиком Средней Азии. Монокарпик, растет в кустарниковых лугостепях, в затененных местах, на мелкоземистой и щебнистой почве, на выходах пестроцветных пород и в долинах горных рек. Ареал вида охватывает Юго-Западный Тянь-Шань (Кураминский хр.) и Памиро-Алай (хребты Туркестанский, Алайский, Зеравшанский, Нуратау, Гиссарский, Кугитанг, Бабатаг, Каратегинский, Петра Первого, Дарвазский, Бадахшан, низкогорья Южного Таджикистана) (рис. 2).

Морфологические и анатомические особенности надземных или подземных осевых органов двух близкородственных видов *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae* до настоящего времени детально не исследованы.

Развитие промышленности и сельского хозяйства, широкое освоение природных территорий приводит к нарушениям экологического равновесия. Резкое усиление антропогенного фактора на природу является причиной проведения специализированных исследований по локальной флоре и растительности, а также сохранения их для настоящего и будущего поколения. Среди редких видов наиболее важны для сохранения эндемичные или реликтовые виды растений, ареал которых охватывает лишь узкую территорию. Эндемичные растения являются наиболее уязвимым компонентом флоры, так как утрата любого из них означает невозможную потерю для биоразнообразия в целом.

Целью настоящего исследования являлось проведение сравнительного изучения морфологического и анатомического строения подземных осевых органов в генеративной фазе развития у *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae* для выявления видоспецифичных признаков по данным структурам.

Материалы и методы

Материал для изучения подземной части растений был собран в ходе полевых исследований из естественных мест обитания растений в 2014, 2015, 2018 гг. и зафиксирован в 70%-м этиловом спирте.

Анатомическое строение основания стебля и подземных органов (срединная часть изучаемого органа) исследовано на поперечных срезах, сделанных от руки, окрашенных метиленовой синью и заключенных в глицерин-желатине по общепринятой методике (Barykina, Chubatova, 2005). Произведена микрофотосъемка цифровой камерой Canon A 2300.

Результаты и их обсуждение

***Kamelinia tianschanica*.** Генеративные растения имеют вертикальное эпигеогенное короткое корневище (рис. 3, 4). У растений формируется интенсивно ветвящаяся вторичная гоморизная корневая система за счет развития многочисленных поверхностных утолщенных придаточных корней, возникающих на различных частях корневища, которые расположены косо-вертикально и горизонтально. Корневище цилиндрически утолщенное, иногда извилистое, длиной от 5 до 15 см, кора светло-коричневого цвета, на поверхности с тонкими волосовидными корнями в виде коричневых волнистых линий. В корневище имеются спящие почки, из которых развиваются побеги возобновления – это дочерние особи с укорененным побегом.

Придаточный корень условно можно разделить на следующие части: узкую базальную в зоне заложения на корневище, неравномерно цилиндрически утолщенную и удлинненную тонкую дистальную часть. Кора придаточных корней палевого цвета, тонкая, легко отслаивается, на поверхности с тонкими волосовидными корнями. Придаточные корни разветвляются на два порядка. У придаточных корней I порядка длина утолщенной части составляет 4–14 см, от них идут мелкие корни II порядка, с утолщенной частью до 2–5,5 см длиной. Тонкая дистальная

часть придаточного корня разрастается до 10–20 см длины, иногда бывает раздвоена. На придаточных корнях развиваются пучки тонких, во-

лосовидных, коротких и недолговечных эфемерных корней. На некоторых придаточных корнях виден процесс гниения.



Рис. 1–7. Внешний вид и строение подземных органов *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae*: 1 – общий вид *Kamelinia tianschanica*; 2 – общий вид *Korshinskya olgae*; 3–4 – корневая сфера средневозрастной генеративной особи *Kamelinia tianschanica*; 5–6 – корневая сфера генеративной особи *Korshinskya olgae*; 7 – строение почки возобновления *Korshinskya olgae*; ar – придаточный корень; br – почка возобновления; lt – боковой корень; rh – корневище; rsh – побег возобновления; tr – главный корень. Масштабная линейка: рис. 3–6 – деление 1 мм, рис. 7 – 100 мкм.

