УДК 574.3:581.4:635·976(470.67)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РЕДКОГО И ЭНДЕМИЧНОГО ВИДА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА *ATRAPHAXIS DAGHESTANICA* (*POLYGONACEAE*)

[1]Б.М. Магомедова, [2]М.М. Мингажова
[1]ФГБУН Горный ботанический сад ДНЦ РАН, РФ, г. Махачкала
[2]Дагестанский государственный университет, РФ, г. Кизляр
bary_m@mail.ru

В статье приводятся данные по биоморфологической характеристике редкого эндемичного вида *Atraphaxis daghestanica* (O. Lovelius) O. Lovelius. Вид включен в «Красную книгу Дагестана» [1] (3 категория, редкий вид). Исследования были проведены в Цумадинском и Ботлихском районах Дагестана, где выявлены две крупные географически изолированные группы особей *A. daghestanica*. Установлено, что в Цумадинском районе особи имеют более крупные морфометрические параметры кустов, чем в Ботлихском. Сравнение средних значений биометрических показателей куста по критерию Стьюдента показало достоверное различие между группами по показателям. Уровень изменчивости признаков характеризуется от повышенного до очень высокого [2]. Среди особей в количественном отношении доминируют молодые генеративные особи и средневозрастные генеративные особи.

Ключевые слова: *Atraphaxis daghestanica*, эндемик, редкий вид, Красная книга, изменчивость, возрастной спектр.

VARIABILITY OF SOME MORPHOLOGICAL FEATURES RARE AND ENDEMIC SPECIES OF THE EASTERN CAUCASUS *ATRAPHAXIS DAGHESTANICA* (*POLYGONACEAE*)

[1]B.M. Magomedova, [2]M.M. Mingazhova
[1] Mountain Botanical Garden of DSC RAS
[2]Dagestan State University

The morphological characteristics of the bushes of a rare endemic species Atraphaxis daghestanica (O. Lovelius) O. Lovelius are given in the article. It is included in the "Red Book of Dagestan" [1] (3 category, a rare species). Studies are conducted in Tsumadin and Botlikh districts of Dagestan, and two large geographically isolated groups of individuals A. daghestanica are revealed. It has been revealed that morphometric parameters of bushes were larger in Tsumadin area than in Botlikh. Comparison of the average values of biometric indicators by Student's test showed a significant difference between the groups. Levels of variability characterized from high to very high [2]. The young generative and middle-aged generative individuals are dominated in a quantitative sense

Keywords: Atraphaxis daghestanica, endemic species, rare species, Red Book, variability, the age spectrum.

Особенности геологического строения, сложность орографии, разнообразие климатических условий сравнительно небольшой территории Горного Дагестана способствовали формированию достаточно оригинальной флоры и своеобразных сообществ нагорно-ксерофитной растительности. Эти особенности связаны с наличием довольно большого числа эндемичных видов, как широко распространенных и занимающих определенные положения в сообществах, так и локальных, известных из нескольких местонахождений [3]. Эндемизм, как явление, свойственное естественным флорам, характеризуется флористами показателем ее индивидуальности, поскольку отражает самобытность и оригинальность флор [4–6].

Эндемичные виды в природе представлены небольшими популяциями, имеющими узкие ареалы. Они чаще других видов растений становятся редкими и исчезающими элементами флоры, по той причине, что под давлением антропогенных факторов они исчезают в первую очередь.

Объект нашего исследования – *Atraphaxis daghestanica* (*Polygonaceae*), входит в список эндемичных видов Восточного Кавказа, занесен в Красную книгу Дагестана [1], где указано четыре локальных местонахождения: Цумадинский (сс. Эчеда, Кочали), Ботлихский (с. Муни), Унцукульский (сс. Аракани, Ирганай), Ахтынский (с. Ахты) районы. *Atraphaxis daghestanica* (syn. *A. billardieri* Jaub. et Spach subsp. *daghestanica* O. Lovelius, *A. tournefortii* Jaub. et Spach.) растопырено-ветвистый кустарник высотой 30–80 см. с толстым стволом и тонкими удлиненными, прямыми или слегка извилистыми неколючими, до верхушки облиственными или заканчивающимися цветками ветвями.

