



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 463–468
Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 463–468
<https://ichbe.sgu.ru> <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2025-25-4-463-468>, EDN: XBAXMB

Научная статья
УДК 582.572.22+581.92+58.009

Изменчивость формы отгиба листочка околоцветника у некоторых видов *Colchicum* s.l. Европейской России



В. С. Епифанов, А. О. Кондратьева, М. Ю. Касаткин, А. С. Кашин ✉

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Епифанов Владимир Сергеевич, ведущий биолог отдела биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад» СГУ, аспирант биологического факультета, epifanov.v2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5229-8151>

Кондратьева Анна Олеговна, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией молекулярной биологии и цитогенетики УНЦ «Ботанический сад» СГУ, popova.ao@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5000-8914>

Касаткин Михаил Юрьевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и физиологии растений, kasatkin.my@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1746-850X>

Кашин Александр Степанович, доктор биологических наук, профессор кафедры генетики, kashinas2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2342-2172>

Аннотация. Целью данной работы было выявление степени изменчивости формы отгиба листочка околоцветника у представителей шести видов рода *Colchicum* s.l.: *C. laetum* L., *C. ancyrense* B. L. Burtt, *C. bulbocodium* var. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss, *C. umbrosum* Steven, *C. trigynum* (Steven ex Adam) Stearn, *C. eichleri* (Regel) K. Perss. В каждой из 53 популяций, расположенных на территории Европейской России, исследовали по 30 растений. Анализ разнообразия формы отгиба листочка околоцветника проводили методом геометрической морфометрии. Анализ главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) показал, что наибольшей амплитудой изменчивости как на внутри-, так и на межвидовом уровне характеризовались виды *C. laetum* и *C. bulbocodium* var. *versicolor*, ранее относимые к разным родам. Остальные виды отличались меньшим диапазоном изменчивости. У образцов *C. eichleri* и *C. trigynum*, выделяемых ранее в отдельный род *Merendera*, отгибы листочков околоцветника имели сходную форму, что указывает на обоснованность объединения их в один вид, с приоритетным названием *C. trigynum*. В целом полученные данные служат дополнительным аргументом в пользу справедливости объединения *Colchicum*, *Bulbocodium* и *Merendera* в один род *Colchicum* s.l.

Ключевые слова: геометрическая морфометрия, морфологическая изменчивость, форма отгиба листочка околоцветника, *Colchicum*

Для цитирования: Епифанов В. С., Кондратьева А. О., Касаткин М. Ю., Кашин А. С. Изменчивость формы отгиба листочка околоцветника у некоторых видов *Colchicum* s.l. Европейской России // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2025. Т. 25, вып. 4. С. 463–468. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2025-25-4-463-468>, EDN: XBAXMB

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Variability of tepal's bend shape in some *Colchicum* s.l. species of European Russia

V. S. Epifanov, A. O. Kondratieva, M. Yu. Kasatkin, A. S. Kashin ✉

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Vladimir S. Epifanov, epifanov.v2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5229-8151>

Anna O. Kondratieva, popova.ao@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5000-8914>

Mikhail Yu. Kasatkin, kasatkin.my@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1746-850X>

Aleksandr S. Kashin, kashinas2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2342-2172>

Abstract. The aim of this work was to identify the degree of tepal bend shape variation in representatives of six *Colchicum* s.l. species: *C. laetum* L., *C. ancyrense* B. L. Burtt, *C. bulbocodium* var. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss, *C. umbrosum* Steven, *C. trigynum* (Steven ex Adam) Stearn, *C. eichleri* (Regel) K. Perss. In each of the 53 populations located in the territory of European Russia, 30 plants were studied. The analysis of tepal bend shape variation was carried out using the geometric morphometry method. Principal Component Analysis (PCA) showed that *C. laetum* and *C. bulbocodium* var. *versicolor*, previously attributed to different genera, has the highest level of variation at the intra- and interspecific levels. The other species were characterized by a smaller range of variation. In the specimens of *C. eichleri* and *C. trigynum*, previously allocated to a separate genus *Merendera*, the tepals had a similar shape, which indicates the validity of combining them into one species with the priority name *C. trigynum*. In general, the obtained results serve as an additional argument in favour of combining *Colchicum*, *Bulbocodium* and *Merendera* into one genus *Colchicum* s.l.

