



## Сравнительные показатели морфологии и семенной продуктивности редких видов рода *Iris* L. в природных местообитаниях и в условиях культуры на Южном Урале

А. В. Крюкова, А. Н. Мустафина, Л. М. Абрамова

Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук,  
Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, Уфа, Россия

Автор, ответственный за переписку: Лариса Михайловна Абрамова, [abramova.lm@mail.ru](mailto:abramova.lm@mail.ru)

**Актуальность.** Дикорастущие ирисы перспективны для культивирования и использования в селекции, многие из них включены в Красные книги, поскольку исчезают под влиянием антропогенных факторов. Изучение их морфометрических и репродуктивных параметров имеет важное биологическое значение и позволяет рекомендовать наиболее устойчивые и высокодекоративные виды для расширения ассортимента цветочных растений.

**Материалы и методы.** Биологические особенности четырех редких на территории Южного Урала видов рода *Iris* L. (*I. pseudacorus* L., *I. pumila* L., *I. scariosa* Willd. ex Link, *I. humilis* Georgi) изучались в 2012–2017 гг. в 23 природных и четырех интродукционных ценопопуляциях. Сравнение параметров особей проведено на 25 средневозрастных растениях каждой ценопопуляции в фазе массового цветения и плодоношения по 11 биометрическим параметрам по общепринятым методикам. Достоверность различий оценивалась по критерию Стьюдента.

**Результаты.** Сравнение морфометрических показателей четырех видов рода *Iris* в Республике Башкортостан за шесть лет исследований в природных местообитаниях и в интродукции выявило достоверные различия между ценопопуляциями при 5-процентном уровне значимости для большинства признаков *I. pumila* и *I. pseudacorus*. Для *I. scariosa* и *I. humilis* различия преимущественно недостоверны (при  $t$ -факт < 2,064). Средние значения большинства репродуктивных параметров в условиях интродукции у *I. scariosa*, *I. humilis* и *I. pseudacorus* достоверно ниже, чем в природных популяциях. В культуре семенная продуктивность *I. pumila* возрастает. Изменчивость большинства морфометрических признаков ирисов в границах нормы реакции вида. В условиях культуры в Башкирском Предуралье изученные виды ежегодно цветут и плодоносят, кроме *I. humilis*.

**Заключение.** Из четырех редких видов *Iris* для озеленения населенных пунктов на Южном Урале рекомендован как наиболее устойчивый вид *I. pumila*.

**Ключевые слова:** *Iris pumila*, *Iris scariosa*, *Iris humilis*, *Iris pseudacorus*, морфометрические параметры, изменчивость, критерий Стьюдента

**Благодарности:** работа выполнена по теме ЮУБСИ УФИЦ РАН «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» в рамках государственного задания УФИЦ РАН № 075-03-2022-001 от 14.01.2022 г.

**Для цитирования:** Крюкова А.В., Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. Сравнительные показатели морфологии и семенной продуктивности редких видов рода *Iris* L. в природных местообитаниях и в условиях культуры на Южном Урале. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(3):171-182. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-171-182

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-171-182

## Comparative indicators of morphology and seed productivity in rare *Iris* L. spp. within their natural habitats and under cultivation in the Southern Urals

Anastasiya V. Kryukova, Alfiya N. Mustafina, Larisa M. Abramova

Ufa Branch of the Russian Academy of Sciences, South-Ural Botanical Garden–Institute of the UFRC RAS, Ufa, Russia

**Corresponding author:** Larisa M. Abramova, [abramova.lm@mail.ru](mailto:abramova.lm@mail.ru)

**Background.** Wild irises are promising for cultivation and use in breeding practice. Many of them are included in Red Lists, as they disappear under the impact of anthropogenic factors. It is biologically important to study their morphometric and reproductive parameters, so that the most stable and highly ornamental species could be recommended for expanding the range of flower plants.

**Materials and methods.** Biological features of four *Iris* L. species rarely occurring in the Southern Urals: *I. pseudacorus* L., *I. pumila* L., *I. scariosa* Wild. ex Link, and *I. humilis* Georgi, were studied in 2012–2017 in 23 natural and 4 introduced cenopopulations. Individual parameters were compared for 25 medium-age plants from each cenopopulation in their mass-flowering and fruiting phase according to 11 biometric parameters using conventional methods. Statistical significance of the differences was assessed using Student's *t*-test.

