

- Nauch. tr. Tjumenskogo SHI. – 1971. – Т. 14. – С. 75–91.
3. *Gorbov S.N., Bezuglova O.S.* Svojstva guminovyh kislot pochv urbanizirovannyh territorij (na primere g. Rostov-na-Donu) // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. – 2013. – № 2 (10). – С. 89–103.
  4. *Sartakov M.P., Mironov A.A.* Jelektronnyj paramagnitnyj rezonans guminovyh kislot torfov Srednego Priob'ja // Vestn. KrasGAU. – 2008. – № 3. – С. 88–91.
  5. *Rybachuk O.V., Osnickij E.M., Sartakov M.P.* Spektry pogloshhenija i himicheskij sostav gumusovyh kislot torfov Hanty-Mansijskogo AO– Jugra // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 10. – С. 11–16.
  6. *Sartakov M.P., Tihova V.D.* Grafostaticheskiy analiz i spektroskopija JaMR13S molekul guminovyh kislot torfov Srednego Priob'ja // Vestn. KrasGAU. – 2009. – № 6. – С. 76–80.
  7. *Tihova V.D., Sartakov M.P.* Termicheskaja harakteristika guminovyh kislot torfov Srednego Priob'ja // Vestn. KrasGAU. – 2009. – № 11. – С. 26–29.
  8. *Tihova V.D., Sartakov M.P., Komissarov I.D.* Ispolzovanie sovremennogo termicheskogo analiza dlja issledovanija guminovyh kislot torfa // Guminovye veshhestva v biosfere: tr. IV Vseros. konf. – 2007. – С. 203–207.



УДК 581.522:582.573.76

Л.Л. Седельникова

### АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА У *HEMEROCALLIS HYBRIDA*

L.L. Sedelnikova

### ANATOMIC STRUCTURE OF THE LEAF OF *HEMEROCALLIS HYBRIDA*

**Седельникова Л.Л.** – д-р биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. интродукции декоративных растений Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

**Sedelnikova L.L.** – Dr. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Decorative Plants Introduction, Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Novosibirsk. E-mail: lusedelnikova@yandex.

Цель исследования – изучение анатомического строения листа у трех сортов *Heimerocallis hybrida* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири для выявления адаптационных возможностей. Проанализированы особенности анатомического строения листа у трех сортов *Heimerocallis hybrida* – *Regal Air*, *Luxury Lace* и *Stafford*, интродуцированных в лесостепной зоне Западной Сибири. Представлено морфологическое описание абаксиальной и адаксиальной сторон эпидермы и поперечного среза листа. Установлено, что для этих сортов характерны ксеромезофитные признаки строения листовой пластинки. Сделано заключение, что транспирационная способность в 1,5–4 раза больше на нижнем, чем верхнем эпидермисе листа. Обнаружено морфологическое разнообразие строения клеток эпидермы листа у *H. hybrida*. Отмечено, что с

нижней стороны листа клетки эпидермы имели толстую кутикулу у среднецветущего сорта *Luxury Lace* и позднецветущего *Stafford*, что носит ксерофитный признак. Антиклинальные (боковые) стенки нижней эпидермы у этих же сортов утолщены. Это свидетельствует о достаточно высокой степени прочности листовой пластинки. У раннецветущего сорта *Regal Air* оболочки эпидермальных клеток не утолщены, что имеет признаки мезофитности. Ксеромезофитные признаки в строении эпидермы ярче выражены у позднецветущего сорта *Stafford*. Показано, что у сортов *Luxury Lace*, *Regal Air*, *Stafford* лист амфистомического типа, унифациальный, что подтверждает родовую связь этих сортов. Устьица аперигенного типа, проводящие пучки коллатеральные, что характерно для представителей семейства *Heimerocallidaceae*. Од-

нако отмечена сортоспецифичность в морфологическом строении клеток эпидермы листа и их количественном отношении, что отражает адаптационные возможности данных интродуцентов с разными сроками цветения в условиях Западной Сибири.

