

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 58.009:582.579.2

doi: 10.17223/19988591/64/2

Особенности морфологии и семенная продуктивность касатика сибирского (*Iris sibirica* L., Iridaceae Juss.) в Зауралье Республики Башкортостан

Анастасия Владимировна Крюкова¹, Альфия Науфалевна Мустафина²,
Лариса Михайловна Абрамова³, Ярослав Михайлович Голованов⁴,
Альберт Акрамович Мулдашев⁵

^{1, 2, 3, 4} Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное
подразделение УФИЦ РАН, Уфа, Россия

⁵ Уфимский институт биологии – обособленное структурное подразделение
УФИЦ РАН, Уфа, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0003-3788-1879>, anastasiya.ufa@bk.ru

² <https://orcid.org/0000-0001-9163-177X>, alfvta@mail.ru

³ <https://orcid.org/0000-0002-3196-2080>, abramova.lm@mail.ru

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-4790-8900>, jaro1986@mail.ru

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-0619-4171>, muldashev_ural@mail.ru

Аннотация. Исследование направлено на изучение биологических особенностей *Iris sibirica* L. на территории Зауралья Республики Башкортостан. Вид произрастает в различных типах сообществ: от сырых и солонцеватых лугов до разреженных лесов. Методом дисперсионного анализа оценены межпопуляционные различия, выявлено статистически значимое влияние условий местообитания ценопопуляций (ЦП) вида на исследуемые признаки растений *I. sibirica*, уровень факторизации составил 19–69%. По большинству морфометрических параметров лидирует ЦП Тубинский, также высокие значения по многим морфометрическим параметрам и семенной продуктивности имеет ЦП Попковские озера. В пяти процветающих ценопопуляциях, приуроченных к хорошо увлажненным местообитаниям, преобладают особи высшего класса, остальные три ценопопуляции – депрессивные. В ЦП Тубинский выявлено максимальное морфоструктурное разнообразие, минимальное отмечено в ЦП Ирендык. Кластерный анализ показал, что ЦП четко разбиваются на кластеры по фенотипической структуре и экологической приуроченности. Состояние 8 изученных в Зауралье ценопопуляций оценено как удовлетворительное, угрозы исчезновения вида на территории Республики Башкортостан нет.

Ключевые слова: *Iris sibirica* L., виталитет, Зауралье, морфометрические показатели, семенная продуктивность, ценопопуляция

Источник финансирования: работа выполнена в рамках программы «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» № 122033100041-9.

Для цитирования: Крюкова А.В., Мустафина А.Н., Абрамова Л.М., Голованов Я.М., Мулдашев А.А. Особенности морфологии и семенная продуктивность касатика сибирского (*Iris sibirica* L., Iridaceae Juss.) в Зауралье Республики Башкортостан // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2023. № 64. С. 30–51. doi: 10.17223/19988591/64/2

Morphology Features and Seed Productivity of *Iris sibirica* L. (Iridaceae Juss.) in the Trans-Urals of the Bashkortostan Republic

**Anastasiya V. Kryukova¹, Alfiya N. Mustafina², Larisa M. Abramova³,
Yaroslav M. Golovanov⁴, Albert A. Muldashev⁵**

^{1, 2, 3, 4} South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Scientific Centre
of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation

⁵ Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Ufa, Russian Federation

¹ <https://orcid.org/0000-0003-3788-1879>, anastasiya.ufa@bk.ru

² <https://orcid.org/0000-0001-9163-177X>, alfverta@mail.ru

³ <https://orcid.org/0000-0002-3196-2080>, abramova.lm@mail.ru

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-4790-8900>, jaro1986@mail.ru

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-0619-4171>, muldashev_ural@mail.ru

Summary. One of the important and effective areas of modern biological science is the multifaceted study of rare plant species. This study is aimed at studying the biological features of the rare species *Iris sibirica* L. in the Trans-Urals of the Bashkortostan Republic. The species is listed in the Red Data Books of 39 regions of the Russian Federation. In Bashkortostan, *I. sibirica* is included in the list of species that require monitoring and special attention to their state in the natural environment. The aim of the work was to study the morphometric parameters and seed productivity of the species in various ecological and phytocenotic conditions in the Bashkir Trans-Urals. The work was carried out in 2020 on a north-south gradient with a length of 250 km, in three areas of the forest-steppe and steppe zones of the Trans-Urals for 8 natural coenopopulations. The study of morphometry and vitality composition was carried out in natural conditions according to standard methods on 25 medium-sized individuals in the phase of mass flowering and fruiting. Variance, discriminant and cluster analyzes were carried out using the Statistica 6.0 software for 8 samples. As a result of the studies, it was revealed that *I. sibirica* predominantly grows in various types of communities from damp and solonchik meadows to sparse forests and prefers habitats with sufficient moisture, meeting with typical meadow or edge species. Analysis of variance showed a statistically significant effect of ecotope conditions on all studied morphometric characteristics of plants (factorization level from 19 to 69%). The maximum values for most of the traits were noted in the coenopopulation Tubinsky and Popkovskie Lakes with good moisture conditions, weak disturbance, and a low height of the accompanying natural grass stand. Individuals with the minimum size and counting parameters are represented in the coenopopulations of Niyazgulovo, Elimbetovo and Bakhtigareevo, located in forest and meadow phytocenoses, as well as in rarefied forests. A statistically significant (21–46%) influence of the species habitat ecotope factor on the reproductive traits under study was established. In terms of seed productivity, the maximum values of most parameters were noted in the Popkovskie Lakes CP in the protected areas, where the highest moisture is observed, there is salinity and there is no anthropogenic load. The minimum values of the parameters of seed productivity were noted in the coenopopulation Elimbetovo, located in a dry sparse birch forest, under conditions of anthropogenic pressure, insufficient moisture and illumination, which negatively affects the reproductive function of the species. To assess the vitality spectrum of coenopopulations, a determining complex of characters was identified: the height of the generative shoot and the number of seeds produced per fruit. The analysis showed that five

populations are prosperous ($Q=0.34-0.50$, $I_Q=1.00-5.75$, $IVC=0.94-1.15$), three are depressive ($Q=0.14-0.20$, $I_Q=0.19-0.33$, $IVC=0.91-0.98$). Discriminant analysis revealed that, in all coenopopulations, individuals of *I. sibirica* differ in morphological structure from each other and each occupy its own territory in the canonical space, only between individual individuals there is a slight overlap in morphostructure. Cluster analysis revealed the divergence of coenopopulation into groups in terms of phenotypic structure and ecological confinement. The state of the studied local coenopopulations of *I. sibirica* was assessed as satisfactory; there is no significant threat of extinction of the species on the territory of the Bashkortostan Republic.

The article contains 5 Figures, 4 Tables and 33 References.

Keywords: *Iris sibirica* L.; vitality; Trans-Urals; morphometric indicators; seed productivity; coenopopulation

Funding: The work was carried out within the framework of the program "Biodiversity of natural systems and plant resources of Russia: assessment of the state and monitoring of dynamics, problems of conservation, reproduction, increase and rational use" No. 122033100041-9.

Acknowledgments: The authors express their gratitude to A. Pozhidaev for assistance in cultivating plants.

For citation: Kryukova AV, Mustafina AN, Abramova LM, Golovanov YaM, Muldashev AA. Morphology Features and Seed Productivity of *Iris sibirica* L. (Iridaceae Juss.) in the Trans-Urals of the Bashkortostan Republic. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* = *Tomsk State University Journal of Biology*. 2023;64:30-51. doi: 10.17223/19988591/64/2

Введение

Одним из важных и эффективных направлений современной биологической науки является многоаспектное изучение редких видов растений. Мониторинг их популяций представляет собой один из способов длительного и детального исследования в области биологии и экологии растений. При работе с редкими видами растений одним из основных способов получения репрезентативного объема данных об особях растений и состоянии конкретных популяций, произрастающих в разных экологических условиях и находящихся под разной степенью антропогенного нарушения, являются морфометрические методы. В особенности это относится к декоративным видам, которые в большей степени подвержены антропогенному воздействию [1, 2].