Род *Atraphaxis* L. включает около 25 видов, распространенных в зонах пустынь, степей и нагорных сухих областях Восточного Средиземноморья, Передней, Центральной и Средней Азии, Кавказа, Крыма, Поволжья. Во флоре Кавказа представлено 5 видов [7], в Дагестане 2 вида [8] – *A. replicata* и *A. daghestanica*.

Изучению популяций рода *Atraphaxis* в последнее время уделено достаточно большое внимание. На территории Сибири в четырёх ценопопуляциях проведено исследование изменчивости признаков листьев и соцветий *Atraphaxis frutescens* (L.) C Koch. [9], также изучено состояние ценопопуляции данного вида [10]. Исследована онтогенетическая структура природных популяций редкого в самарской флоре *Atraphaxis frutescens* при возрастании антропогенного пресса на их местообитания [11]. Работа O.V. Yurtseva, E.E. Severova, I.Y. Bovina [12] посвящена изучению таксономии рода *Atraphaxis*. B. Zhe Xua, C. Ming-Li Zhanga [13] на примере эндемичного вида *Atraphaxis manshurica* изучено потенциальное влияние климатических эффектов и геологических событий на пространственную генетическую структуру вида в регионе.

Растения рода *Atraphaxis* L. проявляют антибактериальную и антиоксидантную активность, используются как красильные, дубильные, жирно-масличные, кормовые и медоносные, их побеги применяют при диарее. Комплекс БАВ растений рода *Atraphaxis* обуславливает их полезные свойства. В надземных и подземных органах идентифицированы флавонолы, флаваны, флавоны, антрахиноны, фенолкарбоновые кислоты и их производные, дубильные вещества, алкалоиды [14–16].

В условиях Дагестана исследования по роду *Atraphaxis* не проведены, имеются только краткие сведения в «Красной книге Дагестана» [1]. Настоящая работа посвящена изучению биоморфологических параметров кустов *A. daghestanica*.

Материал и методика

Обследование проводили маршрутным методом. В результате обследования территории в Горном Дагестане обнаружены две крупные изолированные Андийским хребтом группы *Atraphaxis daghestanica*. Первая – произрастает в Цумадинском районе (с. Эчеда, С.Ш. 42°26'020" В.Д. 46°00'430", h=1126 м над ур.м.), вторая – в Ботлихском районе (с. Муни, с. Ботлих, С.Ш. 42°40'727" В.Д. 46°15'912", h=843 м. над ур. м.).

В изучаемых группах проведены измерения высоты и ширины кустов *Atraphaxis daghestanica*. Выделение возрастных состояний растений производили в соответствии с работами Т.А. Работнова [17] и А.А. Уранова [18]. Этап от начала развития особи до перехода его в генеративную фазу обозначен как виргинильный (v) без разграничения на ювенильное (j) и имматурное (im) состояния.

У многолетних растений в принятой периодизации онтогенеза генеративный период подразделяется на три возрастных состояния: g_1, g_2, g_3 (молодые генеративные особи, средневозрастные генеративные, старые генеративные растения) [19].

g_1 – молодые генеративные растения, характеризующиеся появлением генеративных органов, преобладанием процессов новообразования над отмиранием, высоким уровнем виталитета.

g_2 – средневозрастные растения, характеризующиеся максимальным показателем биомассы, высокими показателями семенной продуктивности и виталитета.

g_3 – старые генеративные растения, для которых характерны преобладание процессов отмирания над процессами новообразования, снижение генеративной функции и уменьшение вегетативного прироста [20].

Постгенеративный период характеризуется преобладанием процессов отмирания над новообразованием, отсутствием плодоношения и прироста, средним уровнем жизненности (субсенильные особи – ss) или отсутствием ростовых процессов и генеративных функций, с низким уровнем виталитета (сенильные особи – s).

Обработку материала проводили методом многомерной статистики с использованием однофакторного дисперсионного анализа и оценкой их доли влияния.