**Ключевые слова:** лист, эпидермис, проводящий пучок, губчатая и палисадная паренхима, *Hemerocallis hybrida*, Западная Сибирь.

The research objective was studying of anatomic structure of a leaf at three grades of *Hemerocallis hybrida* in the conditions of a forest-steppe zone of Western Siberia for identification of adaptation opportunities. Features of anatomic structure of a leaf at three grades of *Hemerocallis hybrid*, i.e. Regal Air, Luxury Lace and Stafford introduced in a forest-steppe zone of Western Siberia were analyzed. The morphological description of the abaxial and adaxial parties of epiderma and cross cut of a leaf were submitted. It was established that for these grades xeromezofit signs of a structure of a sheet plate were characteristic. The conclusion was made that transpirate ability was 1.5–4 times more on lower, than the top epidermis of a leaf. A morphological variety of structure of the cells of an epiderma of a leaf at *H. hybrida* was revealed. It was noted that from the lower part of a leaf of a cell of epiderma had a thick cuticle at a middle flower grade of Luxury Lace and late-flowering Stafford that carried a xerofit sign. Anticlinal (lateral) walls of the lower epiderma at the same grades were thickened. It testified of rather high degree of durability of a sheet plate. At an early-flowering grade of Regal Air of a cover of epidermal were not thickened that had mezofit signs. Xeromezofit signs in the structure of epiderma were more brightly expressed at a late-flowering grade of Stafford. It was shown that at grades of Luxury Lace, Regal Air, Stafford a leaf of amfistomitic type, unifacial that confirmed patrimonial communication of these grades. The mouths of aperigennic type, carrying-out bunches collateral that was characteristic of representatives of *Hemerocallidaceae* family. However, the sort specific features in the morphological structure of the cells of epiderma of a leaf and their quantitative relation that reflected adaptation opportunities of these introduced species with different terms of blossoming in the conditions of Western Siberia were noted.

**Keywords:** leaf, epidermis which is carrying out a bunch, a spongy and palisad parenchyma, *Hemerocallis hybrida*, Western Siberia.

**Введение.** Интродукционное испытание растений часто имеет отношение к изучению сортового разнообразия растений в пределах одного рода. При этом важны сведения не только о биоморфологической изменчивости, но и об анатомических особенностях, свойственных адаптации растений в новой среде обитания. Структура листа обусловлена внутренними закономерностями организма, сложившимися в его филогенезе, и не у всякого вида является пластичной, в чем выражена наследственная причина. Известно, что при переносе растений из одних условий в другие проявляются количественные изменения в анатомической структуре листа и выявляется параллелизм между модификационными и наследственными адаптациями [Василевская, 1950; Гамалей, 1990]. Многофункциональность структурных органов листа формировалась в процессе эволюции и выполняет приспособительную роль у растений при интродукции. Сведения об анатомическом строении эпидермы листа у *Hemerocallis hybrida* в условиях интродукции отсутствуют, это послужило основанием для выполнения данного исследования.

**Цель исследования:** изучение анатомического строения листа у трех сортов *Hemerocallis hybrida* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири для выявления адаптационных возможностей.

**Объекты и методы исследования.** Работа выполнена в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск). В работе рассмотрено три сорта *Hemerocallis hybrida*: Regal Air – Регал Айр (раннецветущий), Luxury Lace – Люкшери Лак (среднецветущий), Stafford – Стаффорд (позднецветущий), рекомендованные как перспективные для практического использования в регионе Сибири [Седельникова, 2007]. Сорта выращивали на участке лаборатории декоративных растений, расположенном в юго-восточном районе лесостепной Приобской агроклиматической провинции. Анатомическое строение листа изучали в течение 2012–2013 гг. на полупостоянных препаратах по общепринятой методике [Наумов, Козлов, 1954; Эзау, 1980;