В данной статье приведены результаты исследований современного состояния ценоотических популяций *Iris sibirica* L. из семейства Касатиковых (Iridaceae Juss.). Это одно из малочисленных семейств флоры Республики Башкортостан (РБ), насчитывающее 6 видов и 2 рода (*Iris* L. и *Gladiolus* L.). Представители Касатиковых являются высокодекоративными растениями, чей ареал сокращается вследствие уничтожения мест их произрастания человеком, в связи с чем актуально изучение биологии и состояния конкретных ценопопуляций видов семейства. Редкие ирисы становились объектами исследований российских [3–6] и зарубежных ученых [7–14]. Исследованы распространение, экология, морфолого-анатомические и репродуктивные особенности растений. В Башкортостане род *Iris* включает 5 видов, 4 из

которых внесены в Красную книгу РБ [15]. Нами также изучаются различные аспекты биологии редких видов рода *Iris* [16–19]: эколого-фитоценотическая приуроченность, распространение и др. Настоящая статья посвящена особенностям биологии *I. sibirica* – касатика сибирского, занесенного в Красные книги 39 регионов РФ [20]. В Башкортостане *I. sibirica* внесен в список видов, которые нуждаются в особом внимании и мониторинге к их состоянию в природной среде [15]. Несмотря на довольно большое число известных локалитетов, большинство популяций малочисленные, некоторые представлены единичными особями, что вызывает необходимость регулярного контроля состояния их популяций.

Цель работы: исследование ценопопуляций (ЦП) *I. sibirica* в различных эколого-фитоценотических условиях лесостепной и степной зон Башкирского Зауралья. Задачи: изучение морфометрических параметров растений и их изменчивости, репродуктивных признаков, жизненного состояния ЦП.

Материалы и методы

I. sibirica – короткокорневищный травянистый поликарпик до 1,1 м высотой. Стебель прямостоячий, 0,7 см диаметром. Листья узколинейные, у основания с волокнистым распадом. В июне–июле на соцветии образуются 1–4 цветка синей или сине-фиолетовой окраски, 5–7 см в диаметре, с короткой трубкой околоцветника. Плодоносит в июле–августе, размножение вегетативное и семенное [21].

На территории России вид встречается в европейской части (юг Архангельской, Вологодской областей, Республики Коми и др., север Причерноморья, Нижний Дон, Заволжье) [22] и Западной Сибири (Тюменская, Курганская, Омская, Томская, Новосибирская области, Алтайский край) [23]. В странах бывшего СССР произрастает в Северо-Западном Казахстане [23], Украине, на Кавказе [22]. В Европе ареал вида охватывает в основном ее центральную и восточные части (Австрия, Швейцария, Венгрия, Польша, Румыния, Германия и др.) [24]. Также отмечается в странах Малой Азии и в Монголии [22]. Встречается на пойменных и лесных лугах, среди кустарников, на лесных полянах и опушках, до нижнего горного пояса.

На Южном Урале наиболее часто встречается в Зауралье, в лесостепной зоне вдоль хребтов Ирэндик и Крыкты. Ряд локалитетов, известных из нижнего течения реки Белой в Предуралье, попали в зону затопления Нижнекамского водохранилища и, по-видимому, исчезли.

Работа проводилась в 2020 г. на градиенте север–юг протяженностью 250 км, в трех районах лесостепной и степной зон Зауралья (Абзелиловский, Баймакский, Хайбуллинский). Исследованы 8 природных ЦП *I. sibirica*, названия которым присваивались по находящимся поблизости от них географическим объектам или населенным пунктам. Во всех ЦП выборка составила 25 средневозрастных генеративных особей [25, 26]. Во время цветения и плодоношения растений *I. sibirica* исследовали 19 морфометрических параметров и показателей семенной продуктивности: диаметр клона, см;

число вегетативных побегов, шт.; число листьев на вегетативном побеге, шт.; длина второго листа на вегетативном побеге, ширина листа, см; число генеративных побегов на клон, шт.; высота генеративного побега, см; диаметр генеративного побега, см; число цветков на генеративном побеге, шт.; длина нижней доли околоцветника, см; ширина нижней доли околоцветника, см; длина верхней доли околоцветника, см; ширина верхней доли околоцветника, см; диаметр цветка, см; число плодов на генеративном побеге, шт.; длина плода на генеративном побеге, см; ширина плода на генеративном побеге, см; число выполненных семян на плод, шт.; число невыполненных семян на плод, шт. На рис. 1 показаны основные параметры цветка ириса.

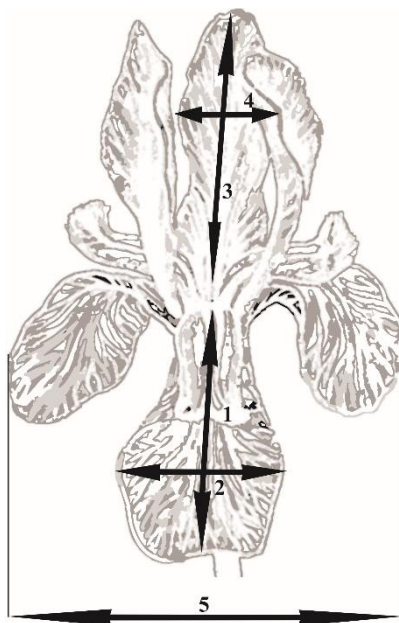


Рис. 1. Схема основных морфометрических параметров цветка *Iris sibirica*: 1 – длина нижней доли околоцветника, 2 – ширина нижней доли околоцветника, 3 – длина верхней доли околоцветника, 4 – ширина верхней доли околоцветника.

[Fig.1. *Iris sibirica* flower basic morphometric parameters diagram: 1 - length of lower lobe of the perianth, 2 - width of lower lobe of perianth, 3 - length of upper lobe of perianth, 4 - width of upper lobe of perianth]

Для оценки роли ЦП и районов обитания в эколого-географической изменчивости генеративных и вегетативных органов ирисов выполняли однофакторный дисперсионный анализ каждого рассматриваемого признака с определением F-критерия Фишера [27]. Для биометрической обработки использовали кластерный анализ по всему комплексу морфологических признаков. В качестве меры различия выборок использовали Евклидово расстояние, дендрограмму строили по методу «одиночной связи» [28]. Многомерный дискриминантный анализ выполнили в программе Statistica 6.0 [29]. Изучение виталитетной структуры проводилось по методике Ю.А. Злобина [2].

Оценка виталитетного состояния дана на основании ранжирования особей ириса с последующим определением долей растений различных классов виталитета: а – высшего, b – среднего и с – низшего. Виталитетный тип популяции определен на основании расчёта Q-критерия [2]. С целью более точного определения качества ЦП рассчитан I_Q . Для характеристики виталитетной структуры использовали индекс виталитета популяции (IVC) [30]. Отношением максимального значения IVC к его минимальному значению в пределах исследованных ЦП вычислена размерная пластичность вида (ISP) [30]. Статистический анализ провели в MS Excel 2010 при помощи пакета статистических программ Statistica 6,0 с использованием стандартных показателей [27].

Результаты исследования и обсуждение

Локалитеты вида на территории РБ (по данным гербарного фонда (UFA)), а также локализации изученных ЦП представлены на рис. 2. Их краткая характеристика приведена в табл. 1.

