

Оригинальная статья / Original article  
УДК: 581.44 + 581.8; 470.67  
DOI: 10.18470/1992-1098-2023-4-82-90

## Морфологические особенности и анатомическое строение листа дагестанских эндемичных видов *Allium*

Зулфира Р. Рамазанова<sup>1,2</sup>, Магомед Д. Дибиров<sup>1</sup>, Зарема И. Солтанмурадова<sup>3</sup>, Загирбег М. Асадулаев<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Горный ботанический сад – ОП Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Махачкала, Россия

<sup>2</sup>Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия

<sup>3</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

### Контактное лицо

Зулфира Р. Рамазанова, кандидат биологических наук, доцент, кафедра безопасности жизнедеятельности, Дагестанский государственный педагогический университет; 367000 Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 57. Тел. +79034812948  
Email [zulfiraram@mail.ru](mailto:zulfiraram@mail.ru)  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2182-3220>

### Формат цитирования

Рамазанова З.Р., Дибиров М.Д., Солтанмурадова З.И., Асадулаев З.М. Морфологические особенности и анатомическое строение листа дагестанских эндемичных видов *Allium* // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18, N 4. С. 82-90. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-4-82-90

Получена 22 августа 2023 г.  
Прошла рецензирование 30 сентября 2023 г.  
Принята 5 октября 2023 г.

### Резюме

**Цель.** Провести сравнительный анализ и оценку таксоноспецифичности морфолого-анатомических признаков листа эндемичных видов рода *Allium* в Дагестане.

**Материал и методы.** Материал исследований – выборки особей эндемичных видов рода *Allium* из природных популяций Горного Дагестана: *A. daghestanicum*, *A. gunibicum*, *A. charadzeae*, *A. mirzojevii*, *A. samurense*. Для анализа морфометрических признаков собрано по 10 генеративных особей в фазе полного цветения. Камеральная обработка собранного материала проведена в Лаборатории интродукции и генетических ресурсов Горного ботанического сада ДФИЦ РАН. Фиксацию материала и приготовление временных микропрепаратов проводили по общепринятой методике анатомических исследований. Анатомические исследования проводили на листьях средней формации со средней части листа. Измерения морфометрических параметров тканей и клеток проводили на оптическом микроскопе Levenhuk D870T с помощью окуляр-микрометра. Микропрепараты фотографировали с помощью оптического микроскопа Ломо-АТ 054 и видеоокуляра DCM 510 SCOP.

**Результаты.** Проведена группировка видов по размерам листьев: крупнолистные (*A. daghestanicum*, *A. gunibicum*, *A. charadzeae* секция *Dagestanica*. Tscholok. Friesen) и мелколистные (*A. mirzojevii*, *A. samurense* секция *Oreiprason* F. Herm.), по форме поперечного сечения листа: желобчатая с ровными краями (*A. daghestanicum*), желобчатая с ребристыми краями (*A. gunibicum* и *A. charadzeae*) и округлая ребристая (*A. mirzojevii* и *A. samurense*), по числу и размерам проводящих пучков. Проведено описание анатомического строения листа и оценка видоспецифичности изученных признаков пяти видов *Allium*.

**Заключение.** Определено, что некоторые особенности морфологии и анатомии листа пяти эндемичных видов рода *Allium* видоспецифичны или обусловлены экологическими условиями произрастания в засушливых условиях Внутреннего Дагестана.

### Ключевые слова

Лист, ткани, эндемики, *Allium daghestanicum*, *Allium gunibicum*, *Allium charadzeae*, *Allium mirzojevii*, *Allium samurense*, условия Внутреннего Дагестана.

# Morphological features and anatomical structure of the leaves of Dagestan endemic species of *Allium*

Zulfira R. Ramazanova<sup>1,2</sup>, Magomed D. Dibirow<sup>1</sup>, Zarema I. Soltanmuradova<sup>3</sup> and Zagirbeg M. Asadulaev<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Mountain Botanical Garden, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

<sup>2</sup>Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia

<sup>3</sup>Dagestan State University, Makhachkala, Russia

## Principal contact

Zulfira R. Ramazanova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Life Safety, Dagestan State Pedagogical University; 57 M. Yaragsky St, Makhachkala, Russia 367000.

Tel. +79034812948

Email [zulfiraram@mail.ru](mailto:zulfiraram@mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2182-3220>

## How to cite this article

Ramazanova Z.R., Dibirow M.D., Soltanmuradova Z.I., Asadulaev Z.M. Morphological features and anatomical structure of the leaves of Dagestan endemic species of *Allium*. *South of Russia: ecology, development*. 2023, vol. 18, no. 4, pp. 82-90. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2023-4-82-90

Received 22 August 2023

Revised 30 September 2023

Accepted 5 October 2023

## Abstract

**Aim.** To conduct a comparative analysis and assessment of the taxon specificity of the morphological and anatomical features of the leaves of endemic species of the genus *Allium* in Dagestan.

**Material and Methods.** The research materials were samples of endemic species of the genus *Allium* from the natural populations of mountainous Dagestan: *A. daghestanicum*; *A. gunibicum*; *A. charadzeae*; *A. mirzojevii* and *A. samurense*. For the analysis of morphometric features, 10 generative individuals were collected in the full flowering phase. Processing of the collected material was carried out at the Laboratory of Introduction and Genetic Resources of the Mountain Botanical Garden, Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences.

Fixation of the material and preparation of temporary micropreparations were carried out according to the generally accepted methods of anatomical studies. Anatomical studies were carried out on leaves of medium formation from the middle part of the leaf. Morphometric parameters of tissues and cells were measured using a Levenhuk D870T optical microscope with an eyepiece micrometer. Micropreparations were photographed using a Lomo-AT 054 optical microscope and a DCM 510 SCOP video eyepiece.

**Results.** A grouping of species according to leaf size was carried out: large-leaved (*A. daghestanicum*, *A. gunibicum*, *A. charadze* section *Dagestanica*. Tscholok. Friesen) and small-leaved (*A. mirzojevii*, *A. samurense* section *Oreiprason* F. Herm.), according to the shape of the leaf cross section: grooved with smooth edges (*A. daghestanicum*), grooved with ribbed edges (*A. gunibicum* and *A. charadze*) and rounded ribbed (*A. mirzojevii* and *A. samurense*), according to the number and size of vascular bundles. Descriptions of the anatomical structure of the leaves and an assessment of the species specificity of the studied traits of five species of *Allium* were carried out.