Результаты и их обсуждение

В Цумадинском районе Дагестана на участках с произрастанием *A. daghestanica* произрастает 45 видов растений, из которых 11 относятся к древесным. Такие древесные виды, как *Celtis glabrata, Salix alba, Juniperus polycarpos, Ephedra procera, Cotinus coggygria, Rosa* sp., *Rhamnus pallasii, Astragalus denudatus, Solanum persicum* встречаются в сообществах с доминированием *A. daghestanica* единично. Постоянными спутниками *Atraphaxis daghestanica* в Цумадинском районе являются такие древесные виды как, *Cerasus incana* и *Spiraea hypericifolia*, а в травяном ярусе преобладают *Crepis caucasigena* и *Parietaria judaica*. Самыми многочисленными по представленности видами являются семейства *Asteraceae, Poaceae, Lamiaceae* (5–6 видов), *Fabaceae* и *Rosaceae* имеют по 3 вида, остальные семейства представлены 1–2 видами.

В Ботлихском районе Дагестана в сообществах с произрастанием *A. daghestanica* произрастает 48 видов растений, из которых 11 относятся к древесным. Такие древесные виды, как *Cerasus incana, Spiraea hypericifolia, Paliurus spina-christi, Salsola dendroides, Berberis vulgaris, Nitraria schober, Reaumuria hypericioides, Krascheninnikovia ceratoides, Artemisia salsoloides, Artemisia marschalliana* встречаются в сообществах с доминированием *A. daghestanica* единично. Доминирующими видами по частоте встречаемости являются *Botriochloa ischaemum, Artemisia taurica, Colutea orientalis, Convolvulus arvensis.* По представленности видами ведущими семействами являются *Asteraceae* и *Fabaceae*, содержащие по 7 видов, затем *Lamiaceae*, включающее 6 видов, *Poaceae* – 4, *Chenopodiaceae* – 3, *Zygophyllaceae* – 3, остальные семейства представлены 1–2 видами.

При изучении двух групп особей *A. daghestanica* выявлено, что растения «цумадинской» группы имеют более крупные морфометрические параметры кустов, чем у «ботлихской» (табл. 1). Низкие биоморфологические показатели особей связаны большей частью с аридностью склона андийского хребта по сравнению с условиями произрастания «цумадинской» группы.

Таблица 1

Сравнительная характеристика биоморфологических параметров кустов *Atraphaxis daghestanica*

Район		Высота куста, см.		Ширина, см.	
		$\bar{x} \pm Sx$	CV,%	$\bar{x} \pm Sx$	CV,%
Цумадинский	с. Эчеда	57,9± 4,29	33,9	67,3±7,54	51,2
Ботлихский	с. Ботлих	40,9±1,55	23,4	46,3±2,54	33,8
	с. Муни	30,4±0,94	21,1	43,7±3,34	52,4

Установлено, что комплексный фактор в различных условиях произрастания *A. daghestanica* существенно влияет (на 99,9 %-ном уровне значимости) на изменчивость всех изученных морфологических признаков параметров кустов *A. daghestanica*. Выявлены достоверные различия (табл. 2).

Таблица 2

Значения t-критерия морфологических параметров кустов *Atraphaxis daghestanica*

Вид	Высота куста	Ширина куста
A. daghestanica	3,77***	2,63***

Примечание: *- P < 0.05; ** - P < 0.01; ***- P < 0.001.

При оценке изменчивости биометрических показателей установлено, что степень варьирования признаков соответствует повышенному (CV=21-30 %) и высокому (CV=31-40 %) уровню изменчивости по признаку «высота куста», высокому (CV=31-40 %) и очень высокому (CV>40%) по признаку «ширина куста».

Д.К. Костиков, Е.В. Банаев [9] при изучении фенотипической изменчивости *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch в Сибири также установили различия между ценопопуляциями по метрическим показателям, что они объясняют эколого-климатическими особенностями местообитаний.