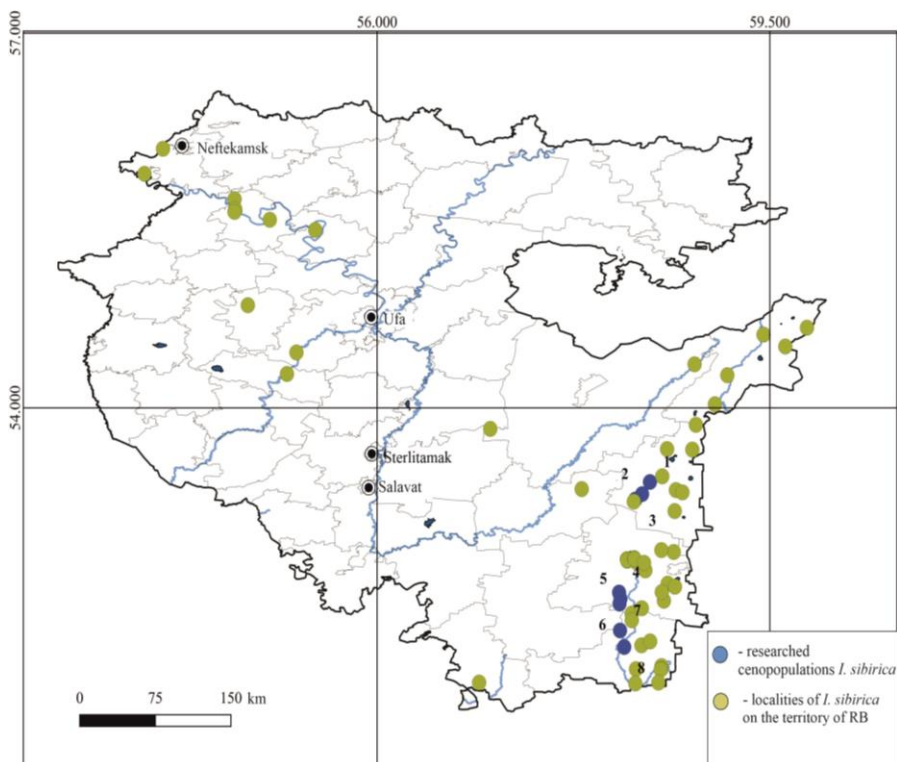


Рис. 2. Локалитеты *Iris sibirica* на территории Республики Башкортостан (цифрами указаны номера исследованных ценопопуляций в соответствии с табл. 1)
[Fig. 2. Localities of *Iris sibirica* on the territory of Bashkortostan Republic (The numbers indicate of the studied coenopopulations in accordance with Table 1)]

Таблица 1 [Table 1]

Характеристика местообитаний *Iris sibirica* в Зауралье Республики Башкортостан
[Characteristics of habitats *Iris sibirica* in the Trans-Urals of Republic Bashkortostan]

№	Название ценопопуляции [Name coenopopulation]	Число особей исследуемого вида, шт. [Number of individu- als of the study spe- cies, pieces]	Общее проектив- ное покрытие травостоя, % [General projective grass coating, %]	Средняя высота травостоя, см [Average height of the grass]	Преобладающий тип фитоценозов [The predominant type of phytocenosis]	Тип местооби- тания [Habitat type]	Характерные виды [Characteristic species]
1	Ниязгулово [Niyazgulovo]	Менее 100 [less than 100]	95	40	Кровохлебково-клевер- ный луг [Meadow with dominanting <i>Sanguisorba officinalis</i> and <i>Trifolium medium</i>]	Опушка березняка [Edge of a birch forest]	<i>Amoria montana</i> , <i>Fragaria viridis</i> , <i>Galium boreale</i> , <i>Galium verum</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> , <i>Trifolium medium</i>
2	Елимбетово [Elimbetovo]	Менее 100 [less than 100]	100	40	Разнотравно-коротко- ножково-вейниковый бе- резняк [Birch-wood with dominant- ing <i>Brachypodium pinnatum</i>]	Разреженный березняк [Sparse birch forest]	<i>Brachypodium pinnatum</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Trifolium medium</i> , <i>Vicia tenuifolia</i>
3	Кужаново [Kuzhanovo]	Менее 100 [less than 100]	80	30	Осоково-щучковый луг [Meadow with dominanting <i>Carex aspratilis</i> and <i>Des- champsia cespitosa</i>]	Сырая низина [Raw lowland]	<i>Alchemilla vulgaris</i> , <i>Carex aspratilis</i> , <i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Galium uligi- nosum</i> , <i>Kadenia dubia</i> , <i>Ranunculus acris</i>
4	Тубинский [Tubinskiy]	Менее 100 [less than 100]	95	60	Овсяницево-манжетко- вый луг [Meadow with dominanting <i>Festuca pratensis</i> and <i>Alchemilla vulgaris</i>]	Лесная поляна [Forest Glade]	<i>Alchemilla vulgaris</i> , <i>Bistorta officinalis</i> , <i>Festuca pratensis</i> , <i>Filipendula stepposa</i> , <i>Ga- lium boreale</i> , <i>Poa pratensis</i>

5	Ирендык [Irendyk]	300–400	95	60	Горцово-таволговый луг [Meadow with dominanting <i>Bistorta officinalis</i> and <i>Filipendula stepposa</i>]	Лесная поляна [Forest Glade]	<i>Bistorta officinalis</i> , <i>Filipendula stepposa</i> , <i>Fragaria viridis</i> , <i>Galium boreale</i> , <i>Poa pratensis</i>
6	Бахтигареево [Bakhtigareevo]	Менее 100 [less than 100]	85	30	Осоково-овсяницевый луг [Meadow with dominanting <i>Carex tomentosa</i> and <i>Festuca pratensis</i>]	Сырая низина [Raw lowland]	<i>Carex tomentosa</i> , <i>Festuca pratensis</i> , <i>Hordeum brevissubulatum</i> , <i>Inula aspera</i> , <i>Juncus gerardii</i> , <i>Poa pratensis</i>
7	Богачёво [Bogachevo]	Менее 100 [less than 100]	95	35	Кровохлебково-тонконо- говый луг [Meadow with dominant- ing <i>Sanguisorba officinalis</i> and <i>Koeleria delavignei</i>]	Сырая низина [Raw lowland]	<i>Festuca pseudovina</i> , <i>Galium boreale</i> , <i>Hordeum brevissubulatum</i> , <i>Koeleria delavignei</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>
8	Попковские озера [Popkovskie ozera]	Около 500 [about 500]	95	45	Осоково-двухкосточни- ковый луг [Meadow with dominanting <i>Carex melanostachya</i> and <i>Phalaroides arundinacea</i>]	Заросшее пере- сохшее озеро [Overgrown dry lake]	<i>Carex melanostachya</i> , <i>Filipendula stepposa</i> , <i>Galium boreale</i> , <i>Juncus gerardii</i> , <i>Phalaroides arundinacea</i>

В основном *I. sibirica* произрастает на сырых и солонцеватых лугах в поймах рек, у родников, а также по берегам озер. При этом предпочитает местообитания с достаточным увлажнением, где встречается с типичными луговыми видами: *Alchemilla vulgaris* L., *Festuca pratensis* Huds., *Galium boreale* L., *Poa pratensis* L. и др. (рис. 3). Выносит небольшое засоление. В этом случае он становится компонентом солонцеватых лугов с преобладанием *Festuca pratensis* Huds., *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link, *Koeleria delavignei* Czern. ex Domin, *Sanguisorba officinalis* L. и др. Встречается в березняках вплоть до высот более 600 м над ур. м., предпочитая при этом светлые леса с хорошо развитым травяным ярусом, состоящим из таких видов, как: *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Filipendula stepposa* Juz., *Galium boreale* L., *Vicia tenuifolia* Roth и др., разрастается на лесных опушках и полянах. Значительно реже отмечается на остепненных лугах и термофильных опушках в совокупности с *Amoria montana* (L.) Soják, *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston, *Galium boreale* L., *Galium verum* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Trifolium medium* L. Четыре исследованные ЦП расположены на лесных полянах, опушках леса или разреженных лесах в условиях затенения и меньшего уровня увлажнения и четыре – на открытых лугах с достаточным и избыточным увлажнением, засоление проявляется в южной части рассмотренного градиента (ЦП 6–8). Численность большинства исследованных ЦП низкая – менее 100 особей, только две из них довольно многочисленны – 300–500 особей.