Keywords: geometric morphometry, morphological variability, tepal bend shape, *Colchicum*



For citation: Epifanov V. S., Kondratieva A. O., Kasatkin M. Yu., Kashin A. S. Variability of tepal's bend shape in some *Colchicum* s.l. species of European Russia. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2025, vol. 25, iss. 4, pp. 463–468 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2025-25-4-463-468>, EDN: XBAXMB

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Представления о таксономической структуре рода *Colchicum* до настоящего времени остаются далёкими от однозначного понимания. Особенно это касается близкородственных таксонов *Colchicum*, *Merendera*, *Bulbocodium* и *Androcymbium* [1]. Одни авторы относят все виды этих таксонов к одному роду *Colchicum* sensu lato, другие понимают их как самостоятельные рода. В зависимости от той или иной точки зрения род *Colchicum* включает от 80 до 160 видов [2].

Безвременник относится к одному из древнейших лекарственных растений. Виды рода содержат алкалоид колхицин, ингибирующий образование веретена деления и применяемый в современной медицине, например, при лечении заболеваний суставов, подагры, аутоиммунных воспалительных заболеваний [3].

Местами произрастания *Colchicum* являются равнины и горы, степи, кустарниковые средиземноморские формации, леса, луга. Представители рода встречаются в Средиземноморье, Азии, на Кавказе, в Западной Европе и южных районах европейской части бывшего СССР [4].

В работе предпринята попытка выявления основных направлений межвидовой изменчивости формы отгиба листочка околоцветника у шести видов *Colchicum* s. l. Европейской России с использованием метода геометрической морфометрии [5]. При этом в анализ взяты образцы трёх видов *Colchicum*, традиционно относимых к этому роду в понимании s. str. (*C. laetum*, *C. ancyrense*, *C. umbrosum*), и три вида – включённые в этот род в понимании s. l., а до этого понимаемые в качестве представителей самостоятельных родов *Bulbocodium* (*C. bulbocodium* var. *versicolor*) и *Merendera* (*C. trigynum*, *C. eichleri*).

Материалы и методы

Сбор материала проводился в 2021–2024 гг. в 4 популяциях *C. ancyrense* Крымского полуострова; 17 популяциях *C. laetum* из Волгоградской и Ростовской обл., Республики Калмыкия и Ставропольского края; 16 популя-

циях *C. bulbocodium* var. *versicolor* из Воронежской, Волгоградской, Саратовской и Тамбовской обл.; 14 популяциях *C. trigynum* и *C. eichleri* из Р. Карачаево-Черкесия, Р. Кабардино-Балкария, Р. Дагестан и Ставропольского края; 2 популяциях *C. umbrosum* из Р. Адыгея и Краснодарского края (рис. 1).

С целью поддержания единообразия в оценке учитывались растения генеративного онтогенетического состояния [6]. В каждой популяции отгибы листочков околоцветника отбирались у 30 растений. Если в популяции количество генеративных особей было меньше 30, анализировалось имеющееся количество растений. Затем проводилась фотосъёмка отгибов листочков околоцветника при одинаковом увеличении на белом фоне с масштабной линейкой. На полученных изображениях с помощью программного обеспечения «tpsUtil» и «tpsDig2» [7] размещались 3 фиксированные метки, а также 2 контура. Контур состояли из пятидесяти равноудалённых друг от друга полуметок.

Для выявления основных направлений изменчивости использовали метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) в программе «MorphoJ» [8–10]. Также были получены схемы-каркасы, дающие представление о средних формах отгибов листочков околоцветника в видовых выборках.

Результаты и их обсуждение

Максимальные отличия по средней форме отгибов листочков околоцветника наблюдались между образцами *C. Trigynum*, с одной стороны, и *C. ancyrense* – с другой. Они заметно отличаются как между собой, так и от средней формы по генеральной совокупности (рис. 2). Различия, прежде всего, касались средней части и основания отгиба листочка околоцветника. Средние формы отгиба листочка околоцветника *C. bulbocodium* var. *versicolor* и *C. eichleri* оказались максимально сходными между собой и со средней формой по генеральной совокупности. Большое сходство средней формы отгиба листочка околоцветника у образцов этих двух таксонов наряду с большим отличием по