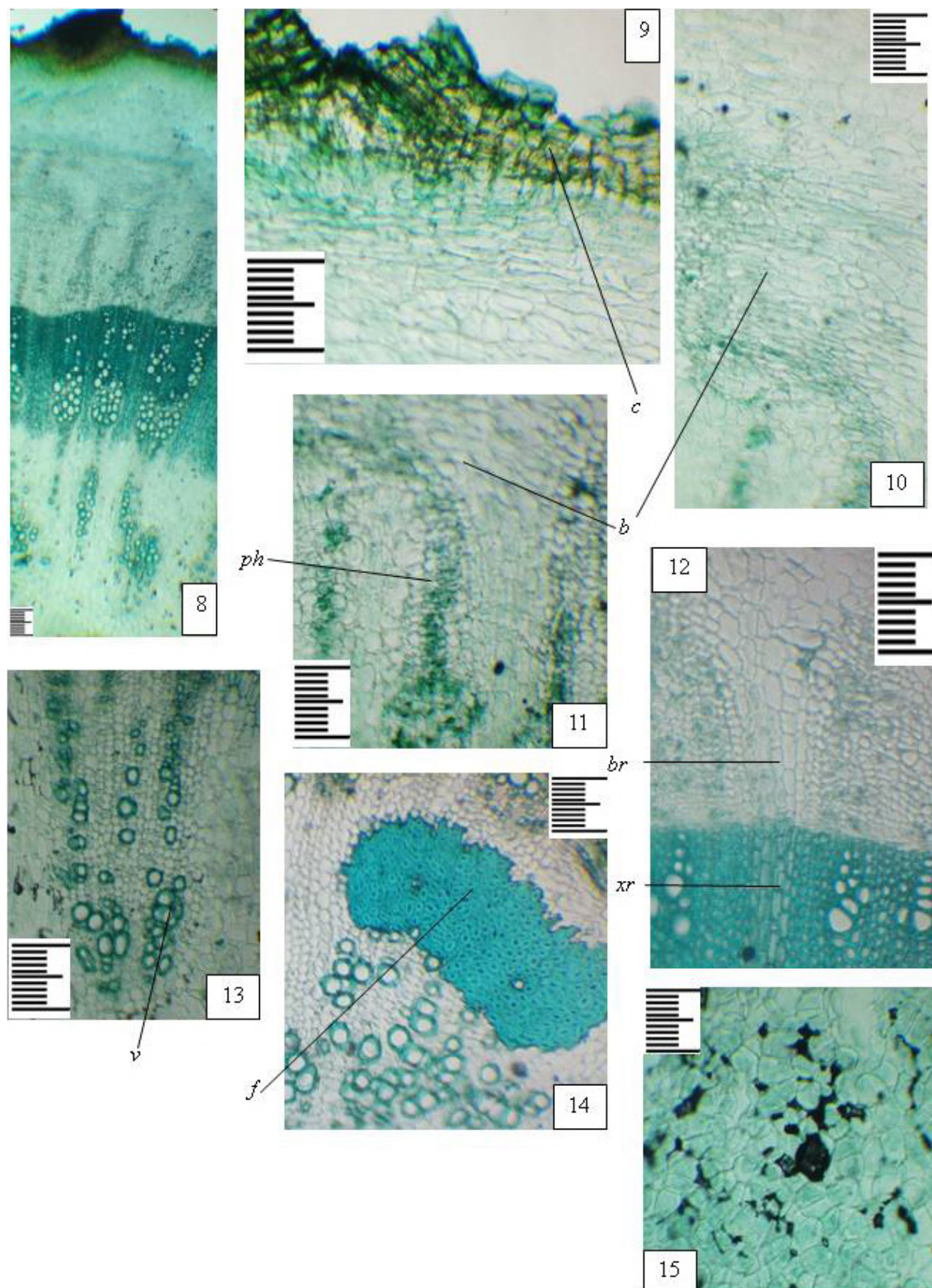


Рис. 8–15. Анатомическое строение основания стебля генеративного растения *Kamelinia tianschanica*: 8 – часть среза стебля; 9 – строение перидермы; 10–11 – строение коровой части; 12 – часть центрального цилиндра; 13 – сосудистые элементы пучков; 14 – тяж из волокон между сосудами пучков; 15 – часть сердцевины; *b* – коровая паренхима; *br* – лубяной луч; *c* – пробка; *f* – волокна; *ph* – флоэма; *v* – сосуд; *xr* – древесинный луч. Масштабная линейка –100 мкм.