Рис. 3. *Iris sibirica* в природе (ценопопуляция Попковские озера)
(фото Я.М. Голованова)

[Fig. 3. *Iris sibirica* in nature (coenopopulation Popkovskie ozero). Photo by Yaroslav Golovanov]

Результаты дисперсионного анализа морфометрических показателей и семенной продуктивности *I. sibirica* представлены в табл. 2.

Таблица 2 [Table 2]

**Дисперсионный анализ влияния условий местообитания
на параметры и плодоношение *Iris sibirica***

[Dispersion analysis influence of conditions on the parameters and fruiting of *Iris sibirica*]

Параметры [Parameters]	η, %	Средние значения морфометрических параметров [Average values of morphometric parameters]							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Диаметр клона, см [Clone diameter, cm]	44,58***	26,28	26,39	34,08	37,04	26,69	32,85	43,77	40,78
Число вегетативных побегов, шт. [Number of vegetative shoots, pcs.]	48,62***	13,84	10,96	30,12	30,04	19,12	23,92	37,84	40,64
Число листьев на вегетативном побеге, шт. [Number of leaves on a vegetative shoot, pcs.]	26,38***	4,28	3,76	4,00	4,68	4,44	4,40	4,28	4,12
Длина второго листа на вегетативном побеге, см [Length of second leaf on a vegetative shoot, cm]	48,03***	55,85	62,82	44,68	64,12	59,48	50,94	57,70	53,30
Ширина листа, см [Sheet width, cm]	28,80***	0,92	0,92	0,72	0,92	0,89	0,78	0,82	0,86
Число генеративных побегов на клон, шт. [Number of generative shoots per clone, pcs.]	38,55***	1,60	1,08	2,48	2,32	3,12	2,04	4,76	7,12
Высота генеративного побега, см [Height of generative shoot, cm]	26,58***	67,83	76,39	71,22	75,18	79,43	60,62	74,93	66,52
Диаметр генеративного побега, см [Diameter of generative shoot, cm]	27,53***	0,46	0,47	0,53	0,51	0,48	0,46	0,55	0,56
Число цветков на генеративном побеге, шт. [Number of flowers on a generative shoot, pcs.]	35,93***	1,96	1,80	2,88	2,48	2,28	1,80	2,80	2,80
Диаметр цветка, см [Flower diameter, cm]	69,07***	5,96	5,51	7,64	8,34	7,46	6,77	7,78	6,77
Длина нижней доли околоцветника, см [Length of lower lobe of perianth, cm]	19,66***	5,12	4,85	5,04	5,58	5,33	5,08	5,21	5,14
Ширина нижней доли околоцветника, см [Width of lower lobe of perianth, cm]	48,66***	2,38	2,24	2,56	2,74	2,13	2,08	2,38	2,60

Параметры [Parameters]	η , %	Средние значения морфометрических параметров [Average values of morphometric parameters]							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Длина верхней доли околоцветника, см [Length of the upper lobe of the perianth, cm]	49,41***	4,45	4,42	4,77	5,58	5,07	4,75	5,17	4,76
Ширина верхней доли околоцветника, см [Width of the upper lobe of the perianth, cm]	66,26***	1,52	<i>1,00</i>	1,90	1,80	1,59	1,60	1,74	1,83
Число плодов на генеративном побеге, шт. [Number of fruits on generative escape, pcs.]	21,16***	1,68	1,52	2,36	2,16	1,92	1,56	2,48	2,52
Длина плода на генеративном побеге, см [Fruit length on a generative shoot, cm]	33,91***	3,23	2,84	3,04	3,34	3,28	2,93	3,69	3,62
Ширина плода на генеративном побеге, см [Fruit width on a generative shoot, cm]	36,72***	1,59	1,41	1,44	1,49	1,52	<i>1,40</i>	1,68	1,75
Число выполненных семян на плод, шт. [Number of seeds produced per fruit, pcs.]	46,79***	51,16	47,76	50,20	82,08	86,96	50,52	76,56	91,00
Число невыполненных семян на плод, шт. [Number of unfulfilled seeds per fruit, pcs.]	37,66***	80,96	74,68	113,84	171,36	166,92	133,76	177,28	221,36

Примечания. Номера ценопопуляций, указанные цифрами, соответствуют табл. 1. *** – влияние фактора экотопа (η) достоверно при уровне значимости $p < 0,001$. Жирным шрифтом отмечены максимальные значения параметров, курсивом – минимальные.

[Note. The CP numbers indicated by the chicks correspond to Table 1. *** – influence of ecotope factor (η) reliably at significance level $p < 0.001$. The maximum parameter values are indicated in bold, and the minimum values are indicated in italics].

Влияние комплекса экологических условий местообитания (увлажнения и затенения, а также почвенных условий) на вегетативные и генеративные признаки растений во всех случаях оказалось статистически значимым по уровню факторизации (от 19 до 69%). В наибольшей степени изучаемые факторы экотопа оказывают влияние на параметры: диаметр цветка и ширину верхней доли околоцветника (уровень факторизации 69,07 и 66,26% соответственно).

Максимальные значения по большинству морфометрических признаков отмечены в ЦП Тубинский и Попковские озера. Первая характеризуется условиями хорошего увлажнения (лесная поляна в окрестностях оз. Талкас),

отсутствием нарушений и небольшой средней высотой всего травостоя. В самой южной ЦП Попковские озера, расположенной на особо охраняемой природной территории (ООПТ), в ненарушенном солонцеватом сообществе с хорошим уровнем увлажнения также отмечены крупные особи с хорошо развитой генеративной сферой. Особи с минимальными размерными и счетными показателями представлены в ЦП Ниязгулово, Елимбетово и Ирендык, расположенных в опушечных и луговых фитоценозах, а также в составе разреженных лесов. ЦП Ниязгулово занимает довольно сухую опушку березняка, примыкающую к степным участкам, ЦП Елимбетово расположена в сухом разреженном березняке с небольшим антропогенным нарушением (выпас), ЦП Ирендык находится на наибольшей высоте над уровнем моря из всех исследованных ЦП в менее благоприятных по увлажнению экологических условиях.

Установлено статистически значимое (21–46%) влияние фактора экотопа местообитания вида на исследуемые репродуктивные признаки. Максимальные значения большинства параметров семенной продуктивности отмечены в ЦП Попковские озера на ООПТ, где наблюдается хорошее увлажнение, присутствует засоление и нет антропогенной нагрузки: здесь максимальны число цветков и плодов на один генеративный побег, ширина плода, число выполненных семян на один плод и генеративный побег. Минимальные значения параметров отмечены в ЦП Елимбетово, расположенной в сухом разреженном березняке, в условиях антропогенного пресса, недостаточного увлажнения и освещения, что негативно сказывается на репродуктивной функции вида. В целом в ЦП, расположенных севернее и произрастающих в затенении, большинство показателей репродуктивной сферы ниже, чем в южных ЦП, особенно произрастающих на открытых лугах с достаточным и избыточным увлажнением. Исключение составляет ЦП Бахтигареево, где, возможно, также сказывается наличие небольшой антропогенной нагрузки. В северных и затененных ЦП на одном генеративном побеге формируется 1–2 плода и 130–160 семязачатков, а в южных ЦП на сырых лугах – 2–3, а иногда до 4–5 плодов и 200–300 семязачатков. Доля выполненных семян в плоде в южных ЦП может снижаться, поскольку растениям не хватает ресурсов для формирования большого числа полноценных семян, но в целом как число выполненных семян в плоде, так и общая семенная продуктивность одного генеративного побега имеют тенденцию к повышению по направлению с севера на юг.

Проведенное сравнение особей *I. sibirica* по морфометрическим параметрам и семенной продуктивности с литературными данными коллег из Брянска и Пензы показало, что по большинству параметров их особи превышают наши, что скорее всего связано с более теплым и влажным климатом [31, 32].