При помощи дисперсионного анализа по итогам регрессии определена доля влияния комплекса факторов высотного градиента на изучаемые признаки. Фактор условия произрастания оказал значительное влияние на изменчивость всех учтенных признаков (табл. 3). По результатам корреляционного анализа была установлена достоверная положительная связь между высотой над ур. м. и изучаемыми признаками. В таблице 3 приведены коэффициенты корреляции и детерминации для учитываемых признаков.

Таблица 3

Результаты однофакторного дисперсионного и регрессионного анализа по фактору условия произрастания

Признаки	Фактор	Высота куста
Atraphaxis daghestanica	h2,%	57,4***
	r2,%	31,7***
	rxy	0,56***

Примечание: h^2 – сила влияния фактора; r^2 – коэффициент детерминации; r_{xy} – коэффициент корреляции между высотным уровнем и изучаемым признаком, *– P<0,05.

На рис. 2 и 3 представлены гистограммы распределения частот по признакам «высота куста» и «ширина куста» для особей *A. daghestanica*, произрастающих в Цумадинском районе. Как видно по графикам, в данной группе наиболее часто встречаются кусты с высотой от 69 до 81 см, с шириной от 36 до 61 см.

При распределении кустов *A. daghestanica* по классовым интервалам, мы попытались соотнесли классовые интервалы по возрастному состоянию. При распределении кустов по признаку «высота куста» (данный признак по сравнению с «шириной» имел более низкий коэффициент вариации) получилось следующее распределение: первый интервал, от 9 до 20 см соответствует виргинильному возрастному состоянию, 21–32 см, 33–44 см, 45–56 см по признаку «высота куста» соответствует g_1 возрастному состоянию, интервалы со значениями 57–68 см, 69–81 соответствуют g_2 возрастному состоянию. Выделенные классовые интервалы, занимающие первое и второе места, по возрастному состоянию относятся соответственно к молодым и средневозрастным генеративным особям (рис. 1 и 2). Жизненное состояние растений *A. daghestanica*, произрастающих в Цумадинском районе, имеет высокую оценку.

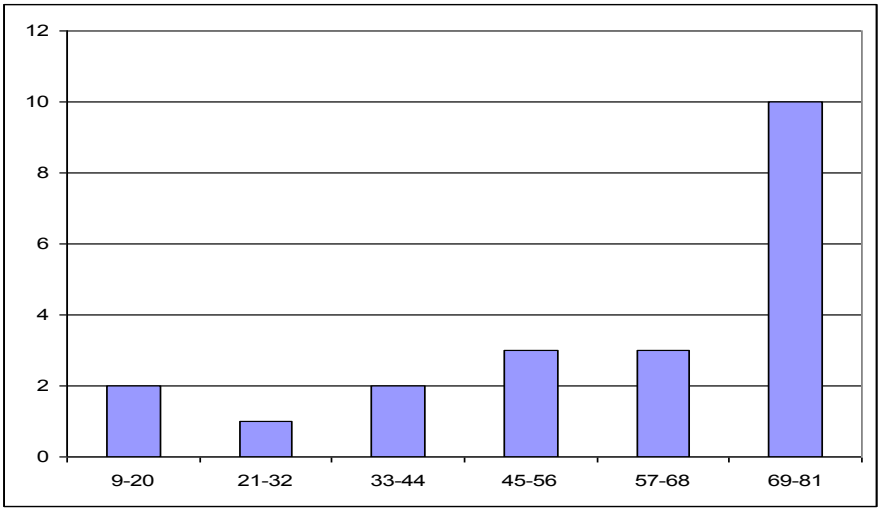

Рис. 1. Гистограмма распределения частот по признаку «высота куста» для *A. daghestanica*, произрастающей в Цумадинском районе.