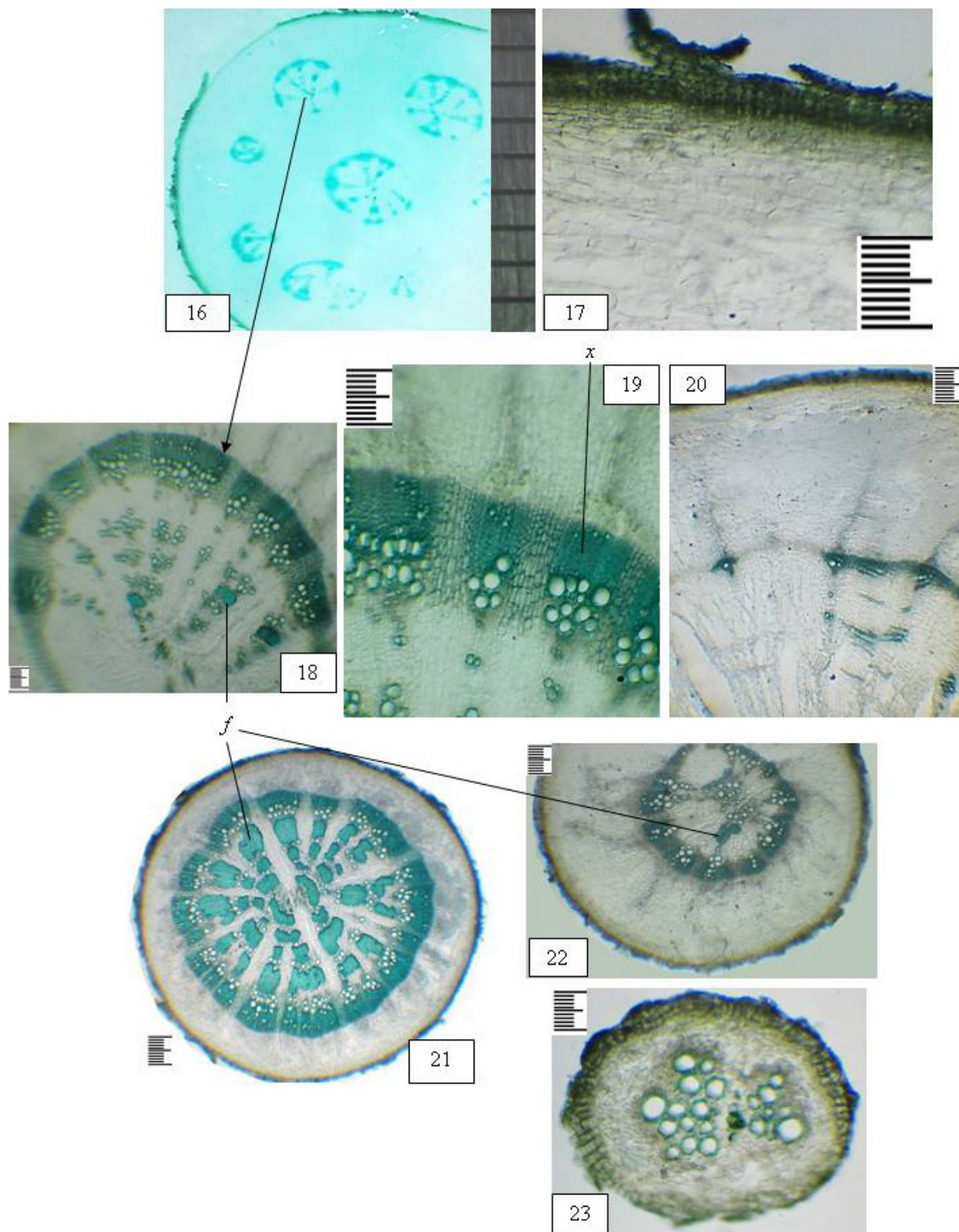


Рис. 16–23. Анатомическое строение подземных органов *Kamelinia tianschanica*: 16 – часть среза корневища; 17 – строение перидермы корневища; 18 – строение крупного концентрического круга проводящих пучков; 19 – часть центрального цилиндра пучков этого же круга; 20 – часть среза придаточного корня утолщенной зоны; 21 – строение зоны прикрепления придаточного корня к корневищу; 22 – часть среза придаточного корня утонченной зоны; 23 – строение апикальной части придаточного корня; *f* – волокна; *x* – ксилема. Масштабная линейка: рис. 16 – деление 1 мм, рис. 17–23 – 100 мкм.

Основание стебля генеративного растения на поперечном срезе округлой формы. Поверхность стебля покрыта желто-коричневой тонкостенной многослойной пробкой, самые наружные слои которой слущиваются (рис. 8, 9). Клетки коровой паренхимы различного размера и формы (рис. 10). Проводящие пучки расположены широким кольцом. Флоэма обширная, некоторые ее паренхимные клетки содержат густое содержимое (рис. 11, 12). Лубяные лучи паренхимные, клетки их широко-продолговатые и округло-овальные, образуют от 3–6, местами до 10–11 рядов, которые плавно переходят в радиальные лучи древесины (рис. 12). Ксилема расположена двумя широкими кольцами, состоит из мелких и крупных сосудов, расположенных одиночно и группами (рис. 13). В наружном кольце под флоэмой стенки сосудов, радиальные лучи и паренхима древесины немного одревесневшие. Радиальные лучи состоят из удлиненных клеток, от 3–5, местами до 9–10 рядов, стенки клеток с щелевой пористостью. Внутреннее кольцо ксилемы состоит из сосудов, тонкостенных клеток паренхимы древесины и радиальных лучей из 4–7 рядов с округло-овальными и широко-продолговатыми клетками. Сосудистые элементы немного меньше по размеру, чем у периферийных, некоторые одиночные сосуды окружены группой клеток из толстостенных волокон (рис. 14). Сердцевина состоит из тонкостенных клеток различного размера округло-овальной формы, местами клетки содержат темные пигменты (рис. 15).

Корневище. Поверхность корневища покрыта светло-коричневой многослойной пробкой, самые наружные слои которой слущиваются (рис. 17). Под пробкой имеется однослойный феллоген, за ним следует феллодерма с табличчатой формой клеток, остальная коровая часть состоит из клеток различного размера и формы, которые содержат крахмальные зерна. В базальной части корневища периферийные пучки, расположенные кольцом, начинают группироваться, и ближе к срединной части они образуют несколько концентрических кругов проводящей ткани, каждый из которых состоит из запасающей паренхимы, тяжелей флоэмы и ксилемы, отделенных друг от друга широкими радиальными полосами паренхимы (рис. 16, 18). Подобное строение было описано как полицентрическая аномальная структура при вторичном утолщении у вида *Prangos amtophila* (Bunge) Pimenov et Tichomirov из семейства зонтичных (Butnik et

al., 2009). По периферии корневища находятся несколько концентрических кругов различного объема, а по центру один (рис. 16). Флоэма неширокая, идущие от нее лубяные лучи проникают в коровую паренхиму. Камбий двух-пятислойный, находится между флоэмой и ксилемой. Сосудистые элементы располагаются по одному и группами в радиальном направлении и занимают центральную часть концентрического круга. Сосуды мелкие и крупные, в связи с явлением контрактильности они извилистые или косые (рис. 19). В некоторых пучках между группами сосудов имеются тяжи клеток из толстостенных волокон. Между рядами сосудов находятся многорядные радиальные лучи из продолговатодлиненных клеток. В концентрических кругах межпучковая и древесинная паренхимы иногда немного одревесневшие. В коровой и древесинной паренхиме имеются незначительные мелкие разрывы.

Придаточные корни. В зоне прикрепления к корневищу отчетливо видно, что придаточный корень диархного типа. Поверхность корня покрыта светло-коричневой многослойной слущивающейся пробкой (рис. 21). Коровая паренхима тонкостенная, занимает меньшую часть сечения по сравнению с центральным цилиндром. Флоэма очень узкая. По периферии проводящие пучки расположены широким кольцом, межпучковая паренхима одревесневшая, ее клетки со щелевой пористостью. Сосудистые элементы корня от периферии к центру образуют 4 прерывистых круга, между которыми имеются тяжи волокон.