Барыкина, Веселова, Девятов и др., 2004]. Образцы для анализа взяты в период массового цветения в I–III декадах августа. Препараты просматривали на микроскопе марки ZEISS, при увеличении 8×20, с компьютерной микрофото-съемкой. Описание эпидермы листа проведено по общепринятым методикам [Захаревич, 1954; Мирославов, 1974]. Для достоверного числа устьиц, приближающегося к средним значениям, брали участок в средней трети части листа между его краем и центральной жилкой [Баранов, 1924].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В коллекции ЦСБС СО РАН более 70 сортов *H. hybrida*. По феноритмотипу это длительно вегетирующие с летним цветением корневищные многолетники. Развитие листовой пластинки у лилейников в Сибири происходит в течение всего вегетационного периода от начала отрастания до наступления устойчивых осенних заморозков, соответственно с 20.04 по 26.09.

**Поперечный срез листа.** Отмечены общие признаки строения поперечного среза листа у сортов *Regal Air*, *Stafford* и *Luxury Lace*. Поперечный срез в области центральной жилки листа данных сортов показал, что с адаксиальной и абаксиальной сторон расположена одна-рядная верхняя и нижняя эпидерма с толстой

кутикулой, под ней палисадная паренхима. Она состоит из клеток, слегка вытянутых перпендикулярно поверхности листа. Ее клетки довольно плотно граничат друг с другом в области нижней и верхней сторон листа. Губчатая паренхима занимает центральную часть листовой поверхности. Ее клетки довольно мелкие, с неровной поверхностью. В центральной части листа, в зоне губчатой паренхимы, наблюдали межклеточные пространства. Центральный и боковые проводящие пучки (жилки) хорошо выражены у всех сортов *H. hybrida*. Они располагались дугообразно по всей листовой поверхности, пронизывая всю пластинку, поэтому пространственно тесно связаны с мезофиллом. С верхней и нижней сторон проводящих пучков располагаются обкладочные клетки склеренхимы. С верхней стороны листа они мелкие и их число больше, чем с нижней стороны, где клетки крупные и имеют толстую оболочку. В боковой части листа клетки склеренхимы окружают проводящий пучок в виде серповидного скопления с адаксиальной стороны (рис. 1). Такая арматурная ткань служит одним из защитных признаков проводящих пучков листа в период засушливого вегетационного периода и механического воздействия.

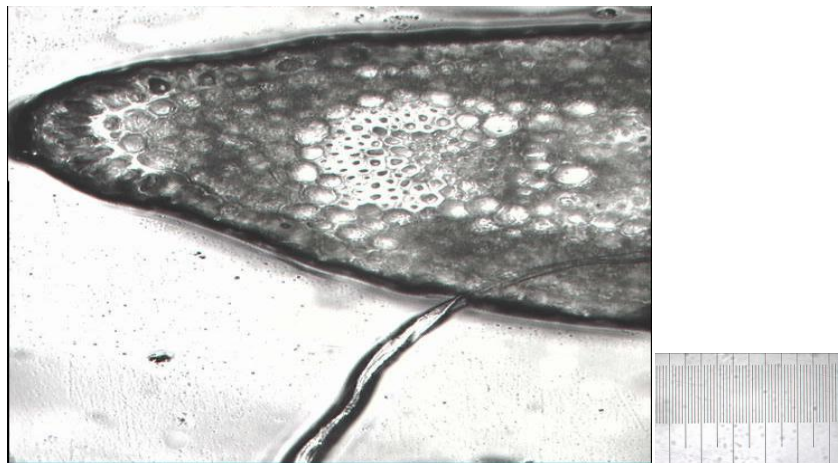


Рис. 1. Анатомическое строение поперечного среза в боковой части листовой пластинки сорта *Regal Air*

Сосуды ксилемы довольно хорошо сформированы, крупные, в проводящем пучке их 5–7 шт. Всасывающие ситовидные клетки флоэмы, расположенные под клетками ксилемы ближе к абаксиальной стороне листа, довольно мелкие,

их 15–20 шт. (рис. 2). Отличительная особенность данных сортов состояла в размере ширины листовой пластинки, количестве жилок (проводящих пучков) на их поверхности. Отмечено, что ширина листовой пластинки у подне-

цветущего сорта *Stafford* в 2 раза больше по сравнению с раннецветущим *Luxury Lace*, чему

соответствовало число проводящих пучков (табл.).



