

**Эпидерма листа ювенильных и имматурных особей *Ferula tadshikorum* Pimenov, интродуцированных в Ташкентском ботаническом саду**

**Leaf epidermis of juvenile and immature individuals of *Ferula tadshikorum* Pimenov introduced in the Tashkent Botanical Garden**

Хамраева Д. Т.

Khamraeva D. T.

Ташкентский государственный педагогический университет, г. Ташкент, Узбекистан. E-mail: hamraeva.dilovar@mail.ru  
Tashkent State Pedagogical University, Tashkent, Uzbekistan

**Реферат.** Изучена эпидерма листьев у разновозрастных особей (ювенильных растений 1 года, имматурных растений 1 года и 2 года жизни) *Ferula tadshikorum* семейства Apiaceae, выращенных в условиях Ташкентского ботанического сада. У исследованных разновозрастных особей листья амфистоматичные. Особи характеризуются наличием трех типов устьиц: аномоцитные, гемипарацитные и парацитные, которые одновременно имеются на обеих поверхностях листа. Аномоцитный тип устьиц является доминирующим типом. Диагностическими признаками листьев у изученных разновозрастных особей служат число эпидермальных клеток и устьиц на единицу площади, размеры клеток и устьиц, а также показатели устьичного индекса. Имматурные растения 2 года жизни имеют наибольший показатель по количеству устьиц и эпидермальных клеток на 1 мм<sup>2</sup> на адаксиальной стороне листа. Очертания антиклинальных стенок эпидермальных клеток листа как на абаксиальной, так и на адаксиальной поверхностях у всех особей прямолинейно закруглены. Проведенное исследование показывает, что, несмотря на новые условия произрастания, у растений на начальных стадиях развития (ювенильные особи) сохраняются предковые мезофильные признаки, однако уже на второй год вегетации у имматурных особей 2 года наблюдается появление ксероморфных признаков.

**Ключевые слова.** Антиклинальные стенки, лист, устьица, эпидермальные клетки, Apiaceae.

**Summary.** The leaf epidermis was studied in individuals of different ages (juvenile plants of 1<sup>st</sup> year, immature plants of 1<sup>st</sup> year and 2<sup>nd</sup> years of life) *Ferula tadshikorum* of the family Apiaceae, grown in the conditions of the Tashkent Botanical Garden. The leaves are amphistomatic in the studied individuals of different ages. Plants are characterized by the presence of three types of stomata: anomocytic, hemiparacytic and paracytic, which are simultaneously present on both leaf surfaces. The anomocytic type of stomata is the dominant type. Diagnostic signs of the studied individual's leaves of different ages are the number of epidermal cells and stomata per unit area, the size of cells and stomata, as well as indicators of the stomatal index. Immature plants 2<sup>nd</sup> years of life have the highest indicator in terms of the number of stomata and epidermal cells per 1 mm<sup>2</sup> on the adaxial side of the leaf. The outlines of the anticlinal walls of the epidermal cells of the leaf on both abaxial and adaxial surfaces in all individuals are rectilinearly rounded. The conducted research shows that despite the new growing conditions, ancestral mesophilic signs remain in plants at the initial stages of development (juvenile individuals), however, already in the second year of vegetation, the appearance of xeromorphic signs is observed in immature plants 2<sup>nd</sup> years.

**Key words.** Anticlinal walls, Apiaceae, epidermal cells, leaf, stomata.

Лист, являясь наиболее экологически пластичным и чувствительным органом к различным изменениям окружающей среды, адаптируется к экстремальным условиям существования, что коррелирует со значительными перестройками в его внутреннем строении (Крохмаль, 2015; Menadue, Crowden, 1990). Роль обмена водой и газом растений с окружающей средой в главном фотосинтезирующем органе, т.е. листьях, обеспечивается благодаря устьицам, функция которых связана с физиологической деятельностью растений, такой как фотосинтез, дыхание и транспирация. Немаловажна также таксоно-

мическая роль устьиц при диагностике тех или иных систематических групп (Волкова, Горовой, 2012; Zhou, Liu, 2018; Birjees et al., 2022).

По данным некоторых авторов, увеличение или уменьшение количества и размера устьиц связано с изменениями условий произрастания видов растений (Крохмаль, 2015; Hong et al., 2018).

