

**АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТЬЕВ ХУРМЫ КАВКАЗСКОЙ
(*DIOSPYROS LOTUS* L.) В УСЛОВИЯХ Г. МАХАЧКАЛЫ**

¹З.Р. Рамазанова, ²З.М. Асадулаев

¹Дагестанский государственный педагогический университет, РФ, г. Махачкала,

²Горный ботанический сад ДНЦ РАН, РФ, г. Махачкала

zulfiraram@mail.ru

Статья посвящена изучению анатомического строения листьев *Diospyros lotus* L., произрастающей в условиях г. Махачкалы. В качестве специфических видовых признаков листьев предложены форма стенок клеток адаксиальной и абаксиальной эпидермы, наличие и типы простых и железистых трихом, двурядность лучей ксилемы сосудисто-волокнистого пучка черешка листа. Выделены анатомические признаки, позволяющие оценивать адаптивные особенности листьев *D. lotus*.

Ключевые слова: ткани листа, *Diospyros lotus* L., условия г. Махачкалы, диагностические признаки.

**ANATOMIC STRUCTURE OF LEAVES OF PERSIMMON CAUCASIAN
(*DIOSPYROS LOTUS* L.)**

¹Z.R. Ramazanova, ²Z.M. Asadulaev

¹Dagestan State Pedagogical University

²Mountain Botanical Garden of DSC RAS

The article is devoted to the study of anatomical structure of *Diospyros lotus* L. leaves growing in Makhachkala. The specific leaf signs are offered. They are: the form of the walls at adaxial and abaxial epidermal cells, the presence and types of simple and glandular trichomes, two-row xylem rays fibrovascular bundles petiole. It is allocated anatomical features that allow to evaluate the adaptive features of leaves *D. lotus*.

Keywords: leaf tissue, *Diospyros lotus* L., conditions of Makhachkala city, diagnostic signs.

Diospyros lotus L. – редкий охраняемый вид, третичный реликт – встречается в диком виде в Малой Азии, Иране, Индии, Китае, Японии, в Средиземноморье, Закавказье. В Дагестане природные популяции *D. lotus* распространены во Внутреннегорном Дагестане до 1300 м над уровнем моря, на щебнистых и каменистых склонах [1, 2]. Хозяйственное использование, небольшой ареал и стенотопность предопределили уязвимость этого вида.

Работы по интродукции, гибридизации и селекции видов *Diospyros* в том числе и *D. lotus* активно ведутся в настоящее время в субтропиках России на Черноморском побережье, Ставропольском крае и Дагестане [3, 4], что требует научного обоснования подхода к изучению их адаптивных особенностей.

При этом анатомическая структура листьев, считается наиболее информативной, позволяющей оценить адаптивные реакции на действие различных факторов среды [5]. Кроме того, анатомические признаки листьев являются видоспецифичными и могут использоваться как диагностические [6, 7, 8]. В литературе сведения по анатомическому строению листьев *D. lotus* L. фрагментарны. Так, в работе В.К. Василевской [9] дается описание развития листа хурмы кавказской, Н.А. Анели [10] описывает строение кутикулы листовой пластинки этого вида, Е.С. Ченцовой [3] изучена связь между потенциальной зимостойкостью хурмы кавказской и анатомическим строением почек и побегов. Большая часть работ по изучению этого вида посвящена вопросу активного внедрения его в сельскохозяйственное производство [3].

В настоящей работе представлены результаты изучения анатомического строения листьев *D. lotus*, произрастающей за пределами своего естественного ареала. Полученные данные могут быть использованы для сравнительно-анатомической оценки адаптивности и пределов изменчивости признаков в зависимости от экологических предпочтений по признакам листьев при интродукции или естественном расширении ареала этого вида.