**Conclusions.** It was determined that some features of the morphology and anatomy of the leaves of five endemic species of the genus *Allium* are species-specific or due to environmental conditions of growth in the arid conditions of Inner Mountain Dagestan.

## Key Words

Leaf, tissues, endemics, *Allium daghestanicum*, *Allium gunibicum*, *Allium charadzeae*, *Allium mirzojevii*, *Allium samurense*, conditions of Inner Mountain Dagestan.

## ВВЕДЕНИЕ

Род *Allium* насчитывает 750–800 видов [1], на Кавказе встречается 51 вид [2], на территории Дагестана произрастает 31 вид, из которых 6 являются эндемиками: *A. daghestanicum*, *A. gunibicum*, *A. charadzeae*, *A. mirzojevii*, *A. samurense*, *A. grande* [3; 4].

*A. charadzeae* – узколокальный дагестанский эндемик, встречается в окрестностях с. Аркас (Предгорный Дагестан), единичные экземпляры у перевала на спуске к селу Аракани (Внутреннегорный Дагестан). [5; 6]. Произрастает на скалах и в тенистых местах на юго-западных склонах, на высотах 1200–1500 м над уровнем моря. Ксерофит, петрофит.

*A. samurense* – узколокальный эндемик Дагестана. Вид встречается в Южном Дагестане в среднем горном поясе по реке Самур в Рутульском (окр. с. Лучек, Киче (*locus classicus*) и Ахтынском (окр. с. Миджах) районах [3; 5]. Произрастает на мелкощепнистых сланцах. Ксеромезофит, петрофит.

*A. mirzojevii* – узколокальный эндемик Дагестана. Вид встречается во Внутреннегорном Дагестане: в окрестностях селений Могох, Чалда, Кикун (Гергебильский район), Гимры (Унцукульский район), Тантари, Игали, Чирката (Гумбетовский район), Голотль (Шамильский район). [3; 5]. Произрастает на высоте от 700 до 1400 м над ур. моря, на мелкощепнистых известняковых склонах и почти не встречается на скалах. Ксерофит, петрофит.

*A. gunibicum* – эндемик Дагестана, занесённый в Красные книги Дагестана и России. Встречается почти во всех районах известняковой части Внутреннегорного Дагестана от 450 до 2000 м над уровнем моря, на сухих каменистых склонах, на скалах, а также на открытом грунте. В Высокогорном Дагестане обнаружен в окрестностях сс. Тинди, Инхоквари на сланцах [3; 5]. Ксерофит.

*A. daghestanicum* – узколокальный дагестанский эндемик. Встречается в условиях Внутреннегорного Дагестана в окрестностях селений Чирката, Аргвани, Данух [3].

На предмет таксономической идентификации видов *A. daghestanicum*, *A. gunibicum*, *A. charadzeae*, *A. mirzojevii*, *A. samurense* проведены молекулярно-генетические исследования. При известном их морфологическом сходстве, близости ареалов и условий произрастания доказано их видовая самостоятельность [6; 7], изучен также их биологический потенциал и репродуктивные особенности [8–12].

При этом особенности анатомического строения листа видов рода *Allium*, являющихся дагестанскими эндемиками не изучены, не выявлена таксоноспецифичность внутреннего строения и структуры тканей.

Актуальность проведенных исследований обоснована еще тем, что эндемичные виды растений являются специфическими индикаторами уникальности флор, они легко уязвимы и их всестороннее изучение имеет важное значение для сохранения биоразнообразия территорий [13].

В данной статье рассматриваются результаты изучения анатомического строения листа пяти эндемичных для Дагестана видов рода *Allium*.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования явились пять видов лука из двух секций: *A. daghestanicum*, *A. gunibicum*, *A. charadze*

(секция *Dagestanica* (Tscholok. Friesen); и *A. mirzojevii*, *A. samurense* (секция *Oreiprason* F. Herm.).

Образцы для исследования собраны в естественных условиях произрастания видов: *A. charadzeae* – окрестности села Аркас, *A. samurense* – с. Лучек, *A. mirzojevii* – с. Могох, *A. gunibicum* – на южных склонах Гунибского плато, *A. daghestanicum* – с. Данух.

Анатомические исследования проводили на листьях средней формации со средней части листа. Фиксацию материала и приготовление временных микропрепаратов проводили по общепринятой методике анатомических исследований [14]. Основные структурные элементы тканей листа описывали в соответствии с разработками И.А. Самылиной, О.Г. Аносовой [15].

Работа проводилась в Лаборатории интродукции и генетических ресурсов древесных растений ГорБС ДФИЦ РАН. Измерения морфометрических параметров тканей и клеток проводили на оптическом микроскопе Levenhuk D870T с помощью окуляр-микрометра. Микропрепараты фотографировали с помощью оптического микроскопа Ломо-AT 054 и видеоокуляра DCM 510 SCOP.

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изученные виды лука по размерам листьев образуют две группы, соответствующие и таксономическим секциям – крупнолистные (*A. daghestanicum*, *A. gunibicum*, *A. charadze* секция *Dagestanica* Tscholok. Friesen) и мелколистные (*A. mirzojevii*, *A. samurense* секция *Oreiprason* F. Herm.) Размеры листьев второй группы меньше в 1,6–2 раза (табл. 1).

Крупным листьям соответствуют и более крупные луковицы, например, у *A. daghestanicum* луковицы имеют максимальное значение признака «высота луковицы» – 36,2 мм. Несколько ниже показатели у *A. gunibicum* и *A. charadze* – 32,7 мм и 31,7 мм соответственно, а минимальное – у луковиц *A. mirzojevii* и *A. samurense* – 24,6 и 26,2 мм соответственно.

Наибольший диаметр имеют также луковицы *A. daghestanicum* (6,1 мм), наименьший диаметр – *A. mirzojevii* (3,2 мм). У остальных трех видов в пределах 5,4–5,9 мм.

Сравнительный анализ изменчивости морфологических признаков вегетативных органов изученных видов рода *Allium* показал, что большинство признаков варьируют в незначительных пределах. Самое низкое варьирование отмечено у признаков «высота луковицы» и «диаметр луковицы». Повышенный уровень вариации отмечен для признаков «число листьев» и «длина листьев» у *A. samurense*.