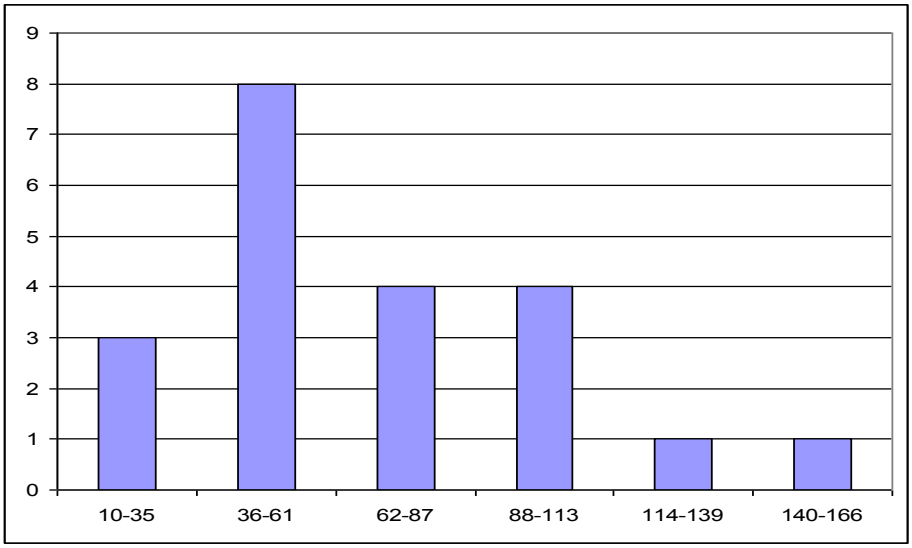

Рис. 2. Гистограмма распределения частот по признаку «ширина куста» для *A. daghestanica*, произрастающей в Цумадинском районе.

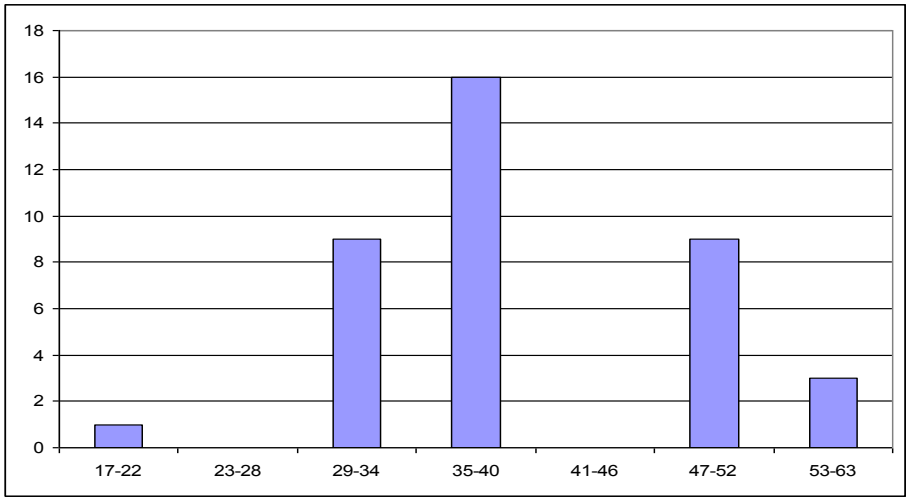

Рис. 3. Гистограмма распределения частот по признаку «высота куста» для *A. daghestanica*, произрастающей в Ботлихском районе.

У особей «ботлихской» группы наиболее часто встречаются кусты с высотой от 35 до 40 см, с шириной от 35 до 44 см, что наглядно отражено на графиках (рис. 3 и 4). У «ботлихской» группы растений *A. daghestanica* мы также попытались соотнесли классовые интервалы по возрастному состоянию. Выделенные классовые интервалы, занимающие первое и второе места при распределении частот по признакам «высота куста», «ширина куста» у данной группы растений *A. daghestanica* по возрастному состоянию относятся соответственно к молодым генеративным и средневозрастным генеративным особям. Общая жизненность особей у «ботлихской» группы растений *A. daghestanica* высокая: наблюдается обильное плодоношение, хороший годичный прирост.

Анализ близости показателей 3 выборок *A. daghestanica* по морфометрическим показателям в Дагестане выявил следующую картину (рис. 5).

На первом уровне кластерных связей подтверждена близость показателей двух выборок сс. Ботлих и Муни. Обособленно размещена выборка с. Эчеда с высоты 1126 м над ур. м.