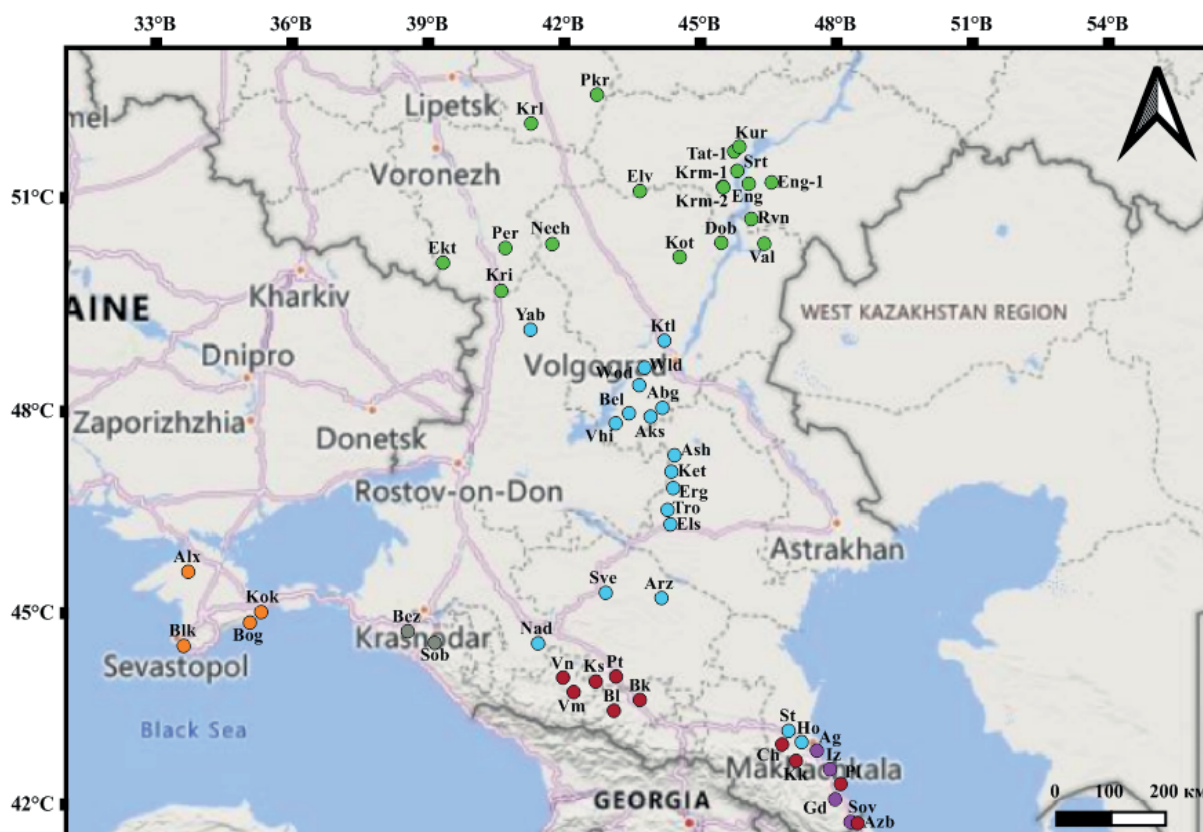


Рис. 1. Места произрастания изученных популяций *C. laetum* (точки, обозначенные голубым цветом); *C. ancyrense* (точки, обозначенные оранжевым цветом); *C. bulbocodium* var. *versicolor* (точки, обозначенные зелёным цветом); *C. trigynum* (точки, обозначенные бордовым цветом); *C. eichleri* (точки, обозначенные фиолетовым цветом); *C. umbrosum* (точки, обозначенные серым цветом) (цвет онлайн)

Fig. 1. The habitats of the studied populations of *C. laetum* (points designated in blue); *C. ancyrense* (points designated in orange); *C. bulbocodium* var. *versicolor* (points designated in green); *C. trigynum* (points designated in burgundy); *C. eichleri* (points designated in purple); *C. umbrosum* (points designated in gray) (colour online)

этому параметру между образцами *C. eichleri* и *C. trigynum* явилось неожиданностью, так как последние два вида, относимые ранее к роду *Merendera*, а priori должны были быть гораздо ближе друг к другу, чем к образцам *C. bulbocodium* var. *versicolor*. Ещё одной неожиданностью при сравнении средних форм отгибов листочка околоцветника было то, что средние формы отгибов *C. trigynum* и *C. umbrosum* оказались практически идентичными и довольно существенно отличались от этого параметра у образцов *C. eichleri*, будучи гораздо более узкими, чем у образцов последнего таксона.