Незначительная вариабельность параметров большинства морфологических признаков является свидетельством как генетической однородности материала, репрезентативности выборки так и относительной стабильности условий произрастания изученных видов.

По большинству морфологических признаков листа и луковицы различия между изученными пятью видами *Allium* доказаны на высоком уровне значимости (табл. 2).

Различия по длине и числу листьев, высоте и диаметру луковиц между *A. gunibicum* и *A. charadze* не выявлены. Последнее обстоятельство свидетельствует

об однородности исследованного материала и о возможной близости условий их произрастания. Однако эти же два вида по анатомическим признакам поперечного сечения листа, числу пучков и числу млечников различаются значительно. Меньше всего

различий между видами по размерам млечников; четыре из десяти вариантов по радиальному диаметру и пять из десяти по тангентальному диаметру. По остальным признакам различия между видами по t-критерию более наглядны (табл. 3).

**Таблица 1.** Сравнительная характеристика морфологических признаков вегетативных органов дагестанских эндемичных видов рода *Allium*

**Table 1.** Comparative characteristics of the morphological features of the vegetative organs of Dagestan endemic species of the genus *Allium*

Признак Characteristic	Виды / Species				
	<i>A. d.</i>	<i>A. g.</i>	<i>A. ch.</i>	<i>A. m.</i>	<i>A. s.</i>
<b>Длина листа, см</b>	<u>18,2 ± 0,53</u>	<u>14,9 ± 0,01</u>	<u>14,9 ± 0,81</u>	<u>6,5 ± 0,27</u>	<u>9,2 ± 0,78</u>
Length of leaf, cm	9,2	21,0	17,2	13,2	26,7
<b>Число листьев, шт.</b>	<u>2,7 ± 0,21</u>	<u>3,8 ± 0,15</u>	<u>3,7 ± 0,21</u>	<u>3,2 ± 0,20</u>	<u>1,6 ± 0,17</u>
Number of leaves, pcs	24,9	13,1	18,2	19,8	35,1
<b>Высота луковицы, мм</b>	<u>36,2 ± 0,80</u>	<u>32,7 ± 1,66</u>	<u>31,7 ± 1,17</u>	<u>24,6 ± 0,86</u>	<u>26,2 ± 1,05</u>
Bulb length, mm	7,0	15,8	11,7	11,0	12,5
<b>Диаметр луковицы, мм</b>	<u>6,1 ± 0,11</u>	<u>5,4 ± 0,23</u>	<u>5,9 ± 0,28</u>	<u>3,2 ± 0,19</u>	<u>5,9 ± 0,13</u>
Bulb diameter, mm	5,8	14,3	14,9	19,0	7,2

Примечание: обозначение видов здесь и далее – *A. d.* – *Allium daghestanicum*, *A. g.* – *A. gunibicum*, *A. ch.* – *A. charadze*, *A. m.* – *A. mirzojevii*, *A. s.* – *A. samurense*; Верхние цифры – средние значения признака ( $\bar{X} \pm Sx$ ); нижние цифры – коэффициент вариации (CV)

Note: the designation of the species below is *A. d.* – *Allium daghestanicum*, *A. g.* – *A. gunibicum*, *A. ch.* – *A. charadze*, *A. m.* – *A. mirzojevii*, *A. s.* – *A. samurense*; The upper figures are the mean values of the trait ( $\bar{X} \pm Sx$ ); the lower numbers are the coefficient of variation (CV)

**Таблица 2.** Т-критерий Стьюдента между видами рода *Allium* по морфологическим признакам

**Table 2.** Student t-tests of species of the genus *Allium* according to morphological characters

Признаки Characteristic	Виды / Species									
	<i>A. d.</i> - <i>A. g.</i>	<i>A. d.</i> - <i>A. ch.</i>	<i>A. d.</i> - <i>A. m.</i>	<i>A. d.</i> - <i>A. s.</i>	<i>A. g.</i> - <i>A. ch.</i>	<i>A. g.</i> - <i>A. m.</i>	<i>A. g.</i> - <i>A. s.</i>	<i>A. ch.</i> - <i>A. m.</i>	<i>A. ch.</i> - <i>A. s.</i>	<i>A. m.</i> - <i>A. s.</i>
1	2,9 **	3,4**	19,7***	9,5***	0	8,0***	4,5***	9,8***	5,1***	3,3**
2	4,3***	3,4**	1,7	4,1***	0,4	2,4*	9,7***	1,7	7,8***	6,1***
3	1,9	3,2**	9,9***	7,6***	0,5	4,3***	3,3**	4,9***	3,5**	1,2
4	2,7*	0,7	13,2***	1,2	1,4	7,4***	1,9	8,0***	0	11,7***

Примечание: t- критерий Стьюдента \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Нумерация признаков как в таблице 1

Note: Student t-test \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Feature numbering as in Table 1

**Таблица 3.** Т-критерий Стьюдента между видами рода *Allium* по некоторым характеристикам поперечного среза листа

**Table 3.** Student t-tests of species of the genus *Allium* according to some characteristics of the leaf cross section

Признаки Characteristic	Виды / Species									
	<i>A. d.</i> - <i>A. g.</i>	<i>A. d.</i> - <i>A. ch.</i>	<i>A. d.</i> - <i>A. m.</i>	<i>A. d.</i> - <i>A. s.</i>	<i>A. g.</i> - <i>A. ch.</i>	<i>A. g.</i> - <i>A. m.</i>	<i>A. g.</i> - <i>A. s.</i>	<i>A. ch.</i> - <i>A. m.</i>	<i>A. ch.</i> - <i>A. s.</i>	<i>A. m.</i> - <i>A. s.</i>
1	7,5***	6,6***	8,6***	8,4***	4,5***	3,9***	3,4**	8,0***	8,0***	0,8
2	6,3***	3,4**	4,1***	2,6*	0,7	4,4***	3,5**	1,9	1,7	0
3	9,5***	0,5	3,5**	2,5*	9,2***	6,1***	6,8***	3,5**	2,6*	0,8
4	6,3***	3,3**	12,7***	10,4***	5,1***	2,8**	1,1	12,6***	9,9***	2,2*
5	3,5**	1,6	3,6**	4,1***	1,7	0,2	0,6	1,7	2,3*	0,9
6	3,4**	1,5	4,8***	5,8***	1,2	1,0	1,8	2,1*	2,7**	0,9

Примечание: t-критерий Стьюдента \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Нумерация признаков как в таблице 4

Note: Student t-test \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Feature numbering as in Table 4

При этом известно, что на размеры вегетативных органов растений (в нашем случае луковиц и листьев)

оказывают существенное влияние различные абиотические факторы, такие как температура воздуха, осадки,

эдафические условия, интенсивность освещенности. Это влияние связано, прежде всего, с интенсивностью фотосинтеза и КПД ФАР, а значит и накоплением сухих веществ в луковицах в зависимости от условий произрастания [16]. Одновременно показано, что при ухудшении условий произрастания у дикорастущих дагестанских луков увеличивается способность к вегетативному размножению, т.е. число луковиц [8].