**Results.** Comparison of morphometric parameters of four rare *Iris* spp. naturally occurring and introduced in Bashkortostan during six years of research showed significant differences between cenopopulations at a 5% significance level for most traits of *I. pumila* and *I. pseudacorus*. As for *I. scariosa* and *I. humilis*, differences were mostly insignificant (at  $t_{\text{fact}} < 2.064$ ). Mean values of most reproductive parameters for *I. scariosa*, *I. humilis* and *I. pseudacorus* were significantly lower under introduction conditions than in natural populations. Under cultivation, seed productivity of *I. pumila* increased. Variability of most morphometric features of the studied irises was within normal response limits for the studied species. When cultivated in the environments of the Bashkir Cis-Urals, they bloom and bear fruit every year, except for *I. humilis*.

**Conclusion.** Of the four rare *Iris* spp., *I. pumila* is recommended for landscaping settlements in the South Urals as the most stable species.

**Keywords:** *Iris pumila*, *Iris scariosa*, *Iris humilis*, *Iris pseudacorus*, morphometric parameters, variability, Student's *t*-test

**Acknowledgments:** the work was carried out within the framework of the state task assigned to the South-Ural Botanical Garden–Institute, subdivision of Ufa Federal Research Center of the RAS, No. 075-03-2022-001 “Biodiversity of natural systems and plant resources of Russia: evaluation of the status and monitoring of the dynamics, problems of conservation, reproduction, replenishment and sustainable utilization” dated January 14, 2022.

**For citation:** Kryukova A.V., Mustafina A.N., Abramova L.M. Comparative indicators of morphology and seed productivity in rare *Iris* L. spp. within their natural habitats and under cultivation in the Southern Urals. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(3):171-182. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-171-182

## Введение

Виды рода *Iris* L. (Касатик, или Ирис) отличаются высокими декоративными качествами, с древнейших времен введены в цветочную культуру и широко используются как в озеленении городов и других населенных пунктов, так и на дачных участках. В естественной флоре представлен ряд дикорастущих видов ирисов, перспективных для культуры и селекционных работ (Мамаева, 2013). Многие дикорастущие касатики включены в Красные книги различных регионов, поскольку исчезают вследствие влияния антропогенных факторов. Изучение их морфометрических и репродуктивных параметров не только имеет важное биологическое значение, но и позволяет рекомендовать наиболее устойчивые виды с ценными декоративными качествами для расширения ассортимента цветочно-декоративных растений.

Различные аспекты биологии видов семейства Iridaceae Juss. (Касатиковые) исследовались российскими (Rodionenko, 2003; Alexeyeva, 2006; Elisafenko, 2010; Efimov et al., 2012; Indzheeva, Baktasheva, 2013a, b; Khaltanova, 2013; etc.) и зарубежными авторами (Tarasjev et al., 2009; Wilson, 2009; Vuleta et al., 2010; Bublyk et al., 2013; Tucic et al., 2013; Vujić et al., 2015; Parnikoza et al., 2017; etc.). Изучены ареалы распространения, таксономия, репродуктивная биология, генетика, хромосомные числа, интродукция и другие биологические особенности ирисов.

Объектами нашего исследования стали редкие для Южного Урала декоративные виды рода *Iris* – *I. pseud-*

тродукционное изучение биологии видов (Abramova, Kryukova, 2013; Kryukova, Abramova, 2014; 2015; 2016; Kryukova et al., 2014).

Целью настоящей работы было сравнение морфологических параметров и семенной продуктивности редких видов ирисов в культуре и в природных местообитаниях на территории Южного Урала, оценка их устойчивости и перспективности для озеленения.

## Материалы и методы

Исследования проведено в 2012–2017 гг. в общей сложности на 23 природных ценопопуляциях. Район исследований – Южный Урал: территория РБ и близлежащие районы Оренбургской и Челябинской областей. Интродукционное испытание выполнено на территории Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН (г. Уфа).

*Iris pumila* (касатик карликовый) – многолетнее растение 8–15 см высотой, поликарпик, с одиночными цветками разнообразной окраски (рис. 1). Плод – трехгранная сидячая коробочка. Европейско-кавказско-малоазиатский вид. Распространен в Средней и Восточной Европе, Средиземноморье, Малой Азии и на Кавказе. Редкий вид Южного Урала и Приуралья. Произрастает в луговых и каменистых степях. Внесен в Красную книгу РБ с категорией 3 – редкий вид (Red Book..., 2021), в Красную книгу РФ (Red Book..., 2008) с категорией и статусом 3 б – редкий вид. Находится под охраной во многих областях России (Red List..., 2004 (2005)).



Рис. 1. *Iris pumila* L.

(Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, 11.05.2015 г.; фото А. В. Крюковой)

Fig. 1. *Iris pumila* L.