В табл. 3 показано распределение особей *I. sibirica* по классам виталитета. По результатам корреляционного анализа детерминирующим комплексом признаков для оценки жизненного состояния были выбраны показатели: высота генеративного побега и число выполненных семян на один плод. По критериям индекса качества ($Q = 0,34–0,50$, $I_Q = 1,00–5,75$) процве-

тающими являются пять ЦП (Ирендык, Попковские озера, Тубинский, Богачёво, Елимбетово). Для них отмечено максимальное количество растений высшего класса ($a = 0,16-0,88$), они приурочены к хорошо увлажненным или слабозасоленным местообитаниям. ЦП Ирендык является наиболее процветающей, при этом индекс жизненности (IVC) особей в этой ЦП достигает среднего уровня (0,98), видимо, из-за того, что большинство морфометрических показателей имеют средние показатели. Малочисленная ЦП Елимбетово отнесена к группе процветающих с тенденцией к равновесному виталитетному состоянию за счет высокой доли растений со средними значениями параметров высоты растения и доли выполненных семян. В ней преобладают особи среднего класса, ОПП травостоя составляет 100%.

Таблица 3 [Table 3]

Виталитетная структура *Iris sibirica* в изученных ценопопуляциях
[Vitality structure *Iris sibirica* in studied coenopopulations]

№ ценопопуляции [№ coenopopulation]	Доля особей по классам виталитета, % [Proportion of individuals by vitality classes, %]			IVC	I _Q	Q	Виталитетный тип ценопопуляции [Vital type of coenopopulations]
	a	b	c				
1	0,08	0,32	0,60	0,91	0,33	0,20	Депрессивная [depressive]
2	0,16	0,52	0,32	0,94	1,06	0,34	Процветающая [prosperous]
3	0,12	0,20	0,68	0,98	0,23	0,16	Депрессивная [depressive]
4	0,52	0,40	0,08	1,04	5,75	0,46	Процветающая [prosperous]
5	0,88	0,12	0	0,98	1,00	0,50	Процветающая [prosperous]
6	0,04	0,24	0,72	0,92	0,19	0,14	Депрессивная [depressive]
7	0,60	0,20	0,20	1,11	2,00	0,46	Процветающая [prosperous]
8	0,60	0,32	0,08	1,15	5,75	0,46	Процветающая [prosperous]

Примечание. Виталитетные классы растений: а – высший, b – средний и с – низший. IVC – индекс виталитета популяции.

[Note. Vitality classes of plants: a – highest; b – medium; c – lower. IVC – population vitality index].

По критерию IVC, ЦП Попковские озера, Богачёво, Тубинский (1,04–1,15) обладают наибольшей жизненностью и высокой степенью процветания, у них максимальные показатели по всем виталитетным индексам. Видимо, условия произрастания в год исследования были благоприятными для реализации процессов роста, развития и продукционных способностей у растений. ЦП Ниязгулово, Кужанаево и Бахтигареево отнесены к депрессивным ($Q=0,14-0,20$, $I_Q=0,19-0,33$), что, видимо, связано с их произрастанием в более сухих местообитаниях на опушках леса или под пологом березняка. Возможно, в результате вышеперечисленных неблагоприятных экологических условий произрастания рост и развитие особей *I. sibirica* подавляются. По ин-

дексу IVС наиболее угнетённой является ЦП Ниязгулово (0,91), расположенная на опушке березового леса, с небольшой антропогенной нагрузкой.

Индекс размерной пластичности *I. sibirica* составил – 1,26. Размерная пластичность вида вполне согласуется с таковой для редких растений, например, индекс ISP для *Tulipa gesneriana* L. – 1,9, а для *Cephalantera rubra* (L.) Rich. – 1,31 [30, 33].

Таким образом, хорошее жизненное состояние ириса в пяти процветающих ЦП указывает на способность вида успешно адаптироваться к среде обитания и длительно существовать. Депрессивные малочисленные ЦП при отсутствии антропогенного воздействия на местообитания могут поддерживать свою численность в сложившихся условиях среды, но необходим дальнейший мониторинг за этими ЦП.

В табл. 4 представлены результаты проведенного для ЦП *I. sibirica* дискриминантного анализа. Полученные значения лямбда Уилкса (λ) минимальны при $p < 0,000$ и подтверждают статистическую достоверность результатов.

Таблица 4 [Table 4]

Результаты дискриминантного анализа в ценопопуляциях *Iris sibirica*
[Results of discriminant analysis in coenopopulations *Iris sibirica*]

Параметры [Parameters]	λ	F
Диаметр клона, см [Clone diameter, cm]	0,013	4,141
Число вегетативных побегов, шт. [Number of vegetative shoots, pcs.]	0,012	0,957
Число листьев на вегетативном побеге, шт. [Number of leaves on a vegetative shoot, pcs.]	0,014	5,113
Длина второго листа на вегетативном побеге, см [Length of second leaf on a vegetative shoot, cm]	0,017	11,612
Ширина листа, см [Sheet width, cm]	0,013	3,780
Число генеративных побегов на клон, шт. [Number of generative shoots per clone, pcs.]	0,015	9,045
Высота генеративного побега, см [Height of generative shoot, cm]	0,015	7,349
Диаметр генеративного побега, см [Diameter of generative shoot, cm]	0,013	4,131
Число цветков на генеративном побеге, шт. [Number of flowers on a generative shoot, pcs.]	0,013	4,518
Диаметр цветка, см [Flower diameter, cm]	0,018	4,141
Длина нижней доли околоцветника, см [Length of lower lobe of perianth, cm]	0,012	3,346
Ширина нижней доли околоцветника, см [Width of lower lobe of perianth, cm]	0,018	15,891
Длина верхней доли околоцветника, см [Length of the upper lobe of the perianth, cm]	0,011	0,220
Ширина верхней доли околоцветника, см [Width of the upper lobe of the perianth, cm]	0,016	10,156

Примечание. λ – лямбда Уилкса; F – критерий Фишера.
[Note. λ – Wilks Lambda; F – Fisher's test].

Оценка по критерию Фишера выявила, что наибольшее участие в разделение групп вносит признак ширина нижней доли околоцветника ($F = 15,891$), наименьшее – длина верхней доли околоцветника ($F = 0,220$) и число вегетативных побегов ($F = 0,957$).

Также дискриминантный анализ позволяет вычислить фенотипическую дистанцию между объектами, что дает возможность оценить компактность выделенных групп и обнаружить наибольшее разнообразие по морфологической структуре особей из ЦП Тубинский (ЦП 4) (18,75), минимальное разнообразие – в ЦП Ирендык (ЦП 5) (10,92), расположенной на лесной поляне в нижней части хребта Ирендык.

На рис. 4 представлена дискриминантная модель, отображающая расположение особей всех исследованных ЦП *I. sibirica* в пространстве 1-го и 2-го канонических корней.