Рис. 2. Анатомическое строение поперечного среза в центральной части листовой пластинки сорта *Luxury Lace*

**Адаксиальная эпидерма листа.** Установлено, что у раннего сорта *Regal Air* клетки эпидермы адаксиальной стороны листа разные по

форме: от овальных до удлинённых, но с шестигранной проекцией площади.

**Среднее значение числа устьиц на 1 мм<sup>2</sup> на верхней и нижней эпидерме листа, ширина листовой пластинки, число проводящих пучков у различных сортов *Heimerocallis hybrid***

Сорт	Устьица, шт.		Ширина листа, см	Число пучков, шт. (min-max)
	Эпидерма			
	верхняя	нижняя		
<i>Luxury Lace</i>	2,0 ± 0,1	9,2 ± 0,3	1,3–1,5	5–7
<i>Regal Air</i>	9,4 ± 0,2	12,0 ± 0,2	2,0–2,2	9–11
<i>Stafford</i>	8,3 ± 0,2	10,2 ± 0,1	2,5–3,0	13–15

Углы смежных границ клеток эпидермы острые, реже прямоугольные (рис. 3, а). У среднего сорта *Luxury Lace* клетки верхнего эпидермиса листа удлинённо-прямолинейные, с шестигранной проекцией площади (рис. 3, б).

Углы смежных границ клеток эпидермы прямоугольные, реже тупые. У позднего сорта *Stafford* клетки верхнего эпидермиса прямолинейно-округлые, четырех-шестигранные, комбинированные (рис. 4). Антиклинальные стенки клеток верхнего эпидермиса ровные, что придает листу значительную прочность во время вегетации.

**Абаксиальная эпидерма листа.** Антиклинальные стенки клеток абаксиальной стороны

эпидермиса у данных сортов имеют морфологические отличия: удлинённо-прямолинейные (*Regal Air*), эллиптические и ромбические (*Luxury Lace*), пяти-шестигранные (*Stafford*) – согласно классификации [Захаревич, 1954]. Проекция их площади – четырех-шестиугольная (рис. 5). Отмечено, что клетки нижней стороны листа у *Luxury Lace* (рис. 5, б), *Stafford* (рис. 5, в) с толстой кутикулой. Углы в смежных границах клеток закругленные или заостренные. Таким образом, обнаружены различия морфологического строения клеток эпидермы у культивируемых сортов.

**Устьица** – округлой формы. Отмечено, что устьиц на 1 мм<sup>2</sup> абаксиальной поверхности ли-

ста в среднем больше у всех сортов, чем на абаксиальной (см. табл.). У сорта *Luxury Lace* их в 4,5 раза больше, чем у *Regal Air* и *Stafford*, где их больше в 1,5 раза на нижней стороне листа.

Побочные клетки устьиц обычно продолговатые. Замыкающие клетки устьиц тоже продолговатые и вместе с побочными образуют устьичный аппарат.