(South-Ural Botanical Garden–Institute of the UFRS RAS, May 11, 2015; photo by A. V. Kryukova)

*corus* L., *I. pumila* L., *I. scariosa* Willd. ex Link, *I. humilis* Georgi. В Республике Башкортостан (РБ) произрастают пять видов рода, из них четыре исследуемых вида занесены в Красную книгу РБ (Red Book..., 2021) и два – в Красную книгу РФ (Red Book..., 2008). Нами проводятся исследования природных популяций редких ирисов, а также ин-

*I. scariosa* (к. кожистый) – травянистый многолетник 10–20 см высотой, с толстым корневищем (рис. 2). Цветоносный побег удлинённый, с двумя, реже с тремя цветками различной окраски. Плод – продолговато-эллиптическая, шестигранная, к обоим концам заостренная коробочка (Demina, Mayorov, 2002). Эндем юго-востока евро-



**Рис. 2. *Iris scariosa* Willd. ex Link**

(д. Рамазаново, Кувандыкский район Оренбургской области, 10.05.2016 г.; фото А. В. Крюковой)

**Fig. 2. *Iris scariosa* Willd. ex Link**

(Ramazanovo Village, Kuvandyksky District, Orenburg Province, May 10, 2016; photo of A. V. Kryukova)

пейской части РФ. Восточноевропейско-азиатский петрофитный вид. Область распространения вида – Восточная Европа, Западная Сибирь, Средняя и Центральная Азия. Обитает в петрофитных и солонцеватых степях. В РБ является редким и имеет категорию 1 – вид, находящийся под угрозой исчезновения (Red Book..., 2021). Включен в Красную книгу РФ (Red Book..., 2008) с категорией и статусом 2 а – вид, сокращающийся в численности. Охраняется еще в 12 регионах России (Red List..., 2004 (2005)).

*I. humilis* (к. низкий) – малоизученный степной вид, корневищный поликарпик около 15 см высотой, с ярко-желтыми цветками, одиночными или в числе двух (рис. 3). Плод – коробочка эллиптическая, шестигранная. Азиатский вид, распространенный на Южном Урале, в Западной и Восточной Сибири, на юге Европейской России, Дальнем Востоке, в Закавказье, на Украине, в Молдове, Казахстане, на северо-западе Китая, в Японии, Монголии. Растет в каменистых, луговых и песчаных степях, на прибрежных лугах, в борах, на лесных полянах. Включен



**Рис. 3. *Iris humilis* Georgi**

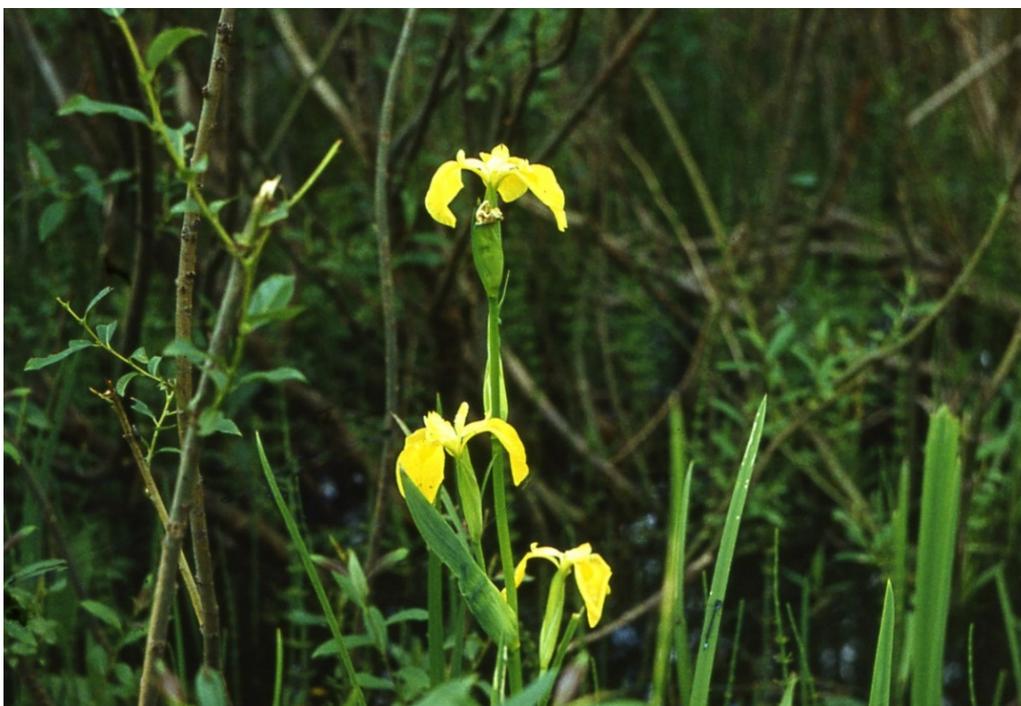
(Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, 26.05.2013 г.; фото А. Н. Мустафиной)