В утолщенной зоне придаточного корня коровая паренхима состоит из тонкостенных клеток, небольших полостей и разрывов, а в древесинной паренхиме разрывы большие и многочисленные (рис. 20). По периферии проводящие пучки расположены прерывистым кольцом. Флоэмная часть менее широкая, лубяные лучи доходят до коровой паренхимы. Камбий представлен сплошным кольцом, двух-пятислойный. Древесинная и межпучковая паренхимы, а также сосуды незначительно одревесневшие, а в паренхиме коры имеются крахмальные зерна. Ксилема состоит из одиночных и групп сосудов, которые местами извилистые или косые, что связано с явлением контрактильности.

В тонкой дистальной зоне корня отчетливо видно его диархное строение. Поверхность корня покрыта светло-коричневой многослойной слущивающейся пробкой (рис. 22). Коровая паренхима состоит из округло-овальных клеток со

слегка утолщенными стенками и небольших полостей. Проводящие пучки расположены узким кольцом. Флоэмная часть более узкая. Сосуды мелкие и крупные, ближе к центру есть небольшие группы склеренхимы. Межпучковая паренхима и клетки над внешними сосудами одревесневшие. По срединным радиусам центрального цилиндра проходит двухрядный радиальный луч.

В апикальной зоне корень диархного строения, поверхность покрыта двух-четырёхслойной слущивающейся пробкой (рис. 23). Коровая паренхима состоит из плотно расположенных мелких клеток со слегка утолщенными стенками. Флоэма узкая, расположена над сосудами, большинство из которых довольно крупного размера.

Korshinskya olgae. Под цветоносным побегом сохраняется гипокотиль, который плавно переходит в корень. Главный корень сильно укороченный, клубневидно или цилиндрически утолщенный, коричневого цвета, складчатый или морщинистый, 2–2,5 см длиной, до 5 см в окружении (рис. 5). На нем развиваются многочисленные боковые корни, которые имеют утолщенную часть конусовидной формы до 1–3(4) см длиной и тонкую дистальную часть около 10–14 см длины. Боковые корни также имеют коричневую, морщинистую кору. Поверхность главного и боковых корней покрыта волосовидными тонкими корнями в виде темно-коричневых волнистых линий. Кроме того, на боковых корнях образуются пучки тонких, волосовидных, коротких эфемерных корней.

Основание стебля генеративного растения на поперечном срезе имеет округлую форму. В пазухах влагалищ розеточных листьев у некоторых особей формируются 1(2) почка возобновления, с зачатками влагалищ розеточных листьев, монокарпического побега и соцветия (рис. 6, 7). Поверхность стебля покрыта однослойной эпидермой с утолщенной наружной стенкой (рис. 24). Коровая паренхима многослойная, клетки округло-овальной формы. Проводящие пучки расположены широким кольцом, где крупные пучки чередуются с мелкими (рис. 25). Флоэмы по объему несколько меньше, чем ксилемы. Ксилема состоит из мелких и крупных сосудов. Межпучковая и древесинная паренхимы одревесневшие и образуют сплошное кольцо. Сердцевина состоит из тонкостенных различного размера клеток округло-овальной формы. В коровой паренхиме над пучками и сердцевине око-

ло ксилемы находятся секреторные вместилища (рис. 25).

Главный корень. Поверхность корня покрыта многослойной пробкой коричневатого цвета, самые наружные слущивающиеся слои темно-коричневые (рис. 26). Под пробкой расположены однослойный феллоген и феллодерма из 6–8 слоев с продолговатой формой клеток. Основная часть коровой паренхимы состоит из рыхло расположенных клеток, многочисленных полостей и разрывов (рис. 27). По периферии корня проводящие пучки расположены волнистым узким прерывистым кольцом, в котором древесинная и межпучковая паренхимы немного одревесневшие (рис. 28). Флоэма занимает значительно меньший объем по сравнению с ксилемой. Сосуды в пучках разного размера: мелкие и крупные. Камбий двух-пятислойный (рис. 28). Под кольцом пучков расположены мелкие сосудистые элементы, которые радиальной цепочкой из одиночных и небольших групп доходят до центральной части. Они проходят под разными углами, в связи с чем местами извилистые. Большую часть центрального цилиндра составляет преимущественно паренхима, в центре корня имеются немногочисленные мелкие сосуды (рис. 29). Волокна в пучках отсутствуют. В паренхиме центрального цилиндра также очень много больших полостей и разрывов.

Боковые корни диархные. Структура их сходна с таковой главного корня (рис. 30). Пробка, феллодерма и коровая паренхима имеют меньше слоев, чем в главном корне (рис. 31, 32). В центре корня расположены многочисленные мелкие сосуды (рис. 33).

В тонкой дистальной зоне корня ксилема занимает большую часть по сравнению с коровой паренхимой (рис. 34). Сосуды располагаются радиальными цепочками, в центре их концентрация возрастает. В коровой паренхиме и в центральной части корня имеются полости и разрывы.

В апикальной зоне поверхность корня покрыта пяти-семислойной пробкой, самые наружные которой слущиваются (рис. 35). Коровая паренхима трехслойная, состоит из уплощенных клеток. Флоэма располагается узким кольцом над ксилемой. Сосуды ксилемы мелкие и крупные, среди них имеется одревесневшая паренхима. Первичная ксилема диархного типа.

Результаты исследования по изучению подземнопобеговой и корневой систем у двух близкородственных видов *Kamelinia tianschanica* и

Korshinskya olgae позволили определить взаимосвязь между данными структурами и экологией, а также выявить ряд различительных признаков (табл.).

гией, а также выявить ряд различительных признаков (табл.).