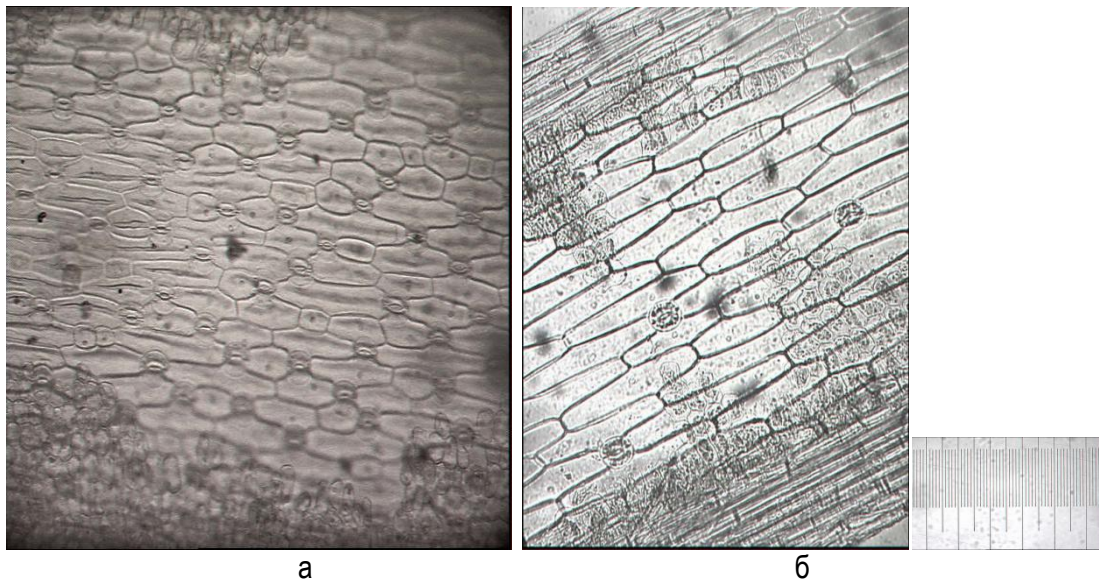


Рис. 3. Строение верхнего эпидермиса листа сорта *Regal Air* (а) и *Luxury Lace* (б)

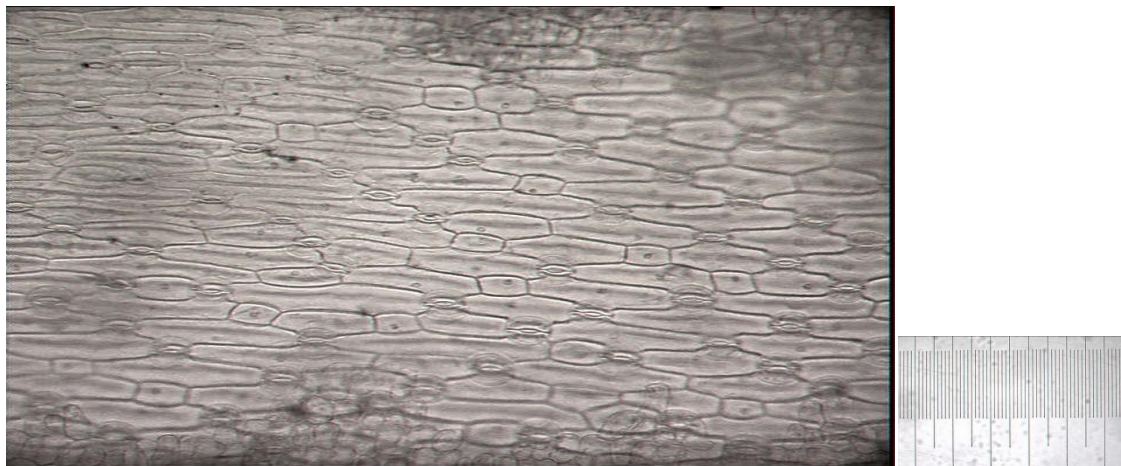


Рис. 4. Верхний эпидермис листа сорта *Stafford*

Устьица на верхней и нижней эпидерме расположены рядами, параллельными продольной оси листа, в основном они одиночные. Лист у всех исследованных нами видов амфистомический, так как устьица встречаются с обеих сторон, что характерно для однодольных растений. У всех изученных видов замыкающие клетки устьиц небольших размеров с хорошо

выраженной устьичной щелью, особенно с верхней стороны листа. Устьица у всех видов – аперигенного типа, по классификации [Paliwal, 1969], так как у них отсутствуют околоустьичные клетки. Число устьиц больше на абаксиальной стороне листа, они не погруженные, что свидетельствует о том, что лист ориентирован больше верхней стороной к свету, чем нижней.