Таким образом, анализ морфометрических показателей листьев и луковиц эндемичных видов рода *Allium* показывает, что мобилизованный для анатомических исследований материал является представительным, соответствующим характерным для вида условиям произрастания, что важно для аргументированной интерпретации полученных данных.

Изучение анатомического строения поперечных срезов листьев пяти эндемичных видов рода *Allium* позволило наряду с общим строением определить и их отличительные признаки.

Изученные виды отличаются по размерам поперечного сечения листа (табл. 4). Самые крупные показатели поперечного сечения листа имеет *A. daghestanicum*. Диаметры листьев *A. gunibicum* и *A. charadzeae* отличаются друг от друга незначительно, но в 1,6 и 1,7 раз меньше, чем у *A. daghestanicum*. У *A. mirzojevii* и *A. samurense* листья самые тонкие (в 2,5 раза меньше, чем у *A. daghestanicum*).

Листья *A. daghestanicum* и *A. gunibicum*, отличаясь по диаметру поперечного сечения и

размерам, имеют одинаковое количество проводящих пучков (16–22 шт. на срезе). Количество пучков на единицу длины окружности в один мм на поперечном срезе листьев *A. daghestanicum* и *A. gunibicum* составило 4,9 и 7,4 штук соответственно. При этом толщина ксилемы достоверно больше в проводящих пучках листьев *A. daghestanicum*, при относительной стабильности диаметра сосудов. Оба вида произрастают на скалах в засушливых условиях.

Известно, что развитие проводящей системы напрямую зависит от количества осадков и температуры. Самые высокие показатели этого признака у листьев *A. samurense* (окрестности села Лучек – условия близкие к Высокогорному Дагестану) и *A. charadze* (окрестности села Аркас – верхние более влажные склоны Гимринского хребта), что можно связать с их произрастанием в более увлажненных условиях по сравнению с *A. daghestanicum*, *A. gunibicum* и *A. mirzojevii* (низкие высотные уровни и скальные обнажения Внутреннегорного Дагестана). Как известно, чем больше оводненность среды, тем больше толщина ксилемы.

Кроме того, листья *A. daghestanicum* и *A. charadzeae* объединяет и наличие меньшего числа млечников, что свидетельствует о менее высокой водоудерживающей способности тканей этих видов. Количество млечников на единицу длины у листьев этих двух видов несколько меньше – 13,4 и 15,2 штук при относительно более крупных их размерах.

**Таблица 4.** Некоторые характеристики поперечного среза листа дагестанских эндемичных видов рода *Allium* ( $X \pm Sx$ )  
**Table 4.** Some characteristics of a transverse section of leaves of Dagestan endemic species of the genus *Allium* ( $X \pm Sx$ )

Признак Characteristic	Виды / Species				
	<i>A. d</i>	<i>A. g</i>	<i>A. ch</i>	<i>A. m</i>	<i>A. s</i>
<b>ТД поперечного сечения, мкм</b> TD cross-sectional, $\mu m$	2674,4 $\pm$ 146,11	1553,3 $\pm$ 27,23	1697,8 $\pm$ 17,62	1376,7 $\pm$ 36,17	1414,4 $\pm$ 30,55
<b>РД поперечного сечения, мкм</b> RD cross-sectional, $\mu m$	1148,9 $\pm$ 17,98	914,1 $\pm$ 32,49	958,9 $\pm$ 52,35	1063,2 $\pm$ 10,54	1062,2 $\pm$ 27,63
<b>Число пучков на единицу длины (1 мм), шт.</b> Number of bundles per unit length (1 mm), pcs.	4,9 $\pm$ 0,11	7,4 $\pm$ 0,24	4,8 $\pm$ 0,15	5,6 $\pm$ 0,17	5,4 $\pm$ 0,17
<b>Число млечников на единицу длины (1 мм), шт.</b> Number of laticifers per unit length (1 mm), pcs.	13,4 $\pm$ 0,50	20,4 $\pm$ 1,00	15,2 $\pm$ 0,22	23,7 $\pm$ 0,64	21,7 $\pm$ 0,62
<b>РД крупных млечников, мкм</b> RD of large milkers, $\mu m$	43,6 $\pm$ 2,04	35,3 $\pm$ 1,21	39,2 $\pm$ 1,91	35,6 $\pm$ 0,91	34,4 $\pm$ 0,91
<b>ТД крупных млечников, мкм</b> TD of large milkers, $\mu m$	38,6 $\pm$ 1,51	31,7 $\pm$ 1,38	34,7 $\pm$ 2,02	30,0 $\pm$ 0,93	28,9 $\pm$ 0,73

Примечание: здесь и далее – ТД – тангентальный диаметр; РД – радиальный диаметр  
Note: hereinafter – TD – tangential diameter; RD – radial diameter

Сравнительная характеристика показателей CV признаков поперечного среза листа всех изученных видов рода *Allium* показал весьма низкое варьирование (табл. 5), что, возможно, связано как с репрезентативностью выборки, так и с видоспецифичностью этой группы признаков.

Листья пяти исследованных видов лука трубчатые, но отличаются по форме. Можно выделить три основные формы поперечного сечения листа:

желобчатая с ровными краями, желобчатая с ребристыми краями и округлая ребристая (рис. 1). Форма листа желобчатая с ровными краями только у *A. daghestanicum*. У остальных изученных видов на поперечном сечении листья имеют ребристую форму. Листья *A. gunibicum* и *A. charadze* имеют сходную пятигранную форму поперечного сечения. У видов *A. mirzojevii* и *A. samurense* форма поперечного строения однотипная – более округлая и многогранная.