Материал и методика

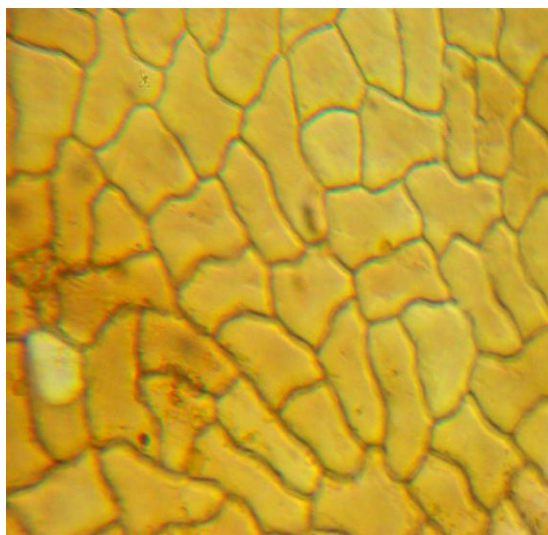
Листья *D. lotus* для изучения анатомического строения собирали с северной стороны крон на уровне 1,5 м от земли с деревьев, произрастающих в КФХ «Питомник» в пос. Ленинкент г. Махачкалы. В качестве модельного был определен пятый от основания лист ростового побега после полного его формирования. Собранные листья фиксировали в 70% растворе спирта с глицерином. Приготовление временных микропрепаратов проводили по общепринятой методике анатомических исследований [11] *D. lotus*.

Описание основных структурных элементов тканей листа проводили в соответствии с разработками И.А. Самылиной, О.Г. Аносовой [12].

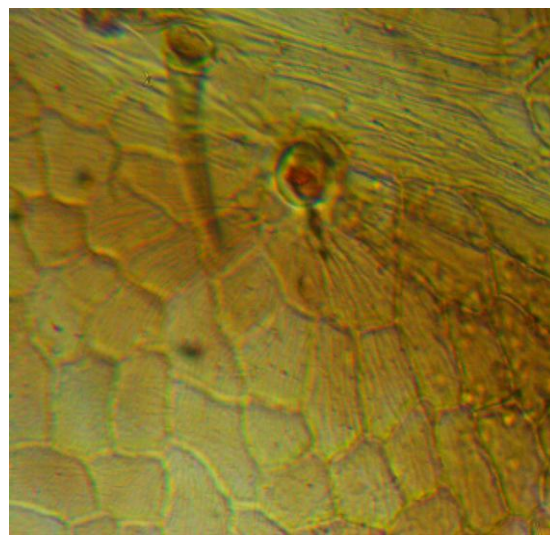
Анатомические исследования проводились в Лаборатории интродукции и генетических ресурсов древесных растений ГорБС ДНЦ РАН. Измерения тканей и клеток проводили на оптическом микроскопе Levenhuk D870T с помощью окуляр-микрометра. Микропрепараты фотографировали на микроскопе Ломо-АТ 054 и с помощью оптического видеоокуляра DCM 510 SCOP. Статистическую обработку полученных данных выполняли с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Листья *D. lotus* L. дорзоветральные, гипостоматные, средние размеры которых составляют 13,7 см и 6,5 см. Адаксиальная эпидерма состоит из многоугольных клеток со слабоизвилистыми стенками (длина – 34,1 мкм, ширина – 22,1 мкм). Кутикула продольно-морщинистая, местами поперечно-морщинистая, вокруг перистоматных колец лучисто-морщинистая, хорошо развитая, (рис. 1). В местах прикрепления трихом клетки эпидермы образуют розетку из 5–8 клеток. На верхней эпидерме трихомы двух типов: простые одноклеточные, остроконусовидные короткие (55,2 мкм) и длинные (до 244,8 мкм) прямые и серповидноизогнутые; железистые с одноклеточной ножкой и однорядной многоклеточной (3–4) головкой (размеры 52,8 мкм – 67,2 мкм). Частота встречаемости трихом на адаксиальной эпидерме 20,1 шт. на 1 мм², железистых крайне мало (3,6 шт. на 1 мм²).