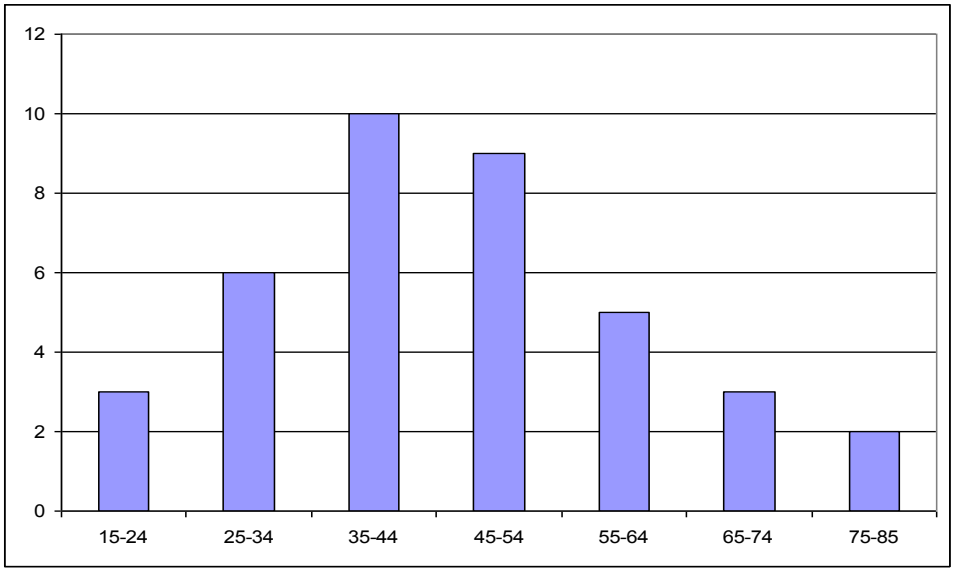

Рис. 4. Гистограмма распределения частот по признаку «ширина куста» для *A. daghestanica*, произрастающей в Ботлихском районе.

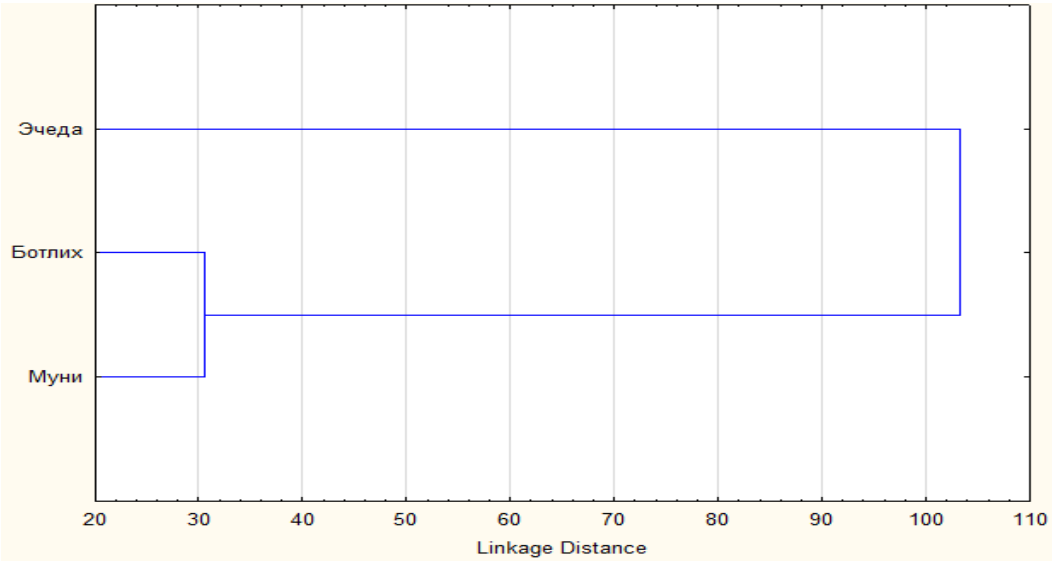

Рис. 5. Дендрограмма близости геоботанических описаний площадок с участием *A. daghestanica* в Дагестане.