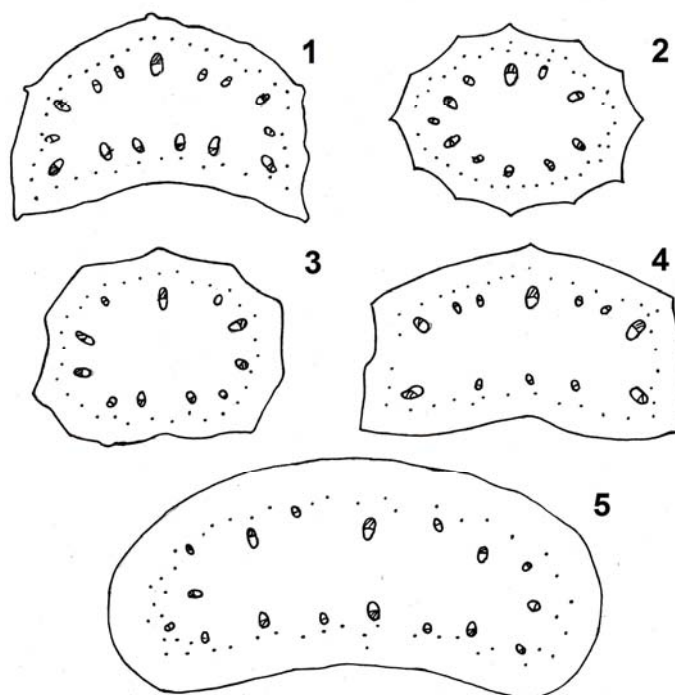


**Таблица 5.** Изменчивость (CV, %) некоторых признаков поперечного среза листа дагестанских эндемичных видов рода *Allium***Table 5.** Variability (CV, %) of some features of the transverse section of leaves of Dagestan endemic species of the genus *Allium*

Признак Characteristic	Виды / Species				
	<i>A. d</i>	<i>A. g</i>	<i>A. c</i>	<i>A. m</i>	<i>A. s</i>
1	5,5	1,7	1,0	2,6	2,2
2	1,6	3,5	5,4	3,1	2,6
3	2,3	3,2	3,1	3,2	3,2
4	3,7	4,9	1,4	2,7	2,9
5	4,7	3,4	4,9	2,6	2,6
6	3,9	4,4	5,8	3,1	2,5

Примечание: Нумерация признаков как в таблице 4

Note: Feature numbering as in Table 4

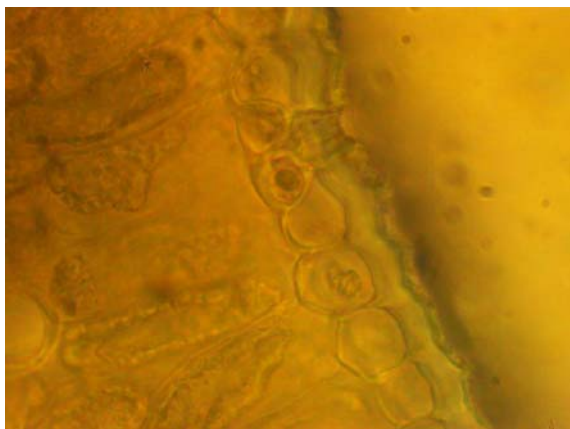
**Рисунок 1.** Схема поперечного сечения листьев эндемичных видов рода *Allium*:1 – *A. gunibicum*, 2 – *A. mirzojevii*, 3 – *A. samurense*, 4 – *A. charadzeae*, 5 – *A. daghestanicum***Figure 1.** Cross-sectional diagrams of leaves of endemic species of the genus *Allium*:1 – *A. gunibicum*, 2 – *A. mirzojevii*, 3 – *A. samurense*, 4 – *A. charadzeae*, 5 – *A. daghestanicum*

На поперечном срезе структура тканей листа у изученных видов лука имеет сходный план строения. Снаружи лист покрыт кутикулой. Эпидерма состоит из одного слоя клеток. В листьях видов *A. samurense* и *A. mirzojevii* наружная стенка клеток эпидермы образует с кутикулой в средней части выступы (рис. 2). Устьица погруженные. Под эпидермой (в разных частях листа) находится от одного до четырех слоев палисадной фотосинтезирующей ткани, в которой расположены млечники. Далее располагаются клетки нефотосинтезирующей ткани, в которую погружены проводящие пучки, окруженные клетками-обкладками (рис. 3). Со стороны флоэмы клетки-обкладки крупные, со стороны ксилемы меньших размеров. В клетках нефотосинтезирующей ткани встречаются призматические кристаллы.

Проводящие пучки по размерам условно можно разделить на три группы: крупные – свыше 100 мкм, средние от 50 до 100 мкм, мелкие менее 50 мкм. Пучки закрытые коллатеральные, распределены по всей окружности листа. С верхней стороны листа крупные

пучки чередуются с мелкими. С нижней стороны встречаются в основном пучки средних размеров. У мелких пучков ксилема развита слабо. В некоторых пучках листьев у *A. daghestanicum* и *A. charadze* со стороны флоэмы встречаются клетки с утолщенными стенками, выполняющие функцию склеренхимы. Во внутренней части листа нефотосинтезирующая паренхима представлена аэренхимой. В процессе вегетации аэренхима в листьях разрушается, формируя единую полость.

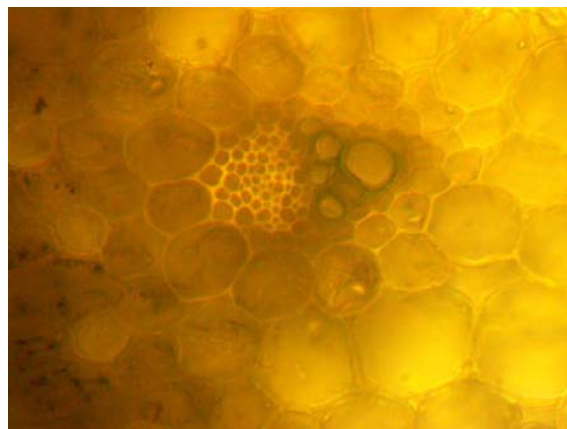
Сравнительно-анатомический анализ пяти исследованных видов выявил, прежде всего, различия в размерах пучков (табл. 6). У *A. samurense*, произрастающий на сланцах ближе к Высокогорному Дагестану и *A. charadze*, встречающейся на верхних высотных уровнях Гимринского хребта пучки крупнее (135,3 и 135 мкм соответственно), у *A. mirzojevii* и *A. daghestanicum* – пучки средних размеров (116,1 и 115,8 мкм), у *A. gunibicum*, произрастающей в основном на скалах, пучки мельче остальных (103,3 мкм).