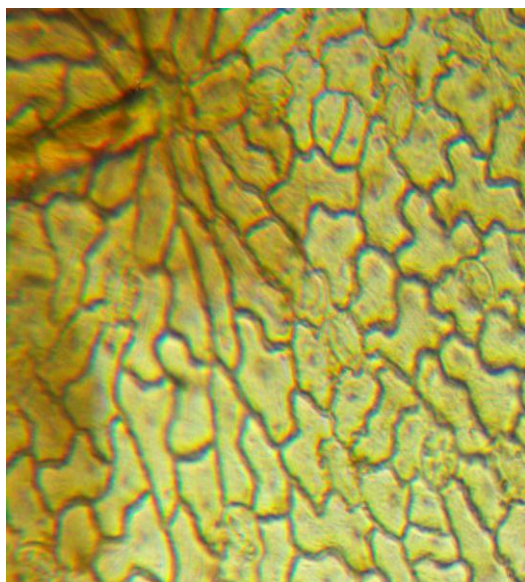
клетки эпидерма



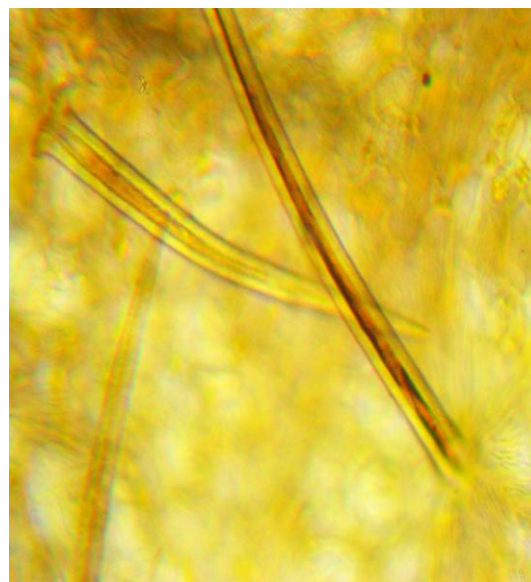
трихома с перистоматным кольцом

Рис. 1. Верхняя эпидерма *D. lotus* L.

Абаксиальная эпидерма состоит из клеток многоугольной формы (длина – 35,5 мкм, ширина – 23,1 мкм) с сильноизвилистыми стенками (рис. 2). Морщинистость кутикулы абаксиальной эпидермы сходна с адаксиальной. Из трихом встречаются только простые одноклеточные прямые и серповидноизогнутые остроконусовидные волоски. Их количество на 1 мм² поверхности листовой пластинки 17,9 шт. Размеры трихом в среднем 303,6 мкм, что в 1,9 раз больше размеров трихом верхней эпидермы. Гипостоматные листья хурмы кавказской имеют небольшие устьица (длина – 22,8 мкм, ширина – 15,4 мкм). Околоустьичных клеток 4–6 (аномоцитный тип устьичного аппарата). Частота их встречаемости на 1 мм² 257,1 шт.