В результате проведенного анализа установлено, что первые две главные компоненты объясняют 96.62% вариации формы (рис. 3). В области ординации образцы всех исследованных таксонов образуют одно общее облако рассеяния точек. Первая главная компонента

объясняет большую часть общей вариации (91%) и демонстрирует изменение формы отгиба листочка околоцветника от овальной до продолговатой. По второй главной компоненте больше отражаются изменения в нижней части отгиба листочков околоцветника – от узкой до более широкой (рис. 3).

Облака рассеяния *C. bulbocodium* var. *versicolor* и *C. laetum* сильно вытянуты вдоль первой главной компоненты, что указывает на наличие высокой степени изменчивости образцов данных видов по форме отгиба листочка околоцветника. В левой части области ординации относительно компактно расположились точки, соответствующие образцам *C. ancyrense*, т.е. особи данного вида в большинстве своем имеют более широкие, овальные отгибы листочка околоцветника и хорошо отделяются от образцов *C. eichleri*, *C. trigynum* и *C. umbrosum*.

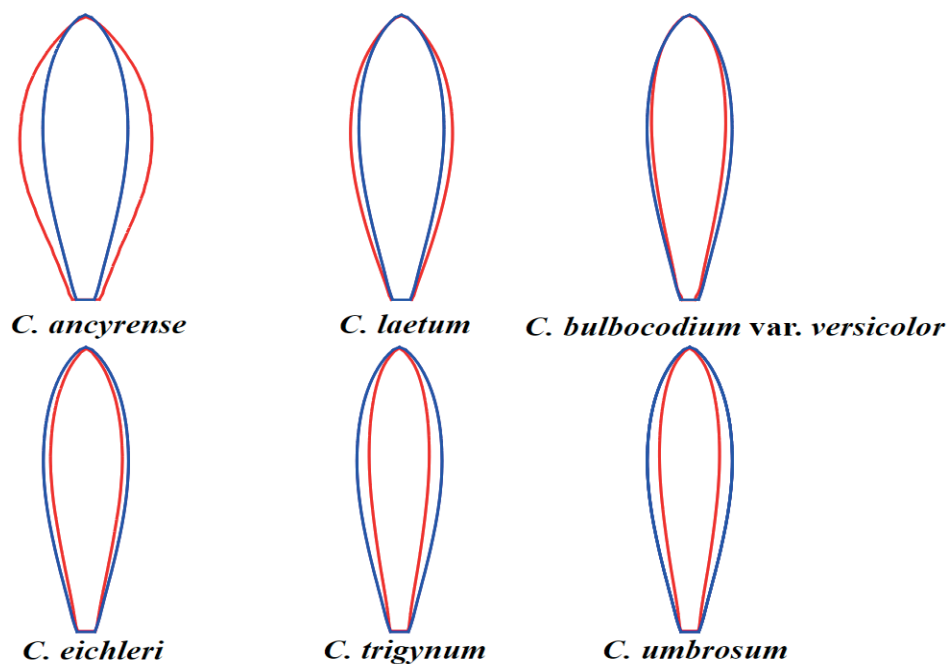


Рис. 2. Сравнение средних форм отгибов листочков околоцветника шести видов рода *Colchicum* s.l. (красный контур) со средней формой по генеральной совокупности (синий контур) (цвет онлайн)

Fig. 2. Comparison of the average shapes of tepal's bend of six *Colchicum* s.l. species (red outline) with the average shape for general population (blue outline) (colour online)