**Fig. 3. *Iris humilis* Georgi**

(South-Ural Botanical Garden–Institute of the UFRS RAS, May 26, 2013; photo by A. N. Mustafina)

в Красную книгу РБ (Red Book..., 2021) с категорией 1 – вид, находящийся под угрозой исчезновения, охраняется еще в 12 регионах РФ (Red List..., 2004 (2005)).

*I. pseudacorus* (к. болотный) – травянистый поликарпик до 160 см высотой, с толстым ветвистым корневищем (рис. 4). Цветки в числе 3–5 на разветвлениях стебля, ярко-золотисто-желтые. Плод – продолговато-овальная трехгранная коробочка. Европейско-югозападноазиатский вид. Распространен в Восточной и Западной Европе, европейской части России, Западной Сибири, Белоруссии, на Украине, Кавказе, Дальнем Востоке. Растет на сырых лугах, в низинных заболоченных лесах и зарослях ивы на торфянистой почве. Внесен в Красную книгу РБ (Red Book..., 2021) с категорией 2 – вид, сокращающийся в численности. Редкое растение Урала и Приуралья, занесенное в Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений (Red List..., 2004 (2005)).



**Рис. 4. *Iris pseudacorus* L.**

(д. Ильмузино, Кушнаренковский район РБ, 10.06.2014 г.; фото А. В. Крюковой)

**Fig. 3. *Iris pseudacorus* L.**

(Ilmurzino Village, Kushnarenkovsky District, Bashkortostan, June 10, 2014; photo by A. V. Kryukova)

Изучение морфометрических параметров редких ирисов в культуре и в природе проводилось в фазе полного цветения растений по методике Г. И. Дохман и В. Н. Голубева (Dokhman, Golubev, 1962). В каждой ценопопуляции (ЦП) измеряли 25 среднегенеративных особей по 11 параметрам, в качестве счетной единицы был принят один годичный побег.

Для редких видов растений важное значение имеет оценка их репродуктивных качеств, определяющих семенное возобновление (Levina, 1981). Семенную продуктивность определяли по стандартной методике (Rabotnov, 1960; Vainagiy, 1974).

Статистический анализ провели с помощью пакета статистических программ Statistica 10 в MS Excel 2010 (Zaitsev, 1990). Сравнение средних значений проведено с использованием t-критерия Стьюдента (Halafyan, 2008).

## Результаты

Результаты измерения морфометрических параметров, их изменчивость, а также сравнение по t-критерию Стьюдента четырех видов рода *Iris* в условиях интродукции и в природных ценопопуляциях приведены в таблице 1.

Сравнение морфометрических показателей для *I. pumila* выявило, что растения в условиях культуры превосходят растения из природных местообитаний, что особенно важно для декоративных качеств вида. В вегетативной сфере размерность растений по диаметру клона в культуре (25,9 см) выше в 1,3 раза природных (19,6 см), по числу вегетативных побегов – в 2,4 раза (55,1 и 20,3 шт. соответственно), по длине листа – в 1,3 раза (19,1 и 14,6 см соответственно). В генеративной сфере растения в культуре по числу генеративных побегов (22,8 шт.) превосходят природные (5,0 шт.) в 4,6 раза, а по длине

и ширине нижней доли околоцветника – в 1,6 и 2,3 раза. Различия связаны суходом за растениями в условиях культуры, большей влажностью почвы, отсутствием конкуренции с другими видами растений в сравнении с природными местами произрастания в южном Предуралье.

Изучение изменчивости в природе и культуре морфометрических признаков *I. pumila* выявило нормальное варьирование ( $C_v = 5,6–42,3\%$ ) большинства параметров; в природе отмечено значительное варьирование лишь для числа вегетативных побегов ( $C_v = 60,2\%$ ) и очень большое – для числа генеративных побегов ( $C_v = 81,5\%$ ). В культуре выявлено значительное варьирование для диаметра клона ( $C_v = 47,3\%$ ) и числа вегетативных побегов ( $C_v = 48,6\%$ ).