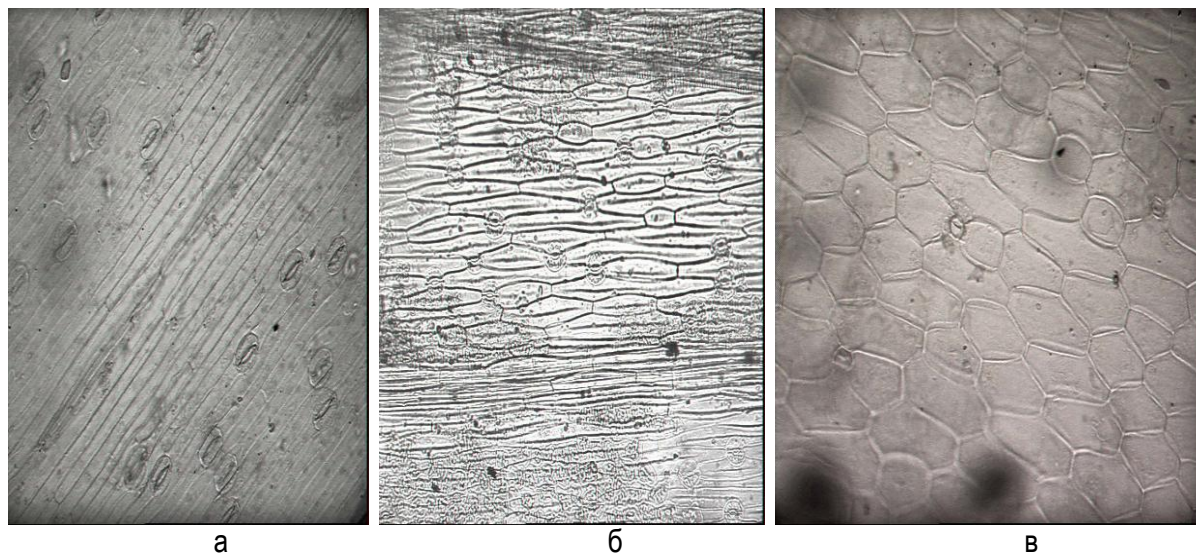


Рис. 5. Строение нижнего эпидермиса листа у сорта *Regal Air* (а), *Luxury Lace* (б), *Stafford* (в)

Обнаружено морфологическое разнообразие строения клеток эпидермы листа у *H. hybrida*, что имеет сортовое отличие и вместе с этим общие родовые признаки. Показано, что антиклинальные (боковые) стенки нижней эпидермы у среднецветущего и позднецветущего сорта утолщенные. Это свидетельствует о достаточно высокой степени прочности эпидермы листа соответственно у сорта *Luxury Lace* и *Stafford*, у которых развитие листовой пластинки проходит более продолжительный период по сравнению с раннецветущим сортом *Regal Air*. Отмечено, что волнистые антиклинальные стенки клеток эпидермиса наблюдали редко и только с абаксиальной стороны, поэтому данные сорта хорошо адаптированы к светлым и затененным условиям обитания. С нижней стороны листа клетки эпидермы имели толстую кутикулу (*Luxury Lace*, *Stafford*), что имеет более ксерофитный признак в их строении. У более раннего сорта *Regal Air* оболочки эпидермальных клеток утолщены относительно слабо, что носит признак мезофильности. В целом отмечены ксеромезофитные признаки в строении листа у данных сортов. Это объясняется связью при развитии и формировании анатомических тканей растений с условиями внешней среды, которые влияют на адаптацию и их морфологическую конфигурацию. Исследование анатомического строения листа у сортов *H. hybrida* с разными сроками цветения позволило установить признаки, свя-

занные со специфичностью их развития в теплый вегетационный период 2012 г. Наличие тонкостенного эпидермиса с верхней стороны листа и толстостенного с нижней свидетельствует, что он одновременно выполняет водозапасную и защитную функции. Несмотря на то, что палисадная паренхима отмечена достаточно слабо (признак мезофильности), ее ксерофитность выражена кутикуляризацией. В анатомическом строении листовой пластинки у исследованных сортов *H. hybrida* сочетаются ксеромезофитные черты, что, на наш взгляд, позволяет им адаптироваться в различных условиях культуры.