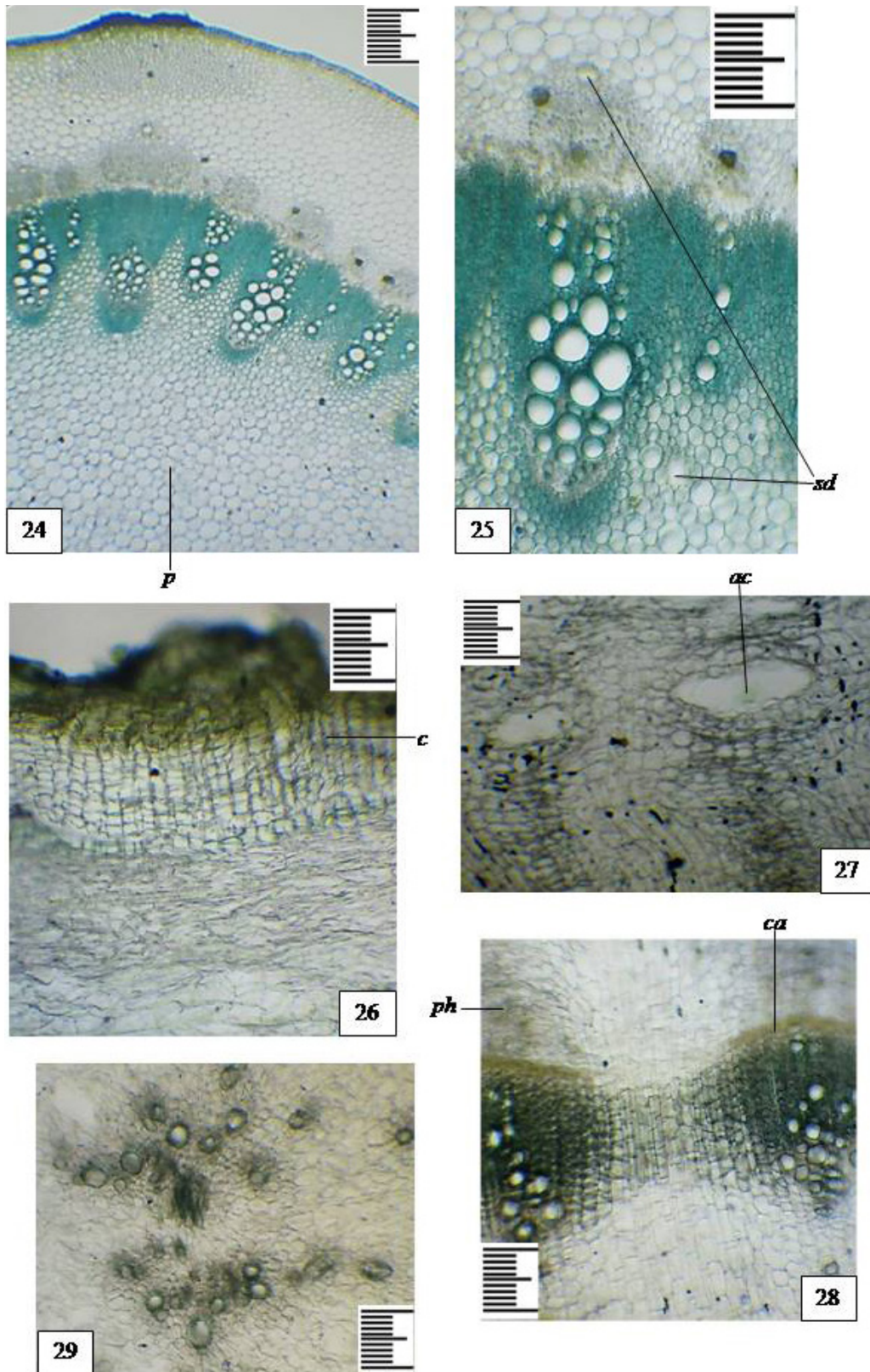


Рис. 24–29. Анатомическое строение основания стебля генеративного растения и главного корня *Korshinskya olgae*: 24 – часть среза основания стебля; 25 – часть среза центрального цилиндра основания стебля; 26 – строение перидермы главного корня; 27 – строение коровой части главного корня; 28 – часть среза центрального цилиндра главного корня; 29 – середина центрального цилиндра главного корня. Масштабная линейка: 100 мкм