Рисунок 2 Эпидерма листа *A. samurense*

Примечание: увеличение 10X40

Figure 2 Leaf epidermis of *A. samurense*

Note: magnification 10X40

Рисунок 3. Проводящий пучок *A. gunibicum*

Примечание: увеличение 10X40

Figure 3. Vascular bundle *A. gunibicum*

Note: magnification 10X40

Таблица 6. Сравнительная характеристика анатомических признаков листа дагестанских эндемичных видов рода *Allium* ( $X \pm Sx$ )Table 6. Comparative characteristics of the leaf anatomical signs of endemic species of the genus *Allium* ( $X \pm Sx$ )

Признак Characteristic	Виды / Species				
	<i>A. d.</i>	<i>A. g.</i>	<i>A. ch.</i>	<i>A. m.</i>	<i>A. s.</i>
<b>РД пучка, мкм</b>	66,7 ± 2,08	52,8 ± 1,87	72,5 ± 3,27	71,2 ± 2,84	79,3 ± 2,98
RD bundle, $\mu\text{m}$	115,8 ± 3,33	103,3 ± 2,50	135,0 ± 8,60	116,1 ± 2,70	135,3 ± 2,34
<b>ТД пучка, мкм</b>	45,6 ± 0,81	38,6 ± 0,99	47,7 ± 1,39	43,4 ± 1,15	43,9 ± 0,90
TD bundle, $\mu\text{m}$	59,4 ± 1,94	60,6 ± 2,53	67,8 ± 2,81	61,7 ± 5,20	53,9 ± 3,36
<b>Толщина флоэмы, мкм</b>	39,6 ± 0,72	32,2 ± 0,78	37,7 ± 1,19	37,8 ± 1,00	36,5 ± 0,79
Phloem thickness, $\mu\text{m}$	54,7 ± 3,81	51,4 ± 1,19	50,8 ± 3,77	53,6 ± 1,72	48,3 ± 2,50
<b>Толщина ксилемы, мкм</b>	26,6 ± 1,50	21,0 ± 1,15	34,2 ± 2,09	32,5 ± 1,94	42,9 ± 2,32
Xylem thickness, $\mu\text{m}$	61,1 ± 2,43	51,7 ± 1,77	76,1 ± 5,40	62,5 ± 1,38	88,1 ± 2,76
<b>ТД ситовидных трубок, мкм</b>	11,0 ± 0,17	9,8 ± 0,16	11,5 ± 0,23	11,6 ± 0,22	12,1 ± 0,17
TD sieve tubes, $\mu\text{m}$	12,8 ± 0,88	13,1 ± 0,69	13,6 ± 0,84	13,9 ± 0,60	13,6 ± 0,44
<b>РД ситовидных трубок, мкм</b>	9,2 ± 0,14	8,4 ± 0,22	9,6 ± 0,20	9,8 ± 0,20	10,4 ± 0,16
RD sieve tubes, $\mu\text{m}$	10,3 ± 0,88	11,1 ± 0,61	12,5 ± 0,60	11,7 ± 0,59	11,9 ± 0,37
<b>РД сосудов, мкм</b>	16,9 ± 0,67	13,6 ± 0,53	20,9 ± 0,92	17,1 ± 0,82	21,2 ± 0,93
RD of vessels, $\mu\text{m}$	28,3 ± 2,57	25,5 ± 1,55	31,4 ± 2,21	31,4 ± 3,91	37,2 ± 2,90
<b>ТД сосудов, мкм</b>	14,0 ± 0,56	11,2 ± 0,45	17,2 ± 0,76	14,0 ± 0,67	18,3 ± 0,79
TD of vessels, $\mu\text{m}$	23,1 ± 2,03	22,2 ± 1,64	27,2 ± 1,79	25,0 ± 1,50	30,3 ± 1,14
<b>Число проводящих пучков, шт.</b>	17 – 22	16 – 22	10 – 14	11 – 13	13 – 14
Number of conductive bundles, pcs.					

Примечание: верхние цифры – средние значения признака по всем пучкам;

нижние цифры – средние значения признака по крупным пучкам

Note: the upper numbers are the average values of the trait for all bundles;

the lower numbers are the average values of the trait for large bundles

Виды отличаются и по числу проводящих пучков. В листьях *A. daghestanicum* и *A. gunibicum* число проводящих пучков больше и составляет 16–22 на длину окружности всего поперечного среза, хотя эти виды значительно отличаются по диаметру листа. У остальных трех изученных видов число пучков в листе меньше и колеблется в пределах 10–14. При этом ксилема в проводящих пучках у первых двух видов имеет меньшие размеры (от 21,1 до 26,6 мкм). Во второй группе у видов с меньшим числом пучков толщина ксилемы больше и составила от 32,5 до 42,9 мкм. В размерах ситовидных трубок и в толщине флоэмы у всех видов значительные различия не наблюдаются.

Как известно развитие флоэмы связано, прежде всего, с температурой и определяется интенсивностью оттока продуктов фотосинтеза в органы запаса. Видимо,

в аридных условиях Внутреннегорного Дагестана, где в основном произрастают изученные виды, значительная часть продуктов фотосинтеза расходуется на дыхание и не перемещается в луковицы.

Абсолютное отличие по всем признакам отмечается у *A. gunibicum* в парах со всеми изученными видами и в паре *A. daghestanicum* – *A. samurense* (табл. 7). Незначительные отличия трех из восьми признаков на низком уровне значимости (0,05) наблюдается в парах *A. daghestanicum* – *A. mirzojevii* и *A. charadze* – *A. mirzojevii*, хотя и по разным признакам. По признаку «толщина ксилемы» отличия существенны в девяти из десяти пар сравниваемых видов. Такое обособление видов по данному признаку, видимо обусловлено как генетическими особенностями между двумя секциями, так и экологическими условиями мест произрастания.