Выводы

При изучении двух групп особей *A. daghestanica* выявлено, что растения «цумадинской» группы имеют более крупные морфометрические параметры кустов, нежели «ботлихской». Низкие биоморфологические показатели особей, видимо, связаны с большей аридностью склона андийского хребта по сравнению с условиями произрастания «цумадинской» группы. Среди растений *A. daghestanica*, произрастающих в Цумадинском районе Дагестана, наиболее часто встречаются кусты с высотой от 69 до 81 см, с шириной от 36 до 61 см. У особей «ботлихской» группы часто встречаемыми являются кусты с высотой от 35 до 40 см, с шириной от 35 до 44 см. Таким образом, результаты исследований изменчивости некоторых морфологических признаков растений *A. daghestanica* показали, что на градиенте ухудшения эколого-ценотических условий («ботлихская группа») происходит уменьшение габитуса растений.

В результате статистической обработки было установлено, что среди особей в количественном отношении доминируют молодые генеративные особи и средневозрастные генеративные особи.

Для морфологических признаков выявлено влияние средового фактора. Фактор «условия произрастания» оказал значительное влияние на изменчивость учтенных признаков.

Литература (References)

1. *Murtazaliev R.A., Teymurov A.A. Atraphaxis daghestanica* (O. Lovelius) O. Lovelius. The Red Book of the Republic of Dagestan. Makhachkala. 2009. P. 229. (in Russian). *Муртазалиев Р.А., Теймуров А.А.* Курчавка дагестанская *Atraphaxis daghestanica* (O. Lovelius) O. Lovelius. Красная книга Республики Дагестан. Махачкала. 2009. С. 229.
2. *Mamaev S.A.* Forms of infraspecific variability woody plants. M.: Nauka, 1973. 283 p. (in Russian). *Мамаев С.А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 283 с.
3. *Murtazaliev R.A., Guseynova Z.A.* Features of distribution and phytocenological attachment of *Helianthemum daghestanicum* Rupr. / Multidisciplinary network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2014. № 96, http://cyberleninka.ru/search. (in Russian). *Муртазалиев Р.А., Гусейнова З.А.* Особенности распространения и фитоценотическая приуроченность *Helianthemum daghestanicum* Rupr. / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 96, http://cyberleninka.ru/search.
4. *Kamelin R.V.* Florogenetic analysis of the natural flora of the mountainous Central Asia. L.: Nauka, 1973. 355 p. (in Russian). *Камелин Р.В.* Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л.: Наука, 1973. 355 с.
5. *Tolmachev A.I.* Introduction to plant geography. L.: Publishing House of Leningrad. University Press, 1974. 244 p. (in Russian). *Толмачев А.И.* Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 244 с.
6. *Takhtadzhyan A.L.* Floristic regions of the World. L.: Nauka, 1978. 248 p. (in Russian). *Тахтаджян А.Л.* Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.
7. *Grossgeim A.A.* Flora of the Caucasus. Baku: Publishing House of As of the Azer. SSR, 1945. T. 3. 321. (in Russian). *Гроссгейм А.А.* Флора Кавказа. Баку: изд-во АН Аз. ССР. 1945. Т. 3. 321 с.
8. *Murtazaliev R.A.* Conspectus of the flora of Dagestan. V. 1. Makhachkala, 2009. 319 p. (in Russian). *Муртазалиев Р.А.* Конспект флоры Дагестана. Т. 1. Махачкала, 2009. 319 с.
9. *Kostikov D.K., Banaev E.V.* Phenotypic variation *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch. in Siberia // Problems of South Siberia and Mongolia botany. 2015. № 14. P. 276–279. (in Russian). *Костиков Д.К., Банаев Е.В.* Фенотипическая изменчивость *Atraphaxis frutescens* (L.) C.