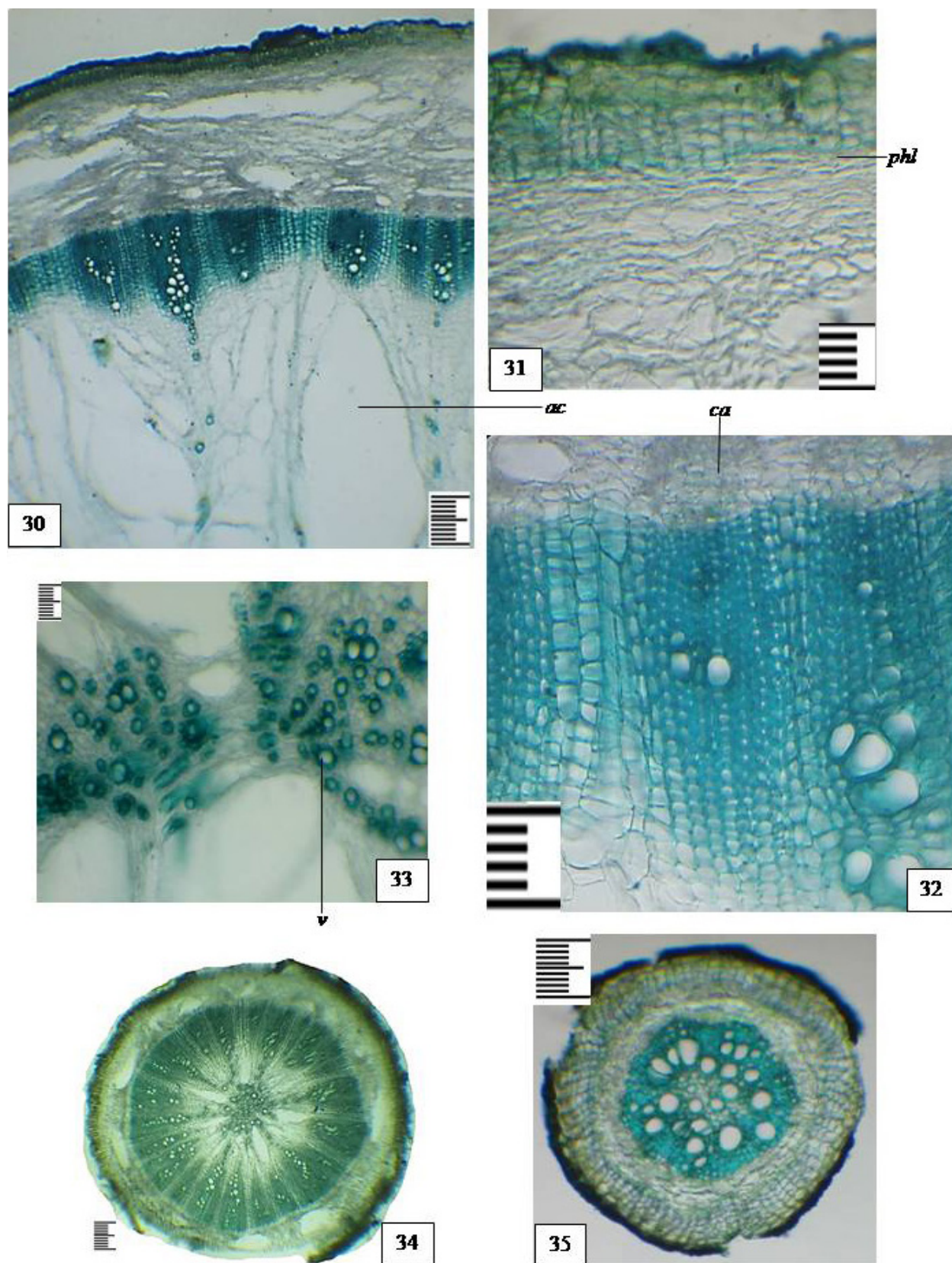


Рис. 30–35. Анатомическое строение бокового корня *Korshinskya olgae*: 30 – часть среза бокового корня; 31 – строение перидермы бокового корня; 32 – часть среза центрального цилиндра бокового корня; 33 – середина центрального цилиндра бокового корня; 34 – строение утонченной части бокового корня; 35 – строение апикальной части бокового корня; *ac* – воздушная полость; *c* – пробка; *ca* – камбий; *p* – сердцевина; *ph* – флоэма; *phl* – феллоген; *sd* – секреторное вместилище.
Масштабная линейка: рис. 30, 33–35 – 100 мкм, рис. 31–32 – 50 мкм.

Таблица

Сравнительный анализ морфологических и анатомических признаков подземных органов *Kamelinia tianschanica* и *Korshinskya olgae*

№	<i>Kamelinia tianschanica</i>	<i>Korshinskya olgae</i>
1	Корневая система вторичного гоморизного типа	Корневая система аллоризного типа
2	Эпигеогенное укороченное корневище, от 5 до 15 см длиной, цилиндрически утолщенное, иногда извилистое	Главный корень 2–2,5 см длиной, до 5 см в окружении, укороченный, клубневидно или цилиндрически утолщенный
3	Кора корневища светло-коричневая	Кора главного корня коричневая, складчатая или морщинистая
4	Придаточные корни I (утолщенная часть 4–14 см длины) и II (утолщенная часть 2–5,5 см длины) порядка, цилиндрически утолщенные	Боковые корни I порядка (утолщенная часть 1–3–(4) см длины), конусовидно-утолщенные
5	Вегетативно размножается за счет побегов возобновления, образующихся из спящих почек корневища	Единичные особи образуют почки возобновления в пазухах влагалищ розеточных листьев
6	Проводящие пучки корневища формируют несколько концентрических кругов	По периферии главного корня проводящие пучки расположены волнистым узким прерывистым кольцом
7	В паренхиме коры и центрального цилиндра имеются незначительные мелкие разрывы	В паренхиме коры и центрального цилиндра имеются многочисленные большие полости и разрывы
8	В тонкой дистальной зоне придаточного корня имеются небольшие группы склеренхимы	В тонкой дистальной зоне бокового корня отсутствуют механические ткани

Для изученного вида *Kamelinia tianschanica* свойственна вторичная гоморизия, которая широко распространена в растительном мире. Важное значение в жизни особей, обладающих вторично гоморизной корневой системой, имеет не столько способность к образованию придаточных корней, сколько их постоянное развитие, а, следовательно, и их постоянное обновление. Процессы обновления и отмирания корней в корневой системе растения скоррелированы между собой и тесно связаны с развитием надземной части растения. Для подземных органов с гоморизной корневой системой характерным является и наличие определенных подземных органов побегового происхождения, в данном случае корневищ эпигеогенного характера. Строение корневой системы данного вида тесно связано с его экологическими условиями произрастания. Будучи приуроченным к существованию на каменистых осыпях, главный корень растений уже на начальных этапах онтогенеза отмирает, и его функция переходит на придаточные корни и корневища. На корневище отрастают многочисленные придаточные корни в горизонтальном и косо-вертикальном направлении, которые благодаря своей форме – неравномерно цилиндрически утолщенной части – охватывают каменистые породы, и только их удлиненные тонкие части достигают

увлажненных слоев почвы. Немаловажной особенностью *Kamelinia tianschanica* является образование побегов возобновления, которые могут обособляться и тем самым обеспечивать растения дополнительным способом размножения. Таким образом, у *Kamelinia tianschanica* в процессе адаптации к специфическим условиям произрастания большое значение имело сочетание структурных особенностей подземных органов: вторичная гоморизия корневой системы; наличие эпигеогенного укороченного корневища и побегов возобновления; утолщение корневища и определенного участка придаточных корней, а также паренхиматизация их основных тканей и заполнение крахмальными зернами; удлинение тонкой части придаточных корней, служащих для основной проводящей функции; полицентрическая структура корневища.