Нами ранее были изучены начальные этапы онтогенеза *Ferula tadshikorum* Pimenov в интродукции и дано подробное описание морфолого-анатомического строения листа (Хамраева и др., 2019; Khamraeva et al., 2021; Khamraeva et al., 2022).

Материал для изучения морфологического строения эпидермы листьев разновозрастных особей был собран из экспериментальных участков Ташкентского ботанического сада в 2019–2020 гг. и зафиксирован в 70%-м этиловом спирте.

Для приготовления парадермальных срезов взяты фрагменты пластинки листа с центральным проводящим пучком из средней части, которые обработаны по общепринятой методике, затем окрашены метиленовой синью и далее заключены в глицерин-желатине (Барыкина, Чубатова, 2005). Произведена микрофотосъемка цифровой камерой Canon A 2300. По каждому параметру эпидермы листовой пластинки среднее арифметическое высчитывали из 30 значений. Статистическая обработка количественных данных проведена по Г. Н. Зайцеву (1990) с использованием программы MS Excel.

У всех разновозрастных изученных особей *Ferula tadshikorum* абаксиальная и адаксиальная эпидерма однослойная. Клетки абаксиальной и адаксиальной эпидермы распластанные и вытянутые, неправильные и многоугольные. У ювенильных растений 1 года клетки абаксиальной эпидермы 10–23 мкм высоты, 15–29 мкм ширины, клетки адаксиальной эпидермы 14–20 мкм высоты, 22–29 мкм ширины. У имматурных растений 1 года клетки абаксиальной эпидермы 9–15 мкм высоты, 16–30 мкм ширины, клетки адаксиальной эпидермы 12–18 мкм высоты, 20–28 мкм ширины. У имматурных растений 2 года клетки абаксиальной эпидермы 11–36 мкм высоты, 17–54 мкм ширины, клетки адаксиальной эпидермы 12–30 мкм высоты, 12–36 мкм ширины.

У исследованных особей стенки эпидермальных клеток прямолинейно закруглены на обеих сторонах листа. Листья амфистоматичные, устьица непогруженные. Преобладающим типом устьиц является аномоцитный, кроме этого, у всех особей разной возрастной стадии развития встречаются также гемипарацитные и парацитные устьица на обеих сторонах листа (рис. а–е). По форме устьица овальные, округло-овальные или почти округлые у имматурных растений 1 года. На абаксиальной эпидерме число устьиц на 1 мм<sup>2</sup> имеет почти близкие показатели у всех особей, но число эпидермальных клеток на 1 мм<sup>2</sup> растет синхронно развития особи – наиболее многоклеточные у имматурных растений 2 года (табл.). Также размеры длины и ширины устьиц уменьшаются от ювенильных к имматурным особям. Количество устьиц на 1 мм<sup>2</sup> и их размеры на адаксиальной эпидерме соответственно увеличиваются от ювенильных растений к имматурным особям 2 года. Больше число эпидермальных клеток на 1 мм<sup>2</sup> обнаруживается у имматурных растений 2 года. Имматурные растения 1 года занимают промежуточное положение по данным показателям.

Таблица

Морфометрическая характеристика эпидермы листа разновозрастных особей *Ferula tadshikorum*

Признаки		Ювенильные растения 1 года	Имматурные растения 1 года	Имматурные растения 2 года
Абаксиальная эпидерма	число устьиц	42,6 ± 1,3	43,83 ± 1,57	41,54 ± 1,01
	число клеток	436,5 ± 10,3	494,25 ± 11,4	498,1 ± 6,4
	длина устьиц, м	32,3 ± 0,62	27,5 ± 0,66	27,8 ± 0,2
	ширина устьиц, м	25,8 ± 0,58	26,71 ± 0,3	23,3 ± 0,22
	устьичный индекс	8,88 %	8,1 %	7,69 %
Адаксиальная эпидерма	число устьиц	40,0 ± 1,67	40,5 ± 1,87	57,0 ± 7,1
	число клеток	419,1 ± 10,5	408,12 ± 7,1	487,7 ± 7,1
	длина устьиц, м	25,2 ± 0,42	25,77 ± 0,57	29,6 ± 0,34
	ширина устьиц, м	20,35 ± 0,23	22,66 ± 1,09	23,89 ± 0,23
	устьичный индекс	8,71 %	9,03 %	10,46 %