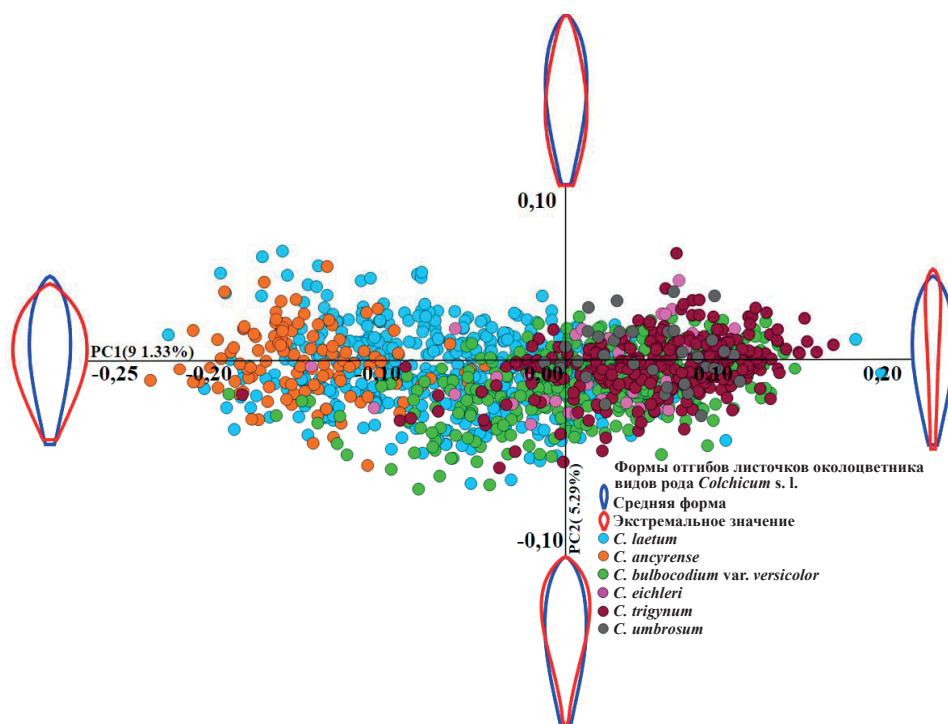


Рис. 3. Изменчивость формы отгиба листочка околоцветника у представителей шести видов *Colchicum* s.l. в пространстве первых двух главных компонент. Условные обозначения см. рис. 1 (цвет онлайн)

Fig. 3. Variability of tepal's bend shape in six *Colchicum* s.l. species in the space of the first two Principal Components. Symbols for samples see Fig. 1 (colour online)



Облака рассеяния точек, соответствующих образцам последних трёх видов, напротив, расположились в основном в области положительных значений первой главной компоненты и большей частью пересекаются. Растения данных видов имеют более узкую, продолговатую форму отгиба листочка околоцветника. Для образцов *C. eichleri* и *C. trigynum* это было ожидаемо, так как они являются близкородственными, произрастают в симпатрических популяциях и, скорее всего, представляют собой разновидности одного вида с приоритетным названием *C. trigynum*. Близость этого параметра у образцов этих таксонов с образцами *C. umbrosum*, возможно, объясняется близостью условий их произрастания в предгорьях Северного Кавказа, с одной стороны, и Северо-Западного Кавказа – с другой.

Заключение

По результатам исследования межвидового полиморфизма *Colchicum s. l.* методами геометрической морфометрии установлено, что *C. bulbocodium* var. *versicolor* и *C. laetum* отличаются наибольшим разнообразием форм отгибов листочка околоцветника. Вероятно, это связано с тем, что популяции этих видов охватывают большую часть исследованного фрагмента ареала с большим разнообразием условий произрастания. При этом очевидно, что форма отгиба листочков околоцветника для этих видов не является надежным диагностическим признаком для их разделения. Остальные виды оказались менее вариабельны по исследуемому признаку, что несколько повышает его диагностическую ценность при отделении, например, *C. ancurense* от других «южных» видов: *C. eichleri*, *C. trigynum* и *C. umbrosum*. Однако последние три вида фактически не различимы как между собой, так и с более вариабельными видами *C. bulbocodium* var. *versicolor* и *C. laetum*. В целом полученные данные служат дополнительным аргументом в пользу справедливости объединения *Colchicum*, *Bulbocodium* и *Merendera* в один род с приоритетным названием *Colchicum*.

Список литературы

1. Vinnersten A., Manning Jo. A new classification of Colchicaceae // *Taxon*. 2007. Vol. 56. P. 171–178.
2. Оганезова Г. Г. Проблемы рода *Colchicum* L. *Colchicum sensu lato* или *Colchicum sensu stricto* в

свете категорий прерывности и непрерывности. Ереван : НАН РА, Институт ботаники им. А. Тах-таджяна, 2019. 176 с.