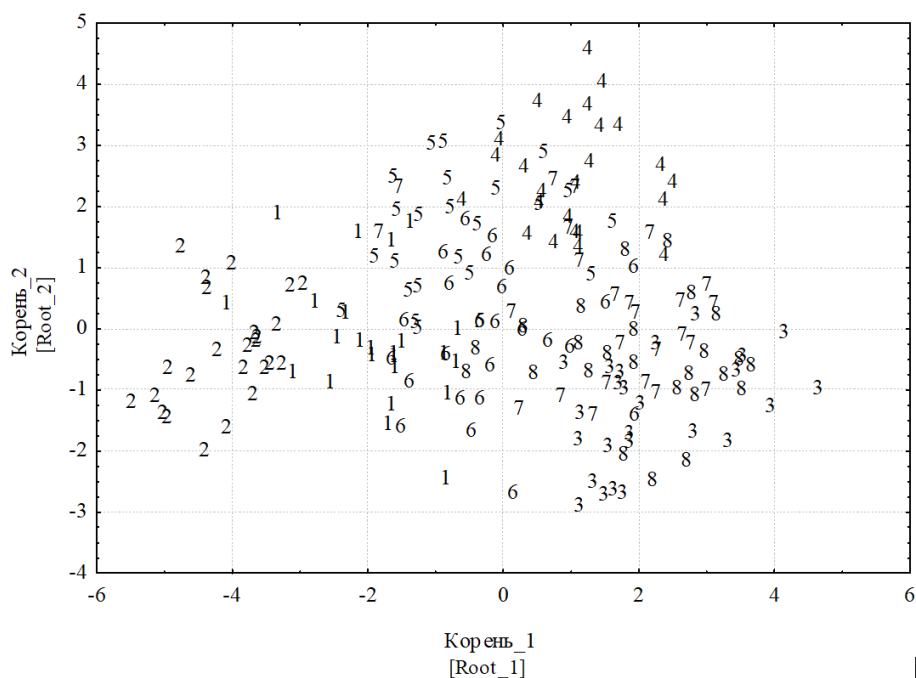


Рис. 4. Распределение особей *Iris sibirica* по совокупности морфометрических признаков методом дискриминантного анализа (номера ценопопуляций (1–8) соответствуют табл. 1)

[Fig. 4. Distribution of individuals *Iris sibirica* according to the set of morphometric features by discriminant analysis (coenopopulations numbers (1–8) correspond to Table 1)]

Особи вида различаются между собой по морфологической структуре во всех ЦП, каждая занимает свою территорию в каноническом пространстве, лишь между отдельными особями наблюдается незначительное перекрытие. ЦП Елимбетово (ЦП 2) и Тубинский (ЦП 4) стоят немного обособленно от других. ЦП Елимбетово, расположенная в сухом разреженном березняке в условиях антропогенного воздействия, характеризуется наименьшими параметрами по морфологическим параметрам как генеративных, так и

вегетативных органов. ЦП Тубинский произрастает на лесной поляне в окрестности оз. Талкас, уровень увлажнения почвы достаточный, местами избыточный, поэтому особи этой ЦП характеризуются довольно крупными размерами.

Рисунок 5 представляет результаты кластеризации ЦП по совокупности всех морфометрических признаков. ЦП *I. sibirica* разбились на 2 основных кластера: первый объединяет ЦП Тубинский (ЦП 4), Богачёво (ЦП 7), Попковские озера (ЦП 8), не подверженные антропогенному влиянию ЦП из южной части градиента с максимальными значениями по многим параметрам. Они приурочены к луговым фитоценозам, хорошо увлажненным, с незначительным засолением. Второй кластер располагается на расстоянии 14,9, который разбивается на две ветви. Первая, на расстоянии 13,9, включает ЦП Кужаново (ЦП 3) и Бахтигареево (ЦП 6), особи со средними значениями по большинству морфометрических параметров. Вторая, на расстоянии 11,5, объединила ЦП Ниязгулово (ЦП 1), Елимбетово (ЦП 2) и Ирендык (ЦП 5), произрастающие в более сухих местообитаниях, на опушках леса или в разреженных лесах и имеющие наименьшие показатели по многим признакам. По результатам кластерного анализа видно, что ЦП четко разбились на кластеры по фенотипической структуре и экологической приуроченности.

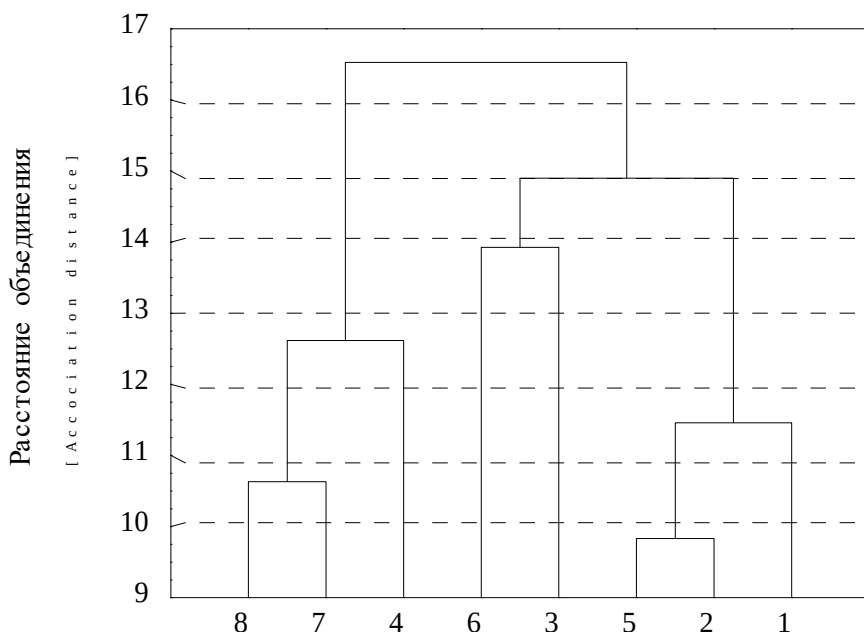


Рис. 5. Дендрограмма различий ценопопуляций *Iris sibirica* по усредненным морфометрическим параметрам растений (номера ценопопуляций (1–8) соответствуют табл. 1)
[Fig. 5. Dendrogram of the differences of coenopopulations *Iris sibirica* in average morphometric parameters of plants (coenopopulations numbers (1–8) correspond to Table 1)]

Заключение

Изучение *I. sibirica* показало, что в Республике Башкортостан он произрастает в различных местообитаниях – от сырых до солонцеватых и остепненных лугов, но при этом предпочитает места с достаточным увлажнением, выносит небольшое засоление, изредка встречается в составе разреженных лесных или опушечных сообществ. Методом дисперсионного анализа оценены межпопуляционные различия, выявлено статистически значимое влияние условий местообитания, в первую очередь, увлажнения и затенения, на исследуемые признаки растений *I. sibirica* с уровнем факторизации 19–69%, при очень высоком уровне значимости $p < 0,000$. Дискриминантный анализ показал, что во всех ЦП особи *I. sibirica* фенотипически различны между собой и каждая занимает свою территорию в каноническом пространстве, лишь между отдельными особями наблюдается незначительное перекрытие по морфологической структуре. Из изученных нами 8 ЦП максимальные параметры вегетативной и генеративной сферы установлены в ненарушенных ЦП Тубинский и Попковские озера с оптимальными для вида условиями произрастания, здесь же отмечено наибольшее морфоструктурное разнообразие. Особи с минимальными размерными и счетными показателями представлены в ЦП Ниязгулово, Елимбетово и Бахтигареево, произрастающие в менее благоприятных экологических условиях (недостаточное увлажнение, затенение, антропогенное воздействие). По виталитетному типу пять ЦП относятся к процветающим с преобладанием особей высшего класса, они приурочены к хорошо увлажненным местообитаниям, одна из них (ЦП Елимбетово) близка к равновесному состоянию. Оставшиеся 3 ЦП – депрессивные и произрастают в менее благоприятных условиях среды. Кластерный анализ выявил расхождение ЦП на группы по фенотипической структуре и экологической приуроченности. Проведенные исследования показали, что в целом состояние исследованных ЦП *I. sibirica* удовлетворительное, поэтому на сегодня нет угрозы исчезновения вида в Зауралье Республики Башкортостан. Тем не менее малочисленность большинства известных ЦП вида указывает на необходимость регулярного мониторинга их состояния.

Список источников

1. McCune B., Grace J.B. Analysis of ecological communities. Gleneden Beach, Oregon : MjM Software Design, 2002. 304 p.
2. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы : Университетская книга, 2013. 439 с.
3. Ишмуратова М.М., Муллабаева Э.З. Характеристика ценопопуляций *Iris sibirica* L. в Башкирском Зауралье // Растительные ресурсы. 2002. Т. 38 (2). С. 16–28.
4. Чугаева В.Н. Особенности репродуктивной биологии представителей рода *Iris* L. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2006. Т. 2. С. 138–143.
5. Алексеева Н.Б. Род *Iris* L. (Iridaceae) в России // Turczaninowia. 2008. Т. 11 (2). С. 5–70.