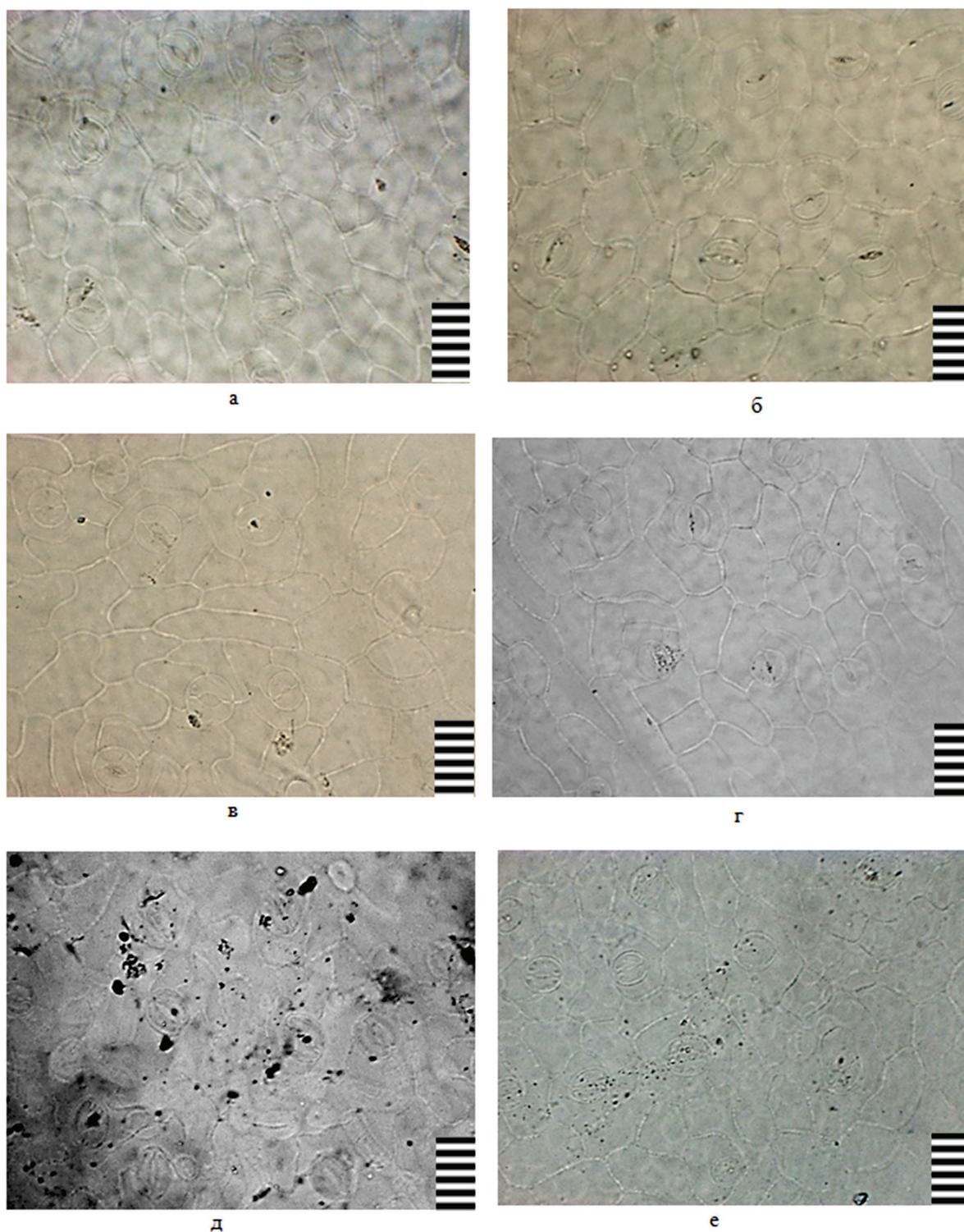


Рис. Строение эпидермы листа разновозрастных особей *Ferula tadshikorum*: а – абаксиальная эпидерма (АбЭ) ювенильного растения; б – адаксиальная эпидерма (АдЭ) ювенильного растения; в – АбЭ имматурного растения 1 года; г – АдЭ имматурного растения 1 года; д – АбЭ имматурного растения 2 года; е – АдЭ имматурного растения 2 года. Масштабная линейка 50 мкм. Согласно морфометрическим признакам эпидермы листа ювенильные растения характеризуются более крупными размерами устьиц на абаксиальной эпидерме, что, возможно, связано, с мезофильным происхождением видов рода *Ferula* L. (Тюрина и др., 1976).