### Выводы

1. У сортов *Hemerocallis hybrida* – *Luxury Lace*, *Regal Air*, *Stafford* лист амфистомического типа, унифациальный (изолатеральный), проводящие пучки закрытые, коллатеральные, что подтверждает родовую связь этих сортов как представителей семейства *Hemerocallidaceae*.
2. Устьица у сортов *Luxury Lace*, *Regal Air*, *Stafford* – аперигенного типа, их в 1,5–4 раза больше на абаксиальной стороне листа.
3. Ксеромезофитные признаки в строении эпидермы ярче выражены у позднецветущего сорта *Stafford*.

## Литература

1. Александров В.Г. Анатомия растений. – М., 1966. – 215 с.
2. Баранов П.А. К методике количественно-анатомического изучения растения. Распределение устьиц // Бюл. Среднеаз. гос. ун-та. – 1924. – № 7. – С. 1–6.
3. Барыкина, Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г. и др. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 311 с.
4. Василевская В.К. Изучение онтогенеза как один из методов экологической анатомии // Проблемы ботаники. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – Вып. 1. – С. 264–281.
5. Гамалей Ю.Ф. Флоэма листа. – Л.: Наука, 1990. – 143 с.
6. Захаревич С.В. К методике описания эпидермиса листа // Вестн. ЛГУ. – 1954. – Т. 4. – С. 65–75.
7. Мирославов Е.А. Структура и функция эпидермиса листа покрытосеменных растений. – Л.: Наука, 1974. – 120 с.
8. Наумов Н.А., Козлов В.И. Основы ботанической микротехники. – М.: Сов. наука, 1954. – 312 с.
9. Седельникова Л.Л. Сибирский сортимент лилейников: состояние и перспективы // Сибирский вестн. с.-х. науки. – 2007. – № 7. – С. 59–65.
10. Эзау К. Анатомия семенных растений. – М.: Мир, 1980. – Т. 2. – С. 105–110.
11. Paliwal G.S. Stomatal ontogeny and phylogeny. I. Monocotyledons. // Asta bot. Neerl. – 1969. – V.18, № 5. – P. 654–668.

## Literatura

1. Aleksandrov V.G. Anatomija rastenij. – M., 1966. – 215 s.
2. Baranov P.A. K metodike kolichestvenno-anatomicheskogo izuchenija rastenija. Raspreделение ust'ic // Bjul. Sredneaz. gos. un-ta. – 1924. – № 7. – S. 1–6.
3. Barykina, R.P., Veselova T.D., Devjatov A.G. i dr. Spravochnik po botanicheskoj mikrotehnikе. Osnovy i metody. – M.: Izd-vo MGU, 2004. – 311 s.
4. Vasilevskaja V.K. Izuchenie ontogeneza kak odin iz metodov jekologicheskoj anatomii // Problemy botaniki. – M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1950. – Vyp. 1. – S. 264–281.
5. Gamalej Ju.F. Flojema lista. – L.: Nauka, 1990. – 143 s.
6. Zaharevich S.V. K metodike opisanija jepidermisa lista // Vestn. LGU. – 1954. – T. 4. – S. 65–75.
7. Miroslavov E.A. Struktura i funkcija jepidermisa lista pokrytosemennyh rastenij. – L.: Nauka, 1974. – 120 s.
8. Naumov N.A., Kozlov V.I. Osnovy botanicheskoj mikrotehnikе. – M.: Sov. nauka, 1954. – 312 s.
9. Sedel'nikova L.L. Sibirskij sortiment lilejnikov: sostojanie i perspektivy // Sibirskij vestn. s.-h. nauki. – 2007. – № 7. – S. 59–65.
10. Jezau K. Anatomija semennyh rastenij. – M.: Mir, 1980. – T. 2. – S. 105–110.
11. Paliwal G.S. Stomatal ontogeny and phylogeny. I. Monocotyledons. // Asta bot. Neerl. – 1969. – V.18, № 5. – P. 654–668.