**Таблица 7.** Т-критерий Стьюдента между видами рода *Allium* по анатомическим признакам листа  
**Table 7.** Student t-test of species of the genus *Allium* according to the anatomical features of leaves

Признаки Characteristic	Виды / Species									
	<i>A.d- A.g</i>	<i>A.d- A.ch</i>	<i>A.d-A.m</i>	<i>A.d-A.s</i>	<i>A.g-A ch</i>	<i>A.g- A.m</i>	<i>A.g- A.s</i>	<i>A ch- A.m</i>	<i>A ch- A.s</i>	<i>A.m- A.s</i>
1	5,0***	1,5	1,3	3,5***	5,2***	5,4***	7,5***	0,3	1,5	2,0***
2	5,5***	1,3	1,6	1,4	5,3***	3,2**	4,0***	2,4*	2,3*	0,3
3	7,0***	1,4	1,5	2,9**	3,9***	4,4***	3,9***	0,1	0,8	1,0
4	3,0**	2,9**	2,4*	5,9***	5,5***	5,1***	8,4***	0,6	2,8**	3,4**
5	5,1***	1,7	2,1*	4,6***	6,1***	6,6***	9,8***	0,3	2,1*	1,8
6	3,1**	1,6	2,5*	5,6***	4,0***	4,7***	7,4***	0,7	3,1**	2,3*
7	3,9***	3,5**	0,2	3,8***	6,9***	3,6**	7,1***	3,1**	0,2	3,3**
8	3,9***	3,4**	0	4,4***	6,8***	3,5**	7,8***	3,2**	1,0	4,2***

Примечание: t-критерий Стьюдента \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Нумерация признаков как в таблице 6

Note: Student t-test \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Feature numbering as in Table 6

## ВЫВОДЫ

1. Изученные виды лука по размерам листьев образуют две группы, соответствующие и таксономическим секциям – крупнолистные (*A. daghestanicum*, *A. gunibicum*, *A. charadze* секция Dagestanica. Tscholok. Friesen) и мелколистные (*A. mirzojevii*, *A. samurense* секция Oreiprason F. Herm.) Размеры листьев второй группы меньше в 1,6–2 раза. Произрастая в сходных экологических условиях на скалистом субстрате и имея общность происхождения виды двух секции имеют сходство по большинству морфологических и анатомических признаков.

2. Выделены три основные формы поперечного сечения листа: желобчатая с ровными краями (*A. daghestanicum*), желобчатая с ребристыми краями (*A. gunibicum* и *A. charadze*) и округлая ребристая (*A. mirzojevii* и *A. samurense*).

3. По числу проводящих пучков выделены две группы видов. У *A. daghestanicum* и *A. gunibicum* число проводящих пучков больше и составляет 16–22 на длину окружности всего поперечного среза. У трех остальных изученных видов число пучков в листе меньше и колеблется в пределах 10–14. При этом ксилема в проводящих пучках у первых двух видов имеет меньшие размеры (от 21,1 до 26,6 мкм).

4. Более развитая проводящая ткань в листьях *A. samurense* и *A. charadze* является следствием экологической адаптации в связи с их произрастанием в более увлажненных условиях по сравнению с *A. daghestanicum*, *A. gunibicum* и *A. mirzojevii*. Как известно, чем больше доступной воды в условиях произрастания, тем больше толщина ксилемы. Кроме того, листья *A. daghestanicum* и *A. charadzeae* объединяет и наличие меньшего числа млечников (13,4 и 15,2 шт.), что свидетельствует о менее высокой водоудерживающей способности тканей этих видов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Черемушкина В.А. Биология луков Евразии. Новосибирск: Наука, 2004. 276 с.
- Кудряшова Г.Л. Обзор видов рода *Allium* (Alliaceae) Кавказа // Ботанический журнал. 2001. Т. 86. N 4. С. 119–132.

- Муртазалиев Р.А. Конспект флоры Дагестана Т. 4. Махачкала: Эпоха, 2009. С. 37–45.
- Красная книга Республики Дагестан. Махачкала: Типография ИП Джамалудинов М.А., 2020. 800 с.
- Чолокашвили Н.Б. Новый ряд *Daghestanica* Tscholokaschvili из секции *Rhiziridum* Don рода *Allium* L. // Заметки по систематике и географии растений. 1965. Вып. 25. С. 83–102.
- Алибегова А.Н., Муртазалиев Р.А. О видовой самостоятельности *Allium mirzojevii* Tscholok. (Alliaceae) // Новости систематики высших растений. 2010. Т. 41. С. 63–68.
- Муртазалиев Р.А., Фризен Н.В. Биогеография и филогения видов секции *Daghestanica* (Allium Amaryllidaceae) // Труды 14 съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» Махачкала, 18–23 июня, 2018. Т. 1. С. 144–147.
- Алибегова А.Н., Мусаев А.М. Межпопуляционная изменчивость по размерам и массе семян некоторых видов *Allium* L. (Alliaceae) в условиях интродукции // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2011. N 2. С. 126–128.
- Дибиров М.Д. Анализ изменчивости семенной продуктивности *Allium samurense* Tscholok. в горных условиях // Проблемы развития АПК региона. 2020. N 4(44). С. 46–52.  
<https://doi.org/10.15217/issn2079-0996.2020.3.46>
- Дибиров М.Д. Анализ семенной продуктивности *Allium daghestanicum* в горных условиях // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. N 6(92). С. 110–114. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-92-6-110-114>
- Дибиров М.Д. Изменчивость морфологических признаков *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. в условиях эксперимента // Известия Горского аграрного университета. 2022. Т. 59(4). С. 224–231.  
[https://doi.org/10.54258/20701047\\_2022\\_59\\_4\\_224](https://doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_224)
- Dibirov M., Alibegova A., Ruslan Osmanov R. The structure of variability of traits of seed productivity of *Allium charadzeae* Tscholok. in the mountainous conditions of Dagestan // BIO Web of Conferences 43. 2022. Article ID: 01018.  
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301018>
- Ямалов С.М., Лебедева М.В., Голованов Я.М., Петрова М.В. Редкие и нуждающиеся в охране виды растений каменистых степей Южного и Среднего Урала // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. N 4(29). С. 107–115.  
<https://doi.org/10.24411/2309-4370-2019-14119>



14. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Москва: МГУ, 2004. 312 с.
15. Самылина И.А., Аносова О.Г. Фармакогнозия. Атлас. Москва: ГЭОТАР – Медиа, 2007. Т.1. 192 с.
16. Машенков М.И., Гарипова Р.Ф. Морфобиологическая изменчивость признаков различных сортов лука – *A. sepa*, индуцированная экологическими условиями Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Т. 2. N 2. 2004. С. 97–98.