6. Овчинникова Ю.А., Шабалкина С.В. Об экологических предпочтениях *Iris sibirica* L. // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Киров : Вятский государственный университет, 2019. С. 277–282.
7. Mitić B., Nikolic T., Liber Z. Morphological and anatomical relationships in Alpine-Dinaric populations of the genus *Iris* L., Pallidae series (A. Kern.) Trinajstić (Iridaceae) // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2000. Vol. 69 (4). P. 369–384. doi: 10.5586/asbp.2000.038
8. Tillie N., Chase M.W. Hall molecular studies in the genus *Iris* L.: A preliminary study // Annali di botanica. 2000. Vol. 58. P. 105–112.
9. Szollosi R., Medvegy A., Kálmán K., Németh A., Mihalik E. Intra-inflorescence variations in floral morphological and reproductive traits of *Iris sibirica* L. // Acta Biologica Szege-diensis. 2010. Vol. 54 (2). P. 103–110.
10. Gontova T.N., Zatylnikova O.A. Comparative morphological and anatomical study of leaves and stems of *Iris pseudacorus* and *Iris sibirica* // International journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. 2013. Vol. 5 (3). P. 574–578.
11. Mitić B., Halbritter H., Šoštarić R., Nikolic T. Pollen morphology of the genus *Iris* L. (Iridaceae) from Croatia and surrounding area: taxonomic and phylogenetic implications // Plant Systematics and Evolution. 2013. Vol. 299. PP. 271–288. doi: 10.1007/s00606-012-0720-7
12. Śmigala M., Dąbrowska A., Winiarczyk K. *Iris sibirica* L. we florze Polski // Rośliny – przegląd wybranych zagadnień. 2016. PP. 9–18.
13. Скрипец Х.И., Одинцова А.В. Морфологічна структура суцвіть *Gladiolus imbricatus* L. та *Iris sibirica* L. (Iridaceae) // Ukraina. Studia Biologica. 2017. Vol. 11 (1). P. 109–116. doi: 10.30970/sbi.1101.514
14. Scrypec K.I., Tasenkevich L.O., Seniv M.M. *Iris sibirica* (Iridaceae) on the territory of Western Ukraine // Biosystems Diversity. 2020. Vol. 28 (3). P. 211–215.
15. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1: Растения и грибы. 3-е изд. М. : Студия онлайн, 2021. 384 с.
16. Абрамова Л.М., Широких П.С., Голованов Я.М., Мустафина А.Н., Крюкова А.В. К экологии редких степных ирисов на Южном Урале // Вестник Томского государственного университета. 2019. № 48. С. 56–72. doi: 10.17223/19988591/48/3
17. Крюкова А.В., Мулдашев А.А., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Распространение и фитоценотическая приуроченность редких видов рода *Iris* L. на Южном Урале (Республика Башкортостан) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2014. № 23 (194). С. 5–11.
18. Крюкова А.В., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н. К биологии и экологии редких ирисов в степях Южного Урала // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27 (4-1). С. 271–275. doi: 10.24411/2073-1035-2018-10126
19. Mikhaylova E.V., Mustafina A.N., Golovanov Y.M., Kryukova A.V. Current Challenges in Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology. Proceedings of the Fifth International Scientific Conference PlantGen. 2019. P. 156–157. doi: 10.18699/ICG-PlantGen2019-82
20. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения). М. : Наука, 2004 (2005). 352 с.
21. Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. М. : Товарищество научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2002. Т. 1. 526 с.
22. Цвелев Н.Н. Род. 2. Касатик – *Iris* L. Т. IV. Л. : Наука, 1979. С. 299–307.
23. Зуев В.В. *Iris* L. – Касатик // Флора Сибири. Araceae–Orchidaceae. Новосибирск : Наука, 1987. С. 114–124.
24. Chater A.O. *Iris* – L. Flora Europaea. London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney : Cambridge University Press, 1980. Vol. 5: Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones). P. 87–92.

25. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Труды Центрально-черноземного заповедника им. В.В. Алехина. Воронеж, 1962. 602 с.
26. Заугольнова Л.Б., Денисова Л.В., Никитина С.В. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1993. Т. 98 (5). С. 100–108.
27. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1984. 424 с.
28. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 287 с.
29. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. М. : Бином-Пресс, 2007. 512 с.
30. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М., Жирнова Т.В. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского государственного заповедника // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Биология. 2005. Вып. 1. С. 85–98.
31. Му-За-Чин В.В., Шукаль В.В. Характеристика ценопопуляций *Iris sibirica* L. (Iridaceae) в поймах рек в Брянской области // Бюллетень Брянского отделения РБО. 2016. № 2 (8). С. 36–43.
32. Солдатов С.А., Егина Е.И., Можаяева Г.Ф. Анализ всхожести семян видов рода *Iris* L. // Фундаментальные и прикладные разработки в области технических и физико-математических наук. : сб. науч. ст. по итогам работы Шестого международного круглого стола. 2018. С. 181–183.
33. Кашин А.С., Петрова Н.А., Шилова И.В. Особенности экологической стратегии *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida) // Поволжский. экологический журнал. 2016. № 2. С. 209–221. doi: 10.18500/1684-7318-2016-2-209-221

References

1. McCune B, Grace JB. Analysis of ecological communities. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software Design Publ.; 2002. 304 p.
2. Zlobin YuA, Sklyar VG, Klimenko AA. Populyatsii redkikh vidov rasteniy: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya: monografiya [Populations of rare plant species: theoretical foundations and study methods: monograph]. Sumy: University Book Publ.; 2013. 439 p. In Russian
3. Ishmuratova MM, Mullabaeva EZ. Characteristics of coenopopulations of *Iris sibirica* L. in the Bashkir Trans-Urals. *Rastitel'nye resursy*. 2002;38(2):16–28. In Russian
4. Chugaeva VN. Osobennosti reproduktivnoy biologii predstaviteley roda *Iris* L. [Features of reproductive biology of representatives of the genus *Iris* L.]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekologiya*. 2006;2: 138–143. In Russian
5. Alekseeva NB. Genus *Iris* L. (Iridaceae) in Russia. *Turczaninowia*. 2008;11(2): 5–70. In Russian
6. Ovchinnikova YuA., Shabalkina SV. On the environmental preferences of *Iris sibirica* L. *Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti ikh resheniya* [Ecology of the native land: problems and ways to solve them]. Kirov: Vyatka State University Publ.; 2019. pp. 277–282. In Russian
7. Mitić B, Nikolic T, Liber Z. Morphological and anatomical relationships in Alpine-Dinaric populations of the genus *Iris* L., Pallidae series (A. Kern.) Trinajstić (Iridaceae). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2000;69(4): 369–384. doi: 10.5586/asbp.2000.038
8. Tillie N, Chase MW. Hall molecular studies in the genus *Iris* L.: A preliminary study. *Annali di botanica*. 2000;58: 105–112.
9. Szollosi R, Medvegy A, Kálmán K, Németh A, Mihalik E. Intra-inflorescence variations in floral morphological and reproductive traits of *Iris sibirica* L. *Acta Biologica Szegediensis*. 2010;54(2): 103–110.