Сравнение показателей растений *I. pumila* в природе и интродукции с использованием t-критерия Стьюдента

**Таблица 1. Изменчивость морфометрических показателей редких видов рода *Iris* L. в природе и культуре в генеративной фазе развития (сравнение по критерию Стьюдента)****Table 1. Variability of morphometric indicators in the generative phase of rare *Iris* L. species in nature and under cultivation (comparison by Student's *t*-test)**

Местообитание, Cv, %	Параметры и изменчивость растений										
	Диаметр клона, см	Число вегетативных побегов, шт.	Длина листа, см	Ширина листа, см	Число генеративных побегов, шт.	Высота генеративных побегов, см	Длина нижней доли околоцветника, см	Ширина нижней доли околоцветника, см	Длина верхней доли околоцветника, см	Ширина верхней доли околоцветника, см	Диаметр цветка, см
<b><i>I. pumila</i> L.</b>											
В природе	19,6 ± 1,15	20,3 ± 1,45	14,6 ± 1,03	1,3 ± 0,14	5,0 ± 0,35	16,1 ± 0,50	4,9 ± 0,05	1,6 ± 0,03	4,8 ± 0,05	1,5 ± 0,02	5,3 ± 0,10
Cv	47,3	60,2	24,0	20,6	81,5	13,4	12,2	15,5	12,0	17,8	16,5
В культуре	25,9 ± 2,46	<b>55,1</b> ± 4,52	19,1 ± 1,31	1,8 ± 0,15	<b>22,8</b> ± 2,18	17,2 ± 1,44	<b>7,8</b> ± 0,21	<b>3,7</b> ± 0,12	4,8 ± 0,41	2,3 ± 0,11	6,7 ± 0,38
Cv	25,2	48,6	5,6	24,4	42,3	10,5	8,1	7,4	14,8	18,6	17,2
t <sub>факт</sub>	4,271*	5,243*	2,784*	1,153	4,418*	1,317	8,255*	11,725*	1,323	1,054	2,035
<b><i>I. scariosa</i> Willd. ex Link</b>											
В природе	<b>43,0</b> ± 1,42	<b>62,7</b> ± 3,20	13,7 ± 0,27	1,4 ± 0,02	16,6 ± 0,81	16,1 ± 0,29	5,3 ± 0,07	1,7 ± 0,02	4,7 ± 0,08	1,6 ± 0,02	<b>6,2</b> ± 0,09
Cv	28,6	44,2	17,1	13,7	42,3	15,8	11,8	11,2	15,1	12,6	12,7
В культуре	13,0 ± 0,63	6,2 ± 0,48	<b>14,6</b> ± 0,28	1,3 ± 0,04	2,4 ± 0,27	12,5 ± 0,31	5,1 ± 0,11	1,3 ± 0,03	4,4 ± 0,14	1,3 ± 0,03	5,4 ± 0,12
Cv	24,2	38,9	9,8	16,5	54,3	12,3	11,1	10,1	16,1	10,9	10,8
t <sub>факт</sub>	11,463*	12,183*	1,284	0,783	16,049*	9,994*	1,362	0,540	1,213	0,344	1,514
<b><i>I. humilis</i> Georgi</b>											
В природе	16,0 ± 1,89	7,8 ± 1,06	10,0 ± 0,36	0,9 ± 0,05	3,5 ± 0,26	8,2 ± 0,23	4,7 ± 0,18	1,0 ± 0,02	2,7 ± 0,04	0,9 ± 0,02	4,9 ± 0,04
Cv	59,2	68,1	18,1	26,2	60,1	19,8	11,8	11,2	7,2	14,5	3,7
В культуре	11,2 ± 0,31	4,5 ± 0,27	9,8 ± 0,33	1,2 ± 0,05	1,7 ± 0,26	8,7 ± 0,21	5,9 ± 0,21	<b>4,4</b> ± 0,05	3,2 ± 0,15	1,3 ± 0,04	<b>5,4</b> ± 0,06
Cv	12,3	26,5	15,0	15,5	48,4	7,8	11,1	3,9	6,7	10,1	3,5
t <sub>факт</sub>	4,674*	0,636	6,767*	0,635	1,024	10,803*	1,013	0,829	1,285	2,034	1,064
<b><i>I. pseudacorus</i> L.</b>											
В природе	<b>76,6</b> ± 4,08	<b>34,3</b> ± 1,47	<b>95,7</b> ± 1,88	<b>2,4</b> ± 0,04	<b>6,5</b> ± 0,31	<b>87,6</b> ± 2,29	5,9 ± 0,07	3,1 ± 0,03	2,5 ± 0,04	0,6 ± 0,02	<b>8,8</b> ± 0,06
Cv	53,2	42,9	19,5	16,7	48,1	26,2	11,5	10,9	17,0	24,9	6,5
В культуре	27,2 ± 1,17	6,8 ± 0,41	32,8 ± 0,94	1,5 ± 0,08	1,5 ± 0,14	42,7 ± 3,16	5,2 ± 0,11	3,4 ± 0,06	2,3 ± 0,04	0,9 ± 0,02	7,8 ± 0,13
Cv	21,5	30,3	14,3	28,5	47,0	37,0	10,8	8,3	9,9	10,5	8,3
t <sub>факт</sub>	7,945*	7,325*	6,527*	0,624	4,211*	3,130*	0,538	0,558	1,213	0,068	1,322