Для подземных органов *Korshinskya olgae* характерен стержневой тип (аллоризный) корневой системы. Главный корень сильно укороченный, клубневидно-утолщенный, в процессе роста разветвляется, и от него отходят боковые корни, дифференцированные на утолщенный и тонкий удлиненный участки. Главный корень и утолщенная часть боковых корней близко расположены к поверхности почвы, немного углубляются только тонкие части боковых корней. Ве-

гетация данного вида продолжительна с апреля по сентябрь, в связи с чем корневые структуры имеют более плотную кору с темной окраской. В результате деятельности контрактильности снаружи кора сморщивается и во внутренней структуре корней образуются многочисленные разрывы и воздушные полости. В удлиненной тонкой части бокового корня ксилема занимает больший объем, чем вторичная кора, за счет чего ее функция усиливается. Кроме того, нами впервые у *Korshinskya olgae* было выявлено наличие почки возобновления с зачатками влагалищ розеточных листьев и цветonoсного побега в основании монокарпического побега в пазухах влагалищ розеточных листьев. Эта особенность говорит о пластичности жизненной формы вида, так как большинство особей сохраняют монокарпичность, а лишь некоторые переходят к повторному цветению на следующий год, что является особенной чертой биологии представителей семейства зонтичных.

У двух изученных видов корневая система, кроме основной проводящей функции, выполняет также запасующую с наибольшим доминированием паренхимы с крахмальными зёрнами в коровой части и центральном цилиндре. Волосовидные корни на поверхности коры корневища и придаточных корней или главного и боковых корней, а также многочисленные эфемерные корни способствуют усвоения влаги верхних слоев почвы.

Выводы

Вид *Kamelinia tianschanica* от *Korshinskya olgae* четко отличается по типу корневой системы, который связан с экологией вида. Структура корневища *Kamelinia tianschanica* представлена сгруппированными в концентрические круги проводящими пучками, а главного корня *Korshinskya olgae* – проводящими пучками, расположенными прерывистым кольцом. Основная часть подземных органов у изученных видов состоит из паренхимной ткани, только у *Korshinskya olgae* в них образуются больше полостей и разрывов.

Особенностью подземной сферы *Kamelinia tianschanica* являются побеги возобновления, формирующиеся из спящих почек корневища, которые в необходимый момент могут обособляться и обеспечить растений дополнительным способом размножения.

Благодарности

Выражаю искреннюю благодарность С. Е. Петровой, сотруднику кафедры высших растений биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, за ценные замечания в процессе подготовки статьи.

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Akmuradov A.** 2016. Anatomical and morphological structure of the roots of Badkhyz ephemeroïds and their economic significance. *Molodoy uchenyyu* [Young Scientist] 8(112): 373–378 [In Russian]. (**Акмурадов А.** Анатомическое и морфологическое строение корней эфемероïдов Бадхыза и их хозяйственное значение // Молодой учёный, 2016. № 8(112). С. 373–378).
- Barykina R. P., Chubatova N. V.** 2005. *Bolshoy praktikum po botanike. Ekologicheskaya anatomiya tsvetkovykh rasteniy* [Large workshop on botany. Ecological anatomy of flowering plants]. KMK Scientific press Ltd, Moscow, 77 pp. [In Russian]. (**Барыкина Р. П., Чубатова Н. В.** Большой практикум по ботанике. Экологическая анатомия цветковых растений. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2005. 77 с.).
- Bukreeva T. V., Pimenov M. G.** 1991. 2-O-β-D-Gentsiobioside 4-methoxy-6-hydroxyacetophenone from the roots *Dorema aitchisonii*. *Khimiya prirodnykh soyedineniy* [Chemistry of natural compounds] 5: 722–723 [In Russian]. (**Букреева Т. В., Пименов М. Г.** 2-O-β-D-Генциобиозид 4-метокси-6-гидроксиацетофенона из корней *Dorema aitchisonii* // Химия природных соединений, 1991. № 5. С. 722–723).
- Butnik A. A., Ashurmetov O. A., Nigmanova R. N., Begbaeva G. F.** 2009. *Ekologicheskaya anatomiya pustynnykh rasteniy Sredney Azii* [Ecological anatomy of desert plants in Central Asia. Vol. 3. Herbs]. Fan, Tashkent, 155 pp. [In Russian]. (**Бутник А. А., Ашурметов О. А., Нигманова Р. Н., Бегбаева Г. Ф.** Экологическая анатомия пустынных растений Средней Азии. Т. 3. Травы. Ташкент: Фан, 2009. 155 с.).
- Eisenman S. W., Zauron D. E., Struwe L.** 2013. *Medicinal plants of Central Asia: Uzbekistan and Kyrgyzstan*. Springer, New York, 340 pp.
- Fedoseyeva L. M., Bashar D. B.** 2016. Studying of saponins in the underground organs of *Ferula hermonis*. *Khimiya rastitel'nogo syrya* [Chemistry of plant materials] 1: 181–184 [In Russian]. (**Федосеева Л. М., Башар Д. Б.**

Изучение сапонинов в подземных органах Ферулы хермонской // Химия растительного сырья, 2016. № 1. С. 181–184. DOI: 10.14258/jcprm.201601122).