В связи с увеличением поверхности листовой пластинки у имматурных особей 2 года жизни в условиях аридного региона происходят отрицательно корреляционные изменения в устьичном аппарате на обеих эпидермах. Как показатель ксероморфности на адаксиальной эпидерме число на 1 мм<sup>2</sup> и размеры устьиц, а также устьичный индекс имеют больший показатель, однако на абаксиальной эпидерме размеры устьиц и их индекс уменьшаются без изменений плотности устьиц на поверхности листа. Мелкие устьица могут быстро адаптироваться к изменениям в окружающей среде (Hong et al., 2018). Очертание антиклинальных оболочек эпидермальных клеток среди изученных особей прямолинейное, что также определяется как ксероморфный признак.

Проведенный анализ изучения строения эпидермы листа показывает, что в условиях сильной аридизации климата и повышенной солнечной радиации уже на начальных этапах онтогенеза у имматурных особей 2 года жизни, выявленные ксероморфные признаки в эпидерме листа необходимы для адаптации к изменениям окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Барыкина Р. П., Чубатова Н. В.** Большой практикум по ботанике. Экологическая анатомия цветковых растений. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2005. – 77 с.
- Волкова С. А., Горовой П. Г.** Эпидерма листа видов *Conioselinum chinense* и *C. filicinum* трибы *Ligusticeae* (Apiaceae) // *Turczaninowia*, 2012. – Т. 15, № 2. – С. 80–84.
- Зайцев Г. Н.** Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
- Крохмаль И. И.** Функциональная анатомия и морфология листа *Campanula sibirica* L. // *Ecology and noospherology*, 2015. – Т. 26, № 1–2. – С. 54–65.
- Тюрина Е. В., Гуськова И. Н., Валуцкая А. Г.** Зонтичные Южной Сибири как материал для интродукции. – Новосибирск: Наука, 1976. – 256 с.
- Хамраева Д. Т., Хожиматов О. К., Уралов А. И.** Рост и развитие *Ferula tadshikorum* Pimenov в условиях интродукции // *Acta biologica Sibirica*, 2019. – Т. 5, № 3. – С. 172–177.
- Birjees M., Ahmad M., Zafar M., Khan A. Sh., Ullah I.** Palyno-anatomical characters and their systematic significance in the family Apiaceae from Chitral, eastern Hindu Kush, Pakistan // *Microsc. Res. Tech.*, 2022. – Vol. 85, № 3. – P. 980–995. DOI: 10.1002/jemt.23967
- Hong T., Lin H., He D.** Characteristics and correlations of leaf stomata in different *Aleurites montana* provenances // *PLoS ONE*, 2018. – Vol. 13, № 12. – e0208899. DOI: 10.1371/journal.pone.0208899
- Khamraeva D. T., Grabovec N. V., Bussmann Rainer W., Khojimatov O. K.** Leaf morphological and anatomical structure of pregenerative individuals of *Ferula tadshikorum* in ex situ conditions // *Acta Biologica Sibirica*, 2021. – № 7. – P. 193–210. DOI: 10.3897/abs.7.e 63714
- Khamraeva D. T., Khojimatov O. K., Bussmann Rainer W., Khujanov A. K., Kosimov Z. Z.** Prospects for the introduction of *Ferula tadshikorum* Pimenov in the conditions of the Tashkent region // *Ethnobotany Research & Applications*, 2022. – Vol. 23, № 6. – P. 1–9. URL: [ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/3397](http://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/3397)
- Menadue Y., Crowden R. K.** Leaf polymorphism in *Ranunculus nanus* Hook (Ranunculaceae) // *New Phytol.*, 1990. – Vol. 114, № 2. – P. 265–274.
- Zhou, J., Liu, Z. W.** Comparative Morphology of the leaf epidermis in *Ligusticum* (Apiaceae) from China // *American Journal of Plant Sciences*, 2018. – № 9. – P. 1105–1123. DOI: 10.4236/ajps.2018.96084