Примечание: \* – показатели достоверны на 5-процентном уровне значимости, недостоверны значения параметров для *I. pumila* и *I. pseudacorus* при  $t_{\text{факт}} < 2,064$ , для растений *I. scariosa* и *I. humilis* при  $t_{\text{факт}} < 2,262$ . Жирным шрифтом выделены максимальные значения морфометрических параметров, курсивом – минимальные

Note: \* – indicators are statistically significant at a 5% significance level; parameter values are insignificant for *I. pumila* and *I. pseudacorus* at  $t_{\text{факт}} < 2,064$ , and for *I. scariosa* and *I. humilis* at  $t_{\text{факт}} < 2,262$ . Maximum values of morphometric parameters are boldfaced, while minimum values are italicized

показало достоверные различия при 5-процентном уровне значимости для большинства признаков, за исключением ширины листа, высоты генеративного побега, длины и ширины верхней доли околоцветника, диаметра цветка.

Аналогичное сравнение морфометрических параметров *I. scariosa* показало, что в условиях культуры, по сравнению с природными местами произрастания растений, уменьшаются параметры: диаметр клона в 3,3 раза (в природе – 43,0 см, в культуре – 13,0 см), число вегетативных побегов в 10,1 раза (62,7 и 6,2 шт. соответственно) и генеративных побегов в 6,9 раза (16,6 и 2,4 шт. соответственно), высота генеративного побега в 1,3 раза (16,1 и 12,5 см соответственно). Снижение показателей, очевидно, обусловлено несоответствием условий культуры и экотопов естественного произрастания вида. В природных местообитаниях данный вид произрастает в каменистых степях на крайнем юге Зауралья РБ и в Оренбургской области, где в период цветения растений рано весной отмечаются более высокие положительные температуры и больший уровень инсоляции, чем в условиях центрального Предуралья, где расположен ботанический сад. Более высокие показатели диаметра клона и числа побегов также связаны, видимо, с меньшим возрастом растений в интродукционной популяции.

Для особей *I. scariosa* в природе, и в культуре выявлено нормальное варьирование ( $C_v$  – от 9,8 до 42,2%), кроме единственного параметра – числа генеративных побегов ( $C_v = 54,3\%$ ) в культуре.

Такое же сравнение морфометрических показателей растений *I. scariosa* в природе и в культуре выявило достоверные различия при 5-процентном уровне значимости для четырех параметров: диаметр клона, число вегетативных, генеративных побегов и высота генеративного побега. Параметры генеративной сферы в культуре близки к природным.

Исследование особей *I. humilis* по морфометрическим показателям в природе и культуре показало, что в культуре происходит незначительное ухудшение габитуса растений, снижение значений параметров: диаметра клона (в культуре – 11,2 см, в природе – 16,0 см), числа вегетативных (4,5 и 7,8 шт. соответственно) и генеративных побегов (1,7 и 3,5 шт. соответственно). В интродукции не все растения ежегодно цветут и плодоносят, возможно, потому что в природе они произрастают на специфическом субстрате – на мелкоземле между камней, на склонах, где снег сдувается ветрами, а в ботаническом саду уровень снега в отдельные годы высокий, что может приводить к весеннему застою воды и вымоканию корневищ, что отрицательно сказывается на цветении растений и может даже привести к их гибели. Некоторые авторы (Elisafenko, 2010) отмечают, что в интродукции происходит сокращение длительности онтогенеза, что также приводит к быстрому выпадению растений.

По коэффициенту вариации для *I. humilis* отмечено нормальное варьирование большинства параметров. Значительное варьирование определено для параметров: диаметр клона ( $C_v = 59,2\%$ ), число вегетативных ( $C_v = 68,1\%$ ) и генеративных побегов ( $C_v = 60,1\%$ ) в природе, число генеративных побегов ( $C_v = 48,4\%$ ) в культуре.

В результате сравнения морфометрических показателей *I. humilis* по критерию Стьюдента выявлены при 5-процентном уровне значимости достоверные различия для небольшого числа параметров генеративной сферы.