устьица

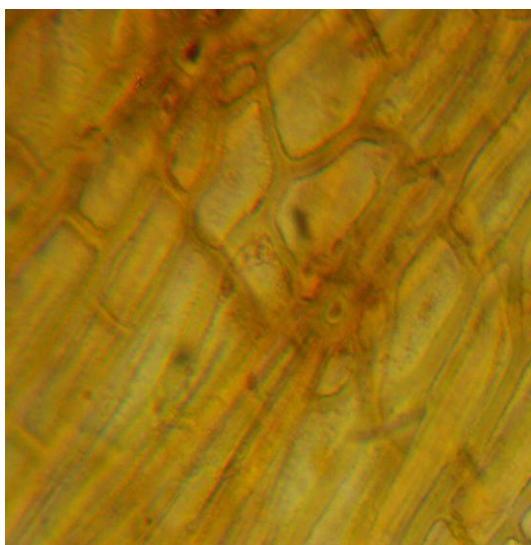


простые трихомы

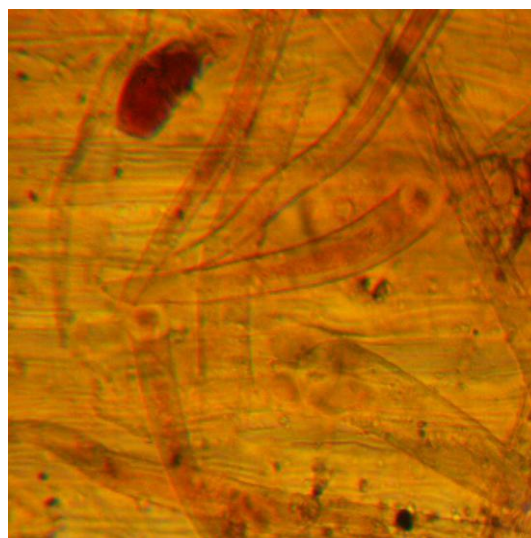
Рис. 2. Нижняя эпидерма *D. lotus* L.

На поперечном срезе листовой пластинки просматриваются крупные клетки верхней (высота – 29,5 мкм) и нижней (высота – 19,7 мкм) эпидермы. Палисадная ткань однорядная (76,8 мкм) и 5-рядная губчатая ткань, толщиной 86,6 мкм. Кутикула сплошная, толщина ее на верхней эпидерме больше (7,2 мкм), чем на нижней (5,0 мкм).

Эпидерма черешка представлена вытянутыми по длине клетками многоугольной и прямоугольной формы с четковидно утолщенными стенками (рис. 3).



нижняя эпидерма



верхняя эпидерма

Рис. 3. Парадермальный срез черешка *D. lotus* L.

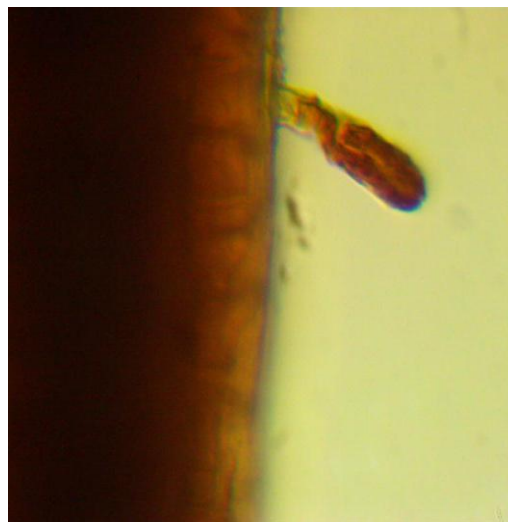
Длина клеток верхней эпидермы, в среднем, 44,6 мкм, ширина – 17,8 мкм; нижней – 51,8 мкм и 39,6 мкм соответственно. Кутикула, в основном продольно-бороздчатая. На верхней эпидерме черешка встречаются такие же трихомы, как и на эпидерме листовой пластинки. Частота встречаемости простых трихом – 167,1 шт. на 1 мм², железистых – 5 шт. на нижней эпидерме мало – 12,2 шт. на 1 мм², железистые отсутствуют.

По мнению Куркина и др. [13] особенности петиолярной анатомии, в отличие от анатомии листа, стебля, корня, позволяют проводить диагностику растений в виду своей узкой видовой специфичности.

Поперечное сечение черешка листа хурмы кавказской полуцилиндрической формы, с вытянутыми в продольном направлении краями (рис. 4). Диаметр поперечного сечения: длинная ось – 2308,5 мкм, короткая – 2403,5 мкм. Однослойная эпидерма образована плотно прилегающими клетками округлой формы (высота их 22,1 мкм) и покрыта толстым слоем кутикулы (6,0 мкм).