3. Кароматов И. Д., Саидова М. С. Безвременник Кессельринга, Безвременник жёлтый // *Биология и интегративная медицина*. 2021. № 3 (50). С. 87–100.
4. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды, 2024. 944 с.
5. Васильев А. Г., Васильева И. А., Шкурихин А. О. Геометрическая морфометрия: от теории к практике. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2018. 471 с.
6. Sharma S. K., Pandit M. K. A morphometric analysis and taxonomic study of *Panax bipinnatifidus* Seem. (Araliaceae) species complex from Sikkim Himalaya, India // *Plant Syst. Evol.* 2011. Vol. 297. P. 87–98. <https://doi.org/10.1007/s00606-011-0501-8>
7. Rohlf F. J. The tps series of software // *Hystrix*. 2015. Vol. 26, № 1. P. 9–12. <https://doi.org/10.4404/hystrix-26.1-11264>
8. Кашин А. С., Богослов А. В., Пархоменко А. С., Шулова И. В., Крицкая Т. А., Муртазалиев Р. А. Геометрическая морфометрия и филогенетический анализ таксонов рода *Delphinium* юга России // *Turczaninowia*. 2023. № 2. С. 59–81. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.26.2.4>
9. Kondratieva A. O., Parkhomenko A. S., Kritskaya T. A., Shilova I. V., Kasatkin M. Ju., Efimenko S. F., Kashin A. S. Variation patterns in populations of Eastern European *Globularia* (Plantaginaceae, Magnoliopsida) species due to habitat conditions // *Biology Bulletin*. 2024. Vol. 51, № 10. P. 3337–3352. <https://doi.org/10.1134/S1062359024980061>
10. Klingenberg C. P. MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics // *Mol. Ecol. Resour.* 2011. Vol. 11, № 2. P. 353–357. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x>

References

1. Vinnersten A., Manning Jo. A new classification of Colchicaceae. *Taxon*, 2007, vol. 56, pp. 171–178.
2. Oganезова G. G. *Problemy roda Colchicum L. Colchicum sensu lato ili Colchicum sensu stricto v svete kategorii preryvnosti i nepreryvnosti* [Problems of the genus *Colchicum* L. *Colchicum sensu lato* or *Colchicum sensu stricto* in the light of the categories of discontinuity and continuity]. Erevan, NAN RA, Takhtajyan Institute of Botany Publ., 2019. 176 p. (in Russian).
3. Karomotov I. D., Saidova M. S. *Colchicum Kessleringi, Colchicum luteum. Biology and Integrative Medicine*, 2021, no. 3 (50), pp. 87–100 (in Russian).
4. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii. Rasteniya i griby* [The Red Book of the Russian Federation. Plants and fungi]. Moscow, All-Russian Research Institute for Environmental Protection Publ., 2024. 944 p. (in Russian).



5. Vasil'ev A. G., Vasil'eva I. A., Shkurikhin A. O. *Geometricheskaya morfometriya: ot teorii k praktike* [Geometric morphometry: From theory to practice]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2018. 471 p. (in Russian).
6. Sharma S. K., Pandit M. K. A morphometric analysis and taxonomic study of *Panax bipinnatifidus* Seem. (Araliaceae) species complex from Sikkim Himalaya, India. *Plant Syst. Evol.*, 2011, vol. 297, pp. 87–98. <https://doi.org/10.1007/s00606-011-0501-8>
7. Rohlf F. J. The tps series of software. *Hystrix*, 2015, vol. 26, no. 1, pp. 9–12. <https://doi.org/10.4404/hystrix-26.1-11264>
8. Kashin A. S., Bogoslov A. V., Parkhomenko A. S., Shilova I. V., Kritskaya T. A., Murtazaliev R. A. Geometric morphometry and phylogenetic analysis of the taxa of the genus *Delphinium* in southern Russia. *Turczaninowia*, 2023, no. 2, pp. 59–81 (in Russian). <https://doi.org/10.14258/J.26.2.4>
9. Kondratieva A. O., Parkhomenko A. S., Kritskaya T. A., Shilova I. V., Kasatkin M. Ju., Efimenko S. F., Kashin A. S. Variation patterns in populations of Eastern European *Globularia* (Plantaginaceae, Magnoliopsida) species due to habitat conditions. *Biology Bulletin*, 2024, vol. 51, no. 10, pp. 3337–3352. <https://doi.org/10.1134/S1062359024980061>
10. Klingenberg C. P. MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics. *Mol. Ecol. Resour.*, 2011, vol. 11, no. 2, pp. 353–357. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x>

Поступила в редакцию 24.05.2025; одобрена после рецензирования 24.06.2025; принята к публикации 30.06.2025

The article was submitted 24.05.2025; approved after reviewing 24.06.2025; accepted for publication 30.06.2025