Исследование морфометрических показателей *I. pseudacorus* выявило, что большинство параметров в природе превышают аналогичные в культуре в 2,8 раза по диаметру клона (в природе – 76,6 см, в культуре – 27,2 см), по числу вегетативных побегов в 5 раз (34,3 и 6,8 шт. соответственно), генеративных побегов в 4,3 раза (6,5 и 1,5 шт. соответственно), высоте генеративного побега в 2,1 раза (87,6 и 42,7 шт. соответственно). Параметры цветка менялись незначительно. Различия в параметрах природных и интродукционной популяций связаны с тем, что в природе вид произрастает в более влажных условиях с богатой почвой (на влажных и сырых лугах по берегам водоемов), а в ботаническом саду – на серой лесной почве без полива, поэтому общий габитус растений снижается.

По коэффициенту вариации в природных местообитаниях отмечено значительное варьирование для параметров: диаметр клона ( $C_v = 53,2\%$ ), число генеративных побегов ( $C_v = 48,1\%$ ); для других показателей наблюдалось нормальное варьирование ( $C_v = 11,0–42,9\%$ ). В культуре значительное варьирование характерно для числа генеративных побегов ( $C_v = 47,0\%$ ), нормальное – для остальных параметров ( $C_v = 8,3–37,0\%$ ).

Сравнение морфометрических показателей растений *I. pseudacorus* в природе и в интродукции с применением критерия Стьюдента показало достоверные различия при 5-процентном уровне значимости для большинства признаков, за исключением длины и ширины листа, длины и ширины нижней и верхней доли околоцветника, диаметра цветка.

Результаты изучения семенной продуктивности изучаемых видов ирисов в природе и культуре представлены в таблице 2.

Изучение элементов репродуктивной биологии *I. pumila* выявило, что большинство репродуктивных показателей в условиях культуры выше средних параметров природных ценопопуляций, что служит весомым показателем хорошей адаптации вида в интродукции. Реальная семенная продуктивность культивируемых растений в 1,2 раза выше, чем в природных условиях. На один генеративный побег образуется всего один плод. Семян в плоде образуется в среднем больше в культуре (36,2), чем в природе (29,4). Коэффициент семенной продуктивности в природе на один генеративный побег составил 59,5%, а для культивируемых растений – 68,7%.

По результатам исследования семенной продуктивности *I. scariosa* установлено, что в культуре растения имеют реальную семенную продуктивность ниже в 3,7 раза (12,5 семян на один генеративный побег), чем в природных местообитаниях (45,9). Значения коэффициента семенной продуктивности для *I. scariosa* в природе выше (61,2%), чем в культуре (55,0%), вследствие большего образования семян, но семена этого вида сильно повреждаются фитофагами, что мы наблюдали в природных условиях. На одном генеративном побеге в интродукции образуется 1-2 цветка (1,6 в среднем), что меньше значений, полученных в природных условиях (1,9 в среднем); плодов образуется также меньше в культуре в 1,4 раза, чем в природе.

Плодообразование на один генеративный побег в условиях культуры составляет 89,5%, в природе – 75,0%. В культуре растения образуют в 2,6 раза меньше семян на один плод (10,4 шт.), что связано, по-видимому, с тем, что в климатических условиях, где находятся естественные местообитания вида, складываются более бла-

**Таблица 2.** Сравнение элементов семенной продуктивности редких видов рода *Iris* L. с использованием критерия Стьюдента в культуре и в природных условиях

**Table 2.** Comparison of seed productivity components for rare *Iris* L. species under cultivation and under natural conditions using Student's *t*-test