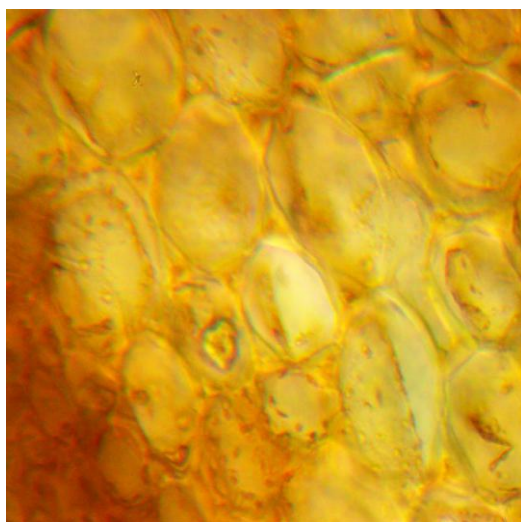
общий вид



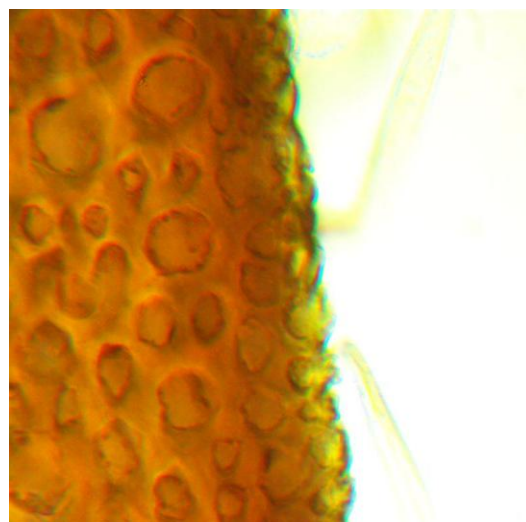
железистая трихома

Рис. 4. Поперечный срез черешка листа

Под эпидермой расположена 3–5-рядная уголкового колленхима, толщиной 246 мкм (рис. 5). Клетки колленхимы крупные, в среднем длина – 53,0 мкм, ширина – 38,6 мкм. Размеры клеток увеличиваются в направлении к коровой паренхиме. Размеры клеток которой 73,7 мкм – длина, 54,0 мкм – ширина. Толщина этого слоя в 2 раза больше толщины колленхимы (516 мкм). Эндодерма состоит из 1–2 слоев крупных клеток (длина – 54,2 мкм, ширина – 31,9 мкм). В среднем, толщина этой ткани 41,5 мкм. В различных тканях черешках встречаются призматические кристаллы в виде друз.