#### REFERENCES

1. Cheremushkina V.A. *Biologiya lukov Evrazii* [Biology of Eurasian onions]. Novosibirsk, The Science Publ., 2004, 276 p. (In Russian)
2. Kudryashova G.L. Review of species of the genus *Allium* (Alliaceae) of the Caucasus. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical Journal]. 2001, vol. 86, no. 4, pp. 119–132. (In Russian)
3. Murtazaliev R.A. *Konspekt flory Dagestana* [Synopsis of the flora of Dagestan]. Makhachkala, Epokha Publ., 2009, vol. 4, pp. 37–45. (In Russian)
4. *Krasnaya kniga Respubliki Dagestan* [Red Book of the Republic of Dagestan]. Makhachkala, Printing house IE Jamaludinov M.A. Publ., 2020, 800 p. (In Russian)
5. Cholokashvili N.B. A new series of *Daghestanica* Tscholokashvili from the section *Rhiziridum* of the genus *Allium* L. *Zametki sistematiki geografii rastenii* [Notes on the taxonomy and geography of plants]. 1965, iss. 25, pp. 83–102. (In Russian)
6. Alibegova A.N., Murtazaliev R.A. On the species independence of *Allium mirzajevii* Tscholok. (Alliaceae). *Novosti sistematiki vysshih rastenii* [News of taxonomy of higher plants]. 2010, vol. 41, pp. 63–68. (In Russian)
7. Murtazaliev R.A., Frizen N.V. Biogeografiya i filogeniya vidov sekcii *Daghestanica* (*Allium Amaryllidaceae*) [Biogeography and phylogeny of species of the section *Daghestanica* (*Allium Amaryllidaceae*)]. In: *Trudy 14 s'ezda Russkogo botanicheskogo obshchestva i konferencii «Botanika v sovremennom mire»*, *Makhachkala, 18–23 iyunya 2018*. [Proceedings of the 14th Congress of the Russian Botanical Society and the Conference "Botany in the Modern World", Makhachkala, 18–23 June 2018]. Makhachkala, 2018, vol. 1, pp. 144–147. (In Russian)
8. Alibegova A.N., Musaev A.M. Interpopulation variability in size and weight of seeds of some species of *Allium* L.

- (*Alliaceae*) under conditions of introduction. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya* [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology]. 2011, no. 2, pp. 126–128. (In Russian)
9. Dibirow M.D. Analysis of the variability of seed productivity of *Allium samurense* Tscholok. in mountain conditions. *Problems of development of the agro-industrial complex of the region*. 2020, no. 4(44), pp. 46–52. (In Russian)  
<https://doi.org/10.15217/issn2079-0996.2020.3.46>
10. Dibirow M.D. Analysis of seed productivity of *Allium daghestanicum* in the mountains. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2021, no. 6(92), pp. 110–114. (In Russian) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-92-6-110-114>
11. Dibirow M.D. Variability of morphological features of *Allium gunibicum* Misch. ex Grossh. in experimental conditions. *Proceedings of the Gorsky Agrarian University*, 2022, vol. 59(4), pp. 224–231. (In Russian)  
[https://doi.org/10.54258/20701047\\_2022\\_59\\_4\\_224](https://doi.org/10.54258/20701047_2022_59_4_224)
12. Dibirow M., Alibegova A., Osmanov R. The structure of variability of traits of seed productivity of *Allium charadzeae* Tscholok. in the mountainous conditions of Dagestan. *BIO Web of Conferences* 43, 2022, article id: 01018.  
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301018>
13. Yamalov S.M., Lebedeva M.V., Golovanov Ya.M., Petrova M.V. Rare and in need of protection plant species of the stony steppes of the Southern and Middle Urals. *Samara Scientific Bulletin*, 2019, vol. 8, no. 4(29), pp. 107–115. (In Russian)  
<https://doi.org/10.24411/2309-4370-2019-14119>
14. Barykina R.P., Veselova T.D., Devyatov A.G., Dzhalilova Kh.Kh., Ilyina G.M., Chubanova N.V. *Spravochnik po botanicheskoi mikrotehnike. Osnovy i metody* [Handbook of botanical microtechnology. Fundamentals and methods]. Moscow, MSU Publ., 2004, 312 p. (In Russian)
15. Samylin I.A., Anosova O.G. *Farmakognosiya. Atlas* [Pharmacognosy. Atlas]. Moscow, GEOTAR – Media Publ., 2007, vol. 1, 192 p. (In Russian)
16. Mashenkov M.I., Garipova R.F. Morphophysiological variability of the traits of different varieties of onion - *A. sepa*, induced by the environmental conditions of the Orenburg region. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. 2004, vol. 2, no. 2, pp. 97–98. (In Russian)

#### КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Магомед Д. Дибиров собирал, фиксировал растительный материал для анатомических исследований. Зулфира Р. Рамазанова изготовила временные препараты, сделала микрофотографии, провела измерения тканей и клеток. Загирбег М. Асадулаев, Зарема И. Солтанмурадова и Зулфира Р. Рамазанова проанализировали данные и написали рукопись. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Magomed D. Dibirow collected and fixed plant material for anatomical studies and carried out statistical processing of data. Zulfira R. Ramazanova made temporary preparations, took microphotographs and measured tissues and cells. Zagirbeg M. Asadulaev, Zarema I. Soltanmuradova and Zulfira R. Ramazanova analysed the data and wrote the article. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

#### NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

#### ORCID

Зулфира Р. Рамазанова / Zulfira R. Ramazanova <https://orcid.org/0000-0002-2182-3220>

Магомед Д. Дибиров / Magomed D. Dibirow <https://orcid.org/0000-0003-0956-3769>

Зарема И. Солтанмурадова / Zarema I. Soltanmuradova <https://orcid.org/0000-0003-3018-9097>

Загирбег М. Асадулаев / Zagirbeg M. Asadulaev <https://orcid.org/0000-0001-5370-6611>