Местообитание	Число цветков на один генеративный побег	Число плодов на один генеративный побег	Число выполненных семян на один плод	Число невыполненных семян на один плод	РСП на один генеративный побег	ПСП на один генеративный побег	Коэффициент СП, %
<i>I. pumila</i>							
П	1,0	1,0	29,4 ± 0,52	20,0 ± 0,61	29,4 ± 0,52	49,4 ± 1,82	59,5 ± 1,52
Cv%	-	-	38,6	60,8	38,6	12,0	18,0
И	1,0	1,0	<b>36,2 ± 1,21</b>	16,5 ± 1,02	<b>36,2 ± 1,35</b>	<b>52,7 ± 1,47</b>	<b>68,7 ± 1,39</b>
Cv%	-	-	40,2	45,6	40,2	10,1	15,7
t <sub>факт</sub>	-	-	2,781*	4,344*	5,116*	4,134*	1,341*
<i>I. scariosa</i>							
П	1,9 ± 0,16	1,7 ± 0,30	27,0 ± 0,43	17,1 ± 0,57	<b>45,9 ± 1,68</b>	<b>75,0 ± 1,87</b>	61,2 ± 1,44
Cv%	48,0	55,1	32,0	57,4	25,6	53,2	20,7
И	1,6 ± 0,13	1,2 ± 0,20	10,4 ± 0,55	8,7 ± 0,46	12,5 ± 0,55	22,9 ± 0,72	55,0 ± 1,56
Cv%	61,6	46,3	24,4	51,9	23,2	17,0	14,7
t <sub>факт</sub>	2,124	1,283	2,223*	2,145*	8,261*	4,184*	2,782*
<i>I. humilis</i>							
П	1,7 ± 0,05	1,2 ± 0,15	9,7 ± 0,47	12,7 ± 0,35	<b>11,6 ± 0,46</b>	<b>26,8 ± 0,74</b>	43,3
Cv%	46,4	35,9	28,8	27,4	23,7	7,7	12,8
И	1,4 ± 0,05	1,0 ± 0,15	5,8 ± 0,42	4,4 ± 0,35	5,8 ± 0,42	10,2 ± 0,66	56,8
Cv%	25,2	34,6	39,6	49,9	24,6	21,1	10,4
t <sub>факт</sub>	2,227	2,113	2,829*	3,423*	7,325*	5,244*	3,520*
<i>I. pseudacorus</i>							
П	11,5 ± 0,45	7,9 ± 0,22	77,4 ± 1,47	17,4 ± 0,48	<b>561,8 ± 78,3</b>	<b>686,8 ± 73,70</b>	81,6
Cv%	26,3	21,1	35,6	78,7	8,3	11,6	27,5
И	8,4 ± 0,35	5,9 ± 0,48	50,3 ± 1,45	19,5 ± 0,81	317,1 ± 48,5	439,8 ± 58,72	72,0
Cv%	9,5	11,4	43,2	58,6	8,2	18,6	29,8
t <sub>факт</sub>	5,751*	3,884*	2,153*	1,965	10,133*	11,331*	8,231*

Примечание: П – в природе, И – в интродукции, РСП – реальная семенная продуктивность, ПСП – потенциальная семенная продуктивность,

\* – показатель достоверен на 5-процентном уровне значимости. Значения параметров СП *I. pumila*, *I. pseudacorus* недостоверны при  $t_{факт} < 2,064$  для *I. scariosa* и *I. humilis* – при  $t_{факт} < 2,262$ . Жирным шрифтом выделены максимальные значения морфометрических параметров, курсивом – минимальные

Note: П – in nature, И – introduced, РСП – factual seed productivity, ПСП – potential seed productivity, \* – the value is statistically significant at a 5% significance level. For *I. pumila* and *I. pseudacorus*, the values of seed productivity parameters are insignificant at  $t_{факт} < 2.064$ ; for *I. scariosa* and *I. humilis*, at  $t_{факт} < 2.262$ . Maximum values of morphometric parameters are boldfaced, while minimum values are italicized

поприятные условия для репродуктивных возможностей.

У *I. humilis* в природе на одном генеративном побеге развивается один или два плода. В культуре на побеге формируется в среднем 1,4 цветка, из которых образуется только один плод. Плодообразование культивируемых растений составляет 71,4%, в природе – 70,6%, но семян образуется мало.

Реальная семенная продуктивность очень низкая – 5,8 шт. семян на один генеративный побег, потенциальная продуктивность – 14,2 семечек. Соответственно, низок и коэффициент продуктивности в культуре – 40,8%, в природе в 1,5 раза больше – 62,4%. Низкая семенная продуктивность является одной из причин редкости вида в природных местообитаниях Южного Урала.

*I. pseudacorus* обладает более высокими репродуктивными возможностями. Коэффициент семенной продуктивности вида высокий (81,6%), реальная семенная продуктивность на один генеративный побег – 561,8 шт. семян, что в 1,8 раза выше значений параметра в культуре. Плодообразование в культуре больше, чем в природе – 70,2%: из 8,4 цветков образуется 5,9 плодов в среднем. Число семян на один генеративный побег в культуре в среднем – 50,3 шт., что в 1,4 раза меньше, чем в природе, семечек – 69,8 шт., из них 72,1% дают семена.

По коэффициенту вариации для большинства параметров семенной продуктивности изучаемых видов ириса в природе и в культуре отмечено нормальное варьирование ( $Cv = 7,7-43,2\%$ ), значительное варьирование – для числа цветков и плодов на один генеративный побег ( $Cv = 46,3-61,6\%$ ), числа невыполненных семян на один плод ( $Cv = 45