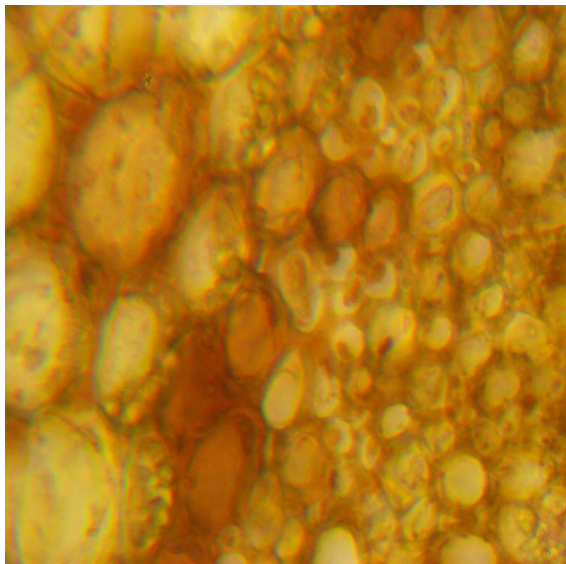
Друза в клетках коровой паренхиме



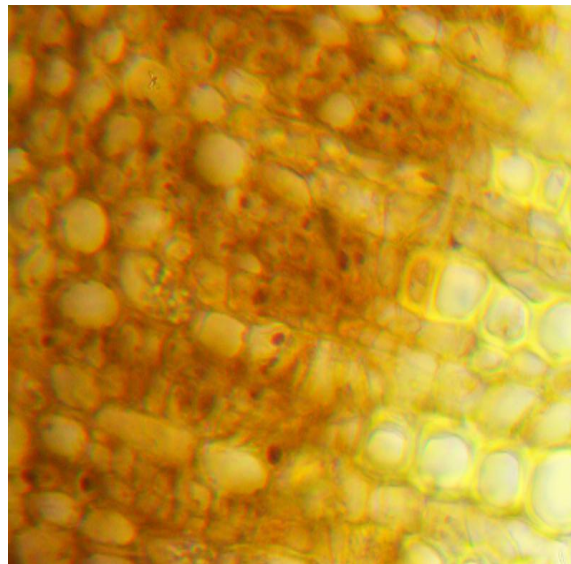
эпидерма с уголкового колленхимой

Рис. 5. Поперечный срез черешка листа

Проводящий пучок занимает центральное положение (рис. 4). Хорошо развита ксилема (толщина – 228,7 мкм), состоящая из 44 ксилемных ряда по 4–10 сосудов в каждом (рис. 6). Просветы сосудов крупные (длина – 30,2 мкм, ширина – 23,8 мкм). Толщина флоэмы (143,8 мкм) в 1,6 раза меньше ксилемы. Между радиальными цепочками сосудов располагаются двурядные лучи. Субэндодермальная паренхимная ткань пучка развитая – 129,4 мкм. Клетки крупные: длина – 26,7 мкм, ширина – 21,6 мкм. В этом слое группами по 2 – 6 шт. располагаются крупные, относительно остальных сильнопигментированные клетки.



эндодерма и субэндодермальная
паренхимная ткань



флоэма и ксилема

Рис. 6. Поперечный срез черешка листа

Выводы

Впервые проведено полное анатомическое исследование структуры листьев *D. lotus*. Получены данные признаков тканей и клеток листа в зависимости от конкретных условий произрастания. Выделены основные наиболее видоспецифические признаки: 1) многоугольные клетки со слабоизвилистыми стенками адаксиальной эпидермы, и с сильноизвилистыми стенками абаксиальной эпидермы; 2) простые короткие одноклеточные остроконусовидные и длинные прямые или серповидноизогнутые трихомы; 3) железистые с одноклеточной ножкой и однорядной многоклеточной (3–4) головкой на адаксиальной эпидерме и простые одноклеточные прямые и серповидноизогнутые остроконусовидные волоски на абаксиальной эпидерме. В качестве диагностического признака в петиолярной анатомии этого вида отмечена особенность строения ксилемы черешка – двурядные лучи между ксилемными рядами (44 шт.).

Таким образом, данные по анатомии листьев этого вида представляют интерес не только как новая информация по биологии *D. lotus*, но и вносят весомый вклад в оценку адаптивности вида к конкретным условиям среды. Верифицированные структурные, меристические и метрические показатели анатомических признаков листьев *D. lotus*, полученные в условиях г. Махачкалы позволят в перспективе оценить норму реакции в пределах естественного ареала, при интродукции и генетический вклад видов рода *Diospyros* при селекции новых гибридных форм этого вида.

Литература (References)