Koch. в Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2015. № 14. С. 276–279.
10. *Elisafenko T.V., Zhmud E.V., Kuban I.N., Dorogina O.V.* Condition coenopopulations rare species for the Novosibirsk region *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch (*Polygonaceae* L.) // Problems of regional ecology. 2011. № 3. P. 133–137. (in Russian). *Елисафенко Т.В., Жмудь Е.В., Кубан И.Н., Дорогина О.В.* Состояние ценопопуляции редкого для Новосибирской области вида *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch (*Polygonaceae* L.) // Проблемы региональной экологии. 2011. № 3. С. 133–137.
11. *Ilyina V.N.* Changes in basic developmental spectrum of populations of some rare species of plants of the Samara region in anthropogenic pressure on the habitat. / The Samara Bend: regional and global environmental problems. 2015. T. 24. № 3. P. 144–170. (in Russian). *Ильина В.Н.* Изменения базовых онтогенетических спектров популяций некоторых редких видов растений самарской области при антропогенной нагрузке на местообитания. / Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24. № 3. С. 144–170.
12. *Yurtseva O.V., Severova E.E., Bovina I.Y.* Pollen morphology and taxonomy of *Atraphaxis* (*Polygoneae*). Plant Systematics and Evolution. 2014. T. 300. № 4. P. 749–766.
13. *Zhe Xua B., Ming-Li Zhanga C.* The effect of past climatic oscillations on spatial genetic structure of *Atraphaxis manshurica* (*Polygonoideae*) in the Horqin sandlands, northern China / Biochemical Systematics and Ecology. Volume 60, June 2015. P. 88–94.
14. *Omurkamzinova V.B.* Phenolic compounds of some plants of the genus Atraphaxis L .: Author. Dis....Cand. Chem. Sciences. Alma-Ata, 1978. 22 p. (in Russian). *Омуркамзинова В.Б.* Фенольные соединения некоторых растений рода *Atraphaxis* L.: Автореф. дисс.… канд. хим. наук. Алма-Ата, 1978. 22 с.
15. *Nakano H, Schrader K.K., Mamonov L.K., Kustova T.S., Mursaliyeva V.K., Cantrell C.L.* Isolation and Identification of Flavobacterium columnare and Streptococcus iniae Antibacterial Compounds from the Terrestrial Plant Atraphaxis aetevirens // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. Vol. 60. P. 10415–10419.
16. *Kostikova V.A., Kukushkina T.A., Kostikov D.K.* Biologically active substances *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch, native to Siberia. In the collection of new advances in chemistry and chemical technology of vegetable raw materials. // Proceedings of the VI All-Russian conference with international participation. Edited by N.G. Bazarnova, V.I Markin. 2014. P. 222–224. (in Russian). *Костикова В.А., Кукушкина Т.А., Костиков Д.К.* Биологически активные вещества *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch, произрастающего в Сибири. В сборнике: новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. // Материалы VI Всероссийской конференции с международным участием. Под редакцией Н.Г. Базарновой, В.И. Маркина. 2014. С. 222–224.
17. *Rabotnov T.A.* Life cycle of perennial herbaceous plants in the meadow cenoses // Tr. BIN USSR. Ser. 3. Geobotany. Moscow-Leningrad, 1950. Vol. 6. P. 7–204. (in Russian). *Работнов Т.А.* Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.-Л., 1950. Вып. 6. С. 7–204.
18. *Uranov A.A.* The age range of fitotsenopopulyatsii as a function of time and energy wave processes // Biol. science. 1975. № 2. P. 7–33. (in Russian). *Уранов А.А.* Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–33.
19. Botany: Morphology and anatomy of plants. Proc. manual for students ped. Institute for Comrade biol. and chemical. specialist. / Vasilyev A.E., Voronin N.S., Yelenevskaya A.G. et al. Ed. 2nd, Revised. M .: Education, 1988. 614 p. (in Russian). Ботаника: Морфология и анатомия растений. Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. и хим. спец. / Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Изд. 2-е, перераб. М.: Просвещение, 1988. 614 с.
20. Ontogenetic atlas of medicinal plants: a tutorial. Yoshkar-Ola, Margot, 1997. 240 p. (in Russian). Онтогенетический атлас лекарственных растений: учебное пособие. Йошкар-Ола, МарГУ, 1997. 240 с.