Ghulameden S., Yill A., Zhao A. Q., Gao Y. H., Aisa H. A. 2014. Polysaccharides from *Ferula sinkiangensis* and potent inhibition of protein Tyrosine phosphatase 1 B. *Chemistry of natural compounds* 3: 445–446.

Khalilova E. Kh., Bobakulov Kh. M., Aripova F. S., Abdullaev N. D. 2013. Secondary metabolites of *Ferula foetida*. *Khimiya prirodnikh soyedineniy* [Chemistry of natural compounds] 1: 124–125 [In Russian]. (Халилова Э. Х., Бобакулов Х. М., Арипова Ф. С., Абдуллаев Н. Д. Вторичные метаболиты *Ferula foetida* // Химия природных соединений, 2013. № 1. С. 124–125).

Khassanov F. O., Malzev I. I. 1992. New genus *Kamelinia* (Apiaceae) from Central Asia. *Uzbekskiy biologicheskiy zhurnal* [Uzb. biol. J.] 2: 49–53 [In Russian]. (Хасанов Ф. О., Мальцев И. И. Новый род *Kamelinia* (Apiaceae) из Средней Азии // Узб. биол. журн., 1992. № 2. С. 49–53).

Kotenko L. D., Khalilov R. M., Mamatkhonov A. U. 2009. Methods for the qualitative and quantitative analysis of the sum of esters from the roots of *Ferula tenuisecta*. *Khimiya rastitelnogo syrua* [Chemistry of plant materials] 1: 89–92 [In Russian]. (Котенко Л. Д., Халилов Р. М., Маматхонов А. У. Методики качественного и количественного анализа суммы сложных эфиров из корней *Ferula tenuisecta* // Химия растительного сырья, 2009. № 1. С. 89–92).

Kotina E. L., Van Wy B. E., Tilney P. M., Oskolski A. A. 2012. The systematic significance of bark structure in southern African genera of tribe *Heteromorphaeae* (Apiaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 169: 677–691.

Petrova S. Ye. 2007. Morphological study of underground structures of some Middle Russian Umbelliferae. *Bot. Zhurn. (Moscow & St. Petersburg)* 92(7): 986–997 [In Russian]. (Петрова С. Е. Морфологическое изучение подземных органов некоторых представителей семейства зонтичных (Umbelliferae) Средней России // Бот. журн., 2007. Т. 92, № 7. С. 986–997).

Petrova S. Ye. 2017. Primary and additional lateral roots in some Apiaceae species: structure and development features. *Repos. of the Thiryaevsky agricultural academy* 5: 62–73.

Pimenov M. G. 2009. *Kamelinia tianschanica* F. O. Khass. et I. I. Malzev. In: *Red Data Book of the Republic of Uzbekistan*. Vol. 1. Chinor ENK, Tashkent, 102–103 pp. [In Russian]. (Пименов М. Г. Камелиния тяньшанская – *Kamelinia tianschanica* F. O. Khass. & I. I. Malzev // Красная книга Республики Узбекистан. Т. 1. Ташкент: Chinor ENK, 2009. С. 104–105).

Pimenov M. G., Kljukov E. V. 2002. *Zontichnyye (Umbelliferae) Kirgizii* [Umbelliferae of Kirgizia]. КМК Scientific press Ltd, Moscow, 288 pp. [In Russian]. (Пименов М. Г., Ключков Е. В. Зонтичные (Umbelliferae) Киргизии. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2002. 288 с.

Pimenov M. G., Ostroumova T. A. 2012. *Zontichnie (Umbelliferae) Rossii* [Umbelliferae of Russia]. КМК Scientific press Ltd, Moscow, 477 pp. [In Russian]. (Пименов М. Г., Остроумова Т. А. Зонтичные (Umbelliferae) России. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. 477 с.).

Rakhimov S., Denisova G. R. 2017. Some features of underground organs of *Ferula tadshikorum* M. Pimen. (*Ferula* L.). *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bull. Altai State Agrarian University] 8(154): 86–90 [In Russian]. (Рахимов С., Денисова Г. Р. Некоторые особенности подземных органов *Ferula tadshikorum* М. Пимен. (*Ferula* L.) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2017. № 8(154). С. 86–90).

Red Data Book of the Republic of Uzbekistan. Vol. 1. Chinor ENK, Tashkent, 360 pp. [In Russian]. (Красная книга Республики Узбекистан. Т. 1. Ташкент: Chinor ENK, 2009. 360 с.).

Sdobnina L. I., Pimenov M. G. 1991. Anatomical features of underground organs of some geophilous Umbelliferae. *Bot. Zhurn. (Moscow & St. Petersburg)* 76(11): 1527–1538 [In Russian]. (Сдобнина Л. И., Пименов М. Г. Анатомические особенности подземных органов некоторых геофильных зонтичных // Бот. журн., 1991. Т. 76, № 11. С. 1527–1538).

Soukup A., Votrubová O., Čížková H. 2002. Development of anatomical structure of roots of *Phragmites australis*. *New Phytologist* 153: 277–287.

Wang G. L., Sun S., Xing G. M., Wu X. J., Wang F., Xiong A. S. 2015. Morphological characteristics, anatomical structure, and gene expression: Novel insights into cytokinin accumulation during carrot growth and development. *Plosone*. DOI: 10.1371/journal.pone.0134166.

Yilmaz G., Tekin M. 2013. Anatomical and palynological studies on *Chaerophyllum astrantiae* and *C. aureum* in Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 41(2): 355–360.