1. The Red Book of the Republic of Dagestan. Makhachkala, 2009. 552 p. (in Russian). Красная книга Республики Дагестан. Махачкала, 2009. 552 с.
2. The Red Book of the Russian Federation (plants and fungi). М.: Association of scientific editions КМК, 2008. 885 p. (in Russian). Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.
3. *Chentsova E. S.* Prospects for the introduction and use of certain types of persimmon in the Kuban area of horticulture: Dis cand. biol. Krasnodar, 2008.163 p. (in Russian). *Ченцова Е. С.* Перспективы интродукции и использования некоторых видов хурмы в Прикубанской зоне плодоводства: дис.... канд. биол. наук. Краснодар, 2008.163 с.
4. *Aliiev H.A., Mukailov M.D., Gasanbekov B.S.* Prospects for the introduction of subtropical crops in the new agri-environmental conditions of Southern Dagestan MD // Problems of development of agribusiness in the region. 2011. № 4. P. 3–5. (in Russian). *Алиев Х.А., Мукайлов М.Д., Гасанбеков Б.С.* Перспективы интродукции субтропических культур в новые агроэкологические условия Южного Дагестана М.Д. // Проблемы развития АПК региона. 2011. № 4. С. 3–5.
5. *Rezanova T.A., Sorokopudov V.N., Nazarova N.V.* The adaptive response of the epidermis sheet species at high temperatures // Scientific statements / lot Natural sciences. 2011. № 9 (104). Vol. 15/2. P/ 144–153. (in Russian). *Резанова Т.А., Сорокопудов В.Н., Назарова Н.В.* Адаптивная реакция эпидермиса листа видов рода на действие высоких температур // Научные ведомости / серия Естественные науки. 2011. № 9 (104). Вып. 15/2. С. 144–153.
6. *Vorobeva A.N., Basargin D.D.* Features of the structure of the epidermis sheet *Saussurea pulchella* (Fisch.) Fisch. And *S. neopulchella* // Bulletin of the Tomsk State University. 2013. number 3 (23). S. 38–45. (in Russian). *Воробьева А.Н., Басаргин Д.Д.* Особенности строения эпидермы листа *Saussurea pulchella* (Fisch.) Fisch. И *S. neopulchella* // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 3(23). С. 38–45.
7. *Lavrinenko V.M.* Comparative anatomical studies leaf epidermis of some alien species of the genus *Lonicera* L. in Ukraine // Bulletin of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2014. 16 Т., № 5 (11). P. 390–393. (in Russian). *Лавриненко В.М.* Сравнительно-анатомические исследования эпидермы листа некоторых интродуцированных видов рода *Lonicera* L. на территории Украины // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16, № 5 (11). С. 390–393.
8. *Ramazanova Z.R., Asadulaev Z.M.* The anatomical structure of leaves of persimmon virginia in a flat Dagestan (*Diospyros virginiana* L.) // XVIII International Conference "Biodiversity of the Caucasus and southern Russia" Terrible, 4–5 November 2016 - Terrible: The Academy of Sciences of the Czech Republic, 2016. Part II. P. 35–39 (in Russian). *Рамазанова З.Р., Асадулаев З.М.* Анатомическое строение листьев хурмы виргинской в условиях равнинного Дагестана (*Diospyros virginiana* L.) // XVIII Международная конференция «Биологическое разнообразие Кавказа и юга России» Грозный, 4–5 ноября 2016 г. – Грозный: Академия наук ЧР, 2016. Часть II. С. 35–39.
9. *Vasilevskaya V.K.* Formation of a sheet of drought-resistant plants / Ashgabat Acad TSSR, 1954. 183 p. (in Russian). *Василевская В.К.* Формирование листа засухоустойчивых растений / Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1954. 183 с.
10. *Aneli N.A.* Atlas leaf epidermis. Tbilisi: Metsniereba, 1975. 109 p. (in Russian). *Анели Н.А.* Атлас эпидермы листа. Тбилиси: Мецниереба, 1975.109 с.
11. *Baryikina R.P. et al.* Handbook of botanical microtechnology. Fundamentals and methods. М.: MGU, 2004.312 p. (in Russian). *Барыкина Р.П. и др.* Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: Изд-во МГУ, 2004.312 с.

12. *Samyilina I.A., Anosova O.G.* Pharmacognosy. Atlas: Proc. allowance. М .: GEOTAR – Media, 2007. Vol.1. 192 p. (in Russian). *Самылина И.А., Аносова О.Г.* Фармакогнозия. Атлас: учеб. пособие. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. Т.1. 192 с.
13. *Kurkin V.A., Akushskaya A.S., Ryizhov V.M., Tarasenko L.V., Toporkova P.D.* Petiolyarnaya anatomy within the anatomical and morphological study of a promising medicinal plant - herb ginseng // Basic Research. Pharmaceutical sciences. Penza: Publishing House: "The Academy of Natural Sciences". № 5–6. 2014. P. 1274–1278. (in Russian). *Куркин В.А., Акушская А.С., Рыжов В.М., Тарасенко Л.В., Топоркова П.Д.* Петиолярная анатомия в рамках анатомо-морфологического исследования перспективного лекарственного сырья – травы женьшеня // Фундаментальные исследования. Фармацевтические науки. Пенза: Издательский дом: «Академия Естествознания». № 5–6. 2014. С. 1274–1278.