10. Gontova TN, Zatylnikova OA. Comparative morphological and anatomical study of leaves and stems of *Iris pseudacorus* and *Iris sibirica*. *International journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*. 2013;5(3): 574-578.
11. Mitic' B, Halbritter H, Šoštarić R, Nikolic T. Pollen morphology of the genus *Iris* L. (Iridaceae) from Croatia and surrounding area: taxonomic and phylogenetic implications. *Plant Systematics and Evolution*. 2013;299: 271-288. doi: 10.1007/s00606-012-0720-7
12. Śmigala M, Dąbrowska A, Winiarczyk K. *Iris sibirica* L. we florze Polski. *Rośliny - przegląd wybranych zagadnień*. 2016. pp. 9-18.
13. Скрипецъ XI, Одінцова АВ. Морфологічна структура суцвіть *Gladiolus imbricatus* L. та *Iris sibirica* L. (Iridaceae). *Ukraine. Studia Biologica Publ.*; 2017;11(1): 109-116. doi: 10.30970/sbi.1101.514 In Ukraine
14. Scrypec KI, Tasenkevich LO, Seniv MM. *Iris sibirica* (Iridaceae) on the territory of Western Ukraine. *Biosystems Diversity*. 2020;28(3): 211-215.
15. Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. T. 1: Rasteniya i griby. [Red Data Book of the Republic of Bashkortostan. T. 1: Plants and mushrooms]. 3rd ed. Moscow: Studio online Publ.; 2021. 384 p. In Russian
16. Abramova LM, Shirokikh PS, Golovanov YaM, Mustafina AN, Kryukova AV. On the ecology of rare steppe irises in the South Urals. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2019;48: 56-72. doi: 10.17223/19988591/48/3 In Russian, English summary
17. Kryukova AV, Muldashev AA, Golovanov YaM, Abramova LM. Distribution and phytocenotic occurrence of rare species of the genus *Iris* L. in the South Urals (Republic of Bashkortostan). *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki*. 2014;23(194): 5-11. In Russian
18. Kryukova AV, Abramova LM, Mustafina AN. K biologii i ekologii redkikh irisov v stepyakh Yuzhnogo Urala [On the biology and ecology of rare species *Iris* L. in the steppes of the South Urals]. *Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology*. 2018;27(4-1): 271-275. doi: 10.24411/2073-1035-2018-10126 In Russian
19. Mikhaylova EV, Mustafina AN, Golovanov YaM, Kryukova AV. Current Challenges in Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology. *Proceedings of the Fifth International Scientific Conference PlantGen*. 2019: 156-157. doi: 10.18699/ICG-PlantGen2019-82
20. Krasnyy spisok osobo okhranyaemykh redkikh i nakhodyashchikhsya pod ugrozoy ischez-noveniya zhivotnykh i rasteniy. T. 3.1 (Semennye rasteniya). [Red List of Specially Protected Rare and Endangered Animals and Plants. Vol. 3.1 (Seed plants)]. Moscow: Nauka Publ.; 2004(2005). 352 p. In Russian
21. Gubanov IA, Kiseleva KV, Novikov VS, Tikhomirov VN. *Illyustrirovannyi opredelitel' rasteniy Sredney Rossii* [Illustrated guide to plants of Central Russia]. Moscow: Partnership of Scientific Publications KMK Publ., Institute of Technological Research Publ.; 2002. Vol. 1. 526 p. In Russian
22. Tselev NN. Genus. 2. *Iris* L. T. IV. Leningrad: Nauka Publ.; 1979. pp. 299-307.
23. Zuev VV. *Iris* L. Flora of Siberia. Araceae-Orchidaceae. Novosibirsk: Science Publ.; 1987. pp. 114-124. In Russian
24. Chater AO. *Iris* – L. Flora Europaea. Vol. 5. Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones). London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney: Cambridge University Press. 1980. pp. 87-92.
25. Golubev VN. Osnovy biomorfologii travyanistyykh rasteniy tsentral'noy lesostepi [Fundamentals of biomorphology of herbaceous plants of the central forest-steppe]. In: *Trudy Tsentral'no-chernozemnogo zapovednika im. V.V. Alekhina*. Voronezh, 1962. 602 p. In Russian
26. Zaugolnova LB, Denisova LV, Nikitina SV. Podkhody k otsenke sostoyaniya tseno-populyatsiy rasteniy [Approaches to assessing the state of plant coenopopulations]. *Byulleten' MOIP. Otd. biol.* 1993;98(5): 100-108. In Russian

27. Zaicev GN. Matematicheskiy analiz biologicheskikh dannykh [Mathematical analysis of biological data]. Moscow: Nauka Publ.; 1991. 184 p. In Russian
28. Pesenko YuA. Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh [Principles and methods of quantitative analysis in faunal studies]. Moscow: Nauka Publ.; 1982. 287 p. In Russian
29. Khalafyan AA. STATISTICA 6. Statisticheskiy analiz dannykh [STATISTICA 6. Statistical data analysis]. Moscow: Binom-Press LLC Publ.; 2007. 512 p. In Russian
30. Ishbirdin AR, Ishmuratova MM, Zhirnova TV. Strategii zhizni tsenopopulyatsii *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. Na territorii Bashkirskogo gosudarstvennogo zapovednika [Life strategies of the *Cephalanthera rubra* (L.) Rich coenopopulation on the territory of the Bashkir State Reserve]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya Biologiya*. 2005;1: 85-98. In Russian
31. Mu-Za-Chin VV, Shukal VV. Kharakteristika tsenopopulyatsiy *Iris sibirica* L. (Iridaceae) v poymakh rek v Bryanskoy oblasti [Characteristics of coenopopulations of *Iris sibirica* L. (Iridaceae) in the floodplains of rivers in the Bryansk region]. *Byulleten' Bryanskogo otdeleviya RBO*. 2016;2(8): 36-43. In Russian
32. Soldatov SA, Egina EI, Mozhaeva GF. Analiz vskhozhesti semyan vidov roda *Iris* L. [Analysis of seed germination of species of the genus *Iris* L. In: *Fundamental'nye i prikladnyye razrabotki v oblasti tekhnicheskikh i fiziko-matematicheskikh nauk* [Fundamental and applied developments in the field of technical and physical and mathematical sciences]. Collection of scientific articles based on the results of the sixth international round table. 2018. pp. 181-183. In Russian
33. Kashin AS, Petrova NA, Shilova IV. Osobennosti ekologicheskoy strategii *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida) [Features of the ecological strategy of *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida)]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal*. 2016;2: 209-221. doi: 10.18500/1684-7318-2016-2-209-221 In Russian

Информация об авторах:

Крюкова Анастасия Владимировна – канд. биол. наук., н.с. лаборатории флоры и растительности, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Уфа, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3788-1879>

E-mail: anastasiya.ufa@bk.ru

Мустафина Альфия Науфалевна – канд. биол. наук., с.н.с. лаборатории флоры и растительности Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Уфа, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9163-177X>

E-mail: alfverta@mail.ru

Абрамова Лариса Михайловна – проф., д-р биол. наук, г.н.с. лаборатории флоры и растительности Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Уфа, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3196-2080>

E-mail: abramova.lm@mail.ru

Голованов Ярослав Михайлович – канд. биол. наук., в.н.с. лаборатории флоры и растительности Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Уфа, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4790-8900>

E-mail: jaro1986@mail.ru

Мулдашев Альберт Акрамович – канд. биол. наук., в.н.с. лаборатории геоботаники и растительных ресурсов Уфимского института биологии Уфимского федерального научного центра РАН (Уфа, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0619-4171>

E-mail: muldashev_ural@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Anastasiya V. Kryukova, Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Laboratory of Flora and Vegetation, South Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3788-1879>

E-mail: anastasiya.ufa@bk.ru

Alfiya N. Mustafina, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Flora and Vegetation, South Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9163-177X>

E-mail: alfverta@mail.ru

Larisa M. Abramova, Doc. Sci. (Biol.), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Flora and Vegetation, South Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3196-2080>

E-mail: abramova.lm@mail.ru

Yaroslav M. Golovanov, Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Laboratory of Flora and Vegetation, South Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4790-8900>

E-mail: jaro1986@mail.ru

Albert A. Muldashev, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Geobotany and Plant Resources, Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Scientific Center of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0619-4171>

E-mail: muldashev_ural@mail.ru

The Authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 31.10.2022;
одобрена после рецензирования 16.02.2023; принята к публикации 22.12.2023.*

*The article was submitted 31.10.2022;
approved after reviewing 16.02.2023; accepted for publication 22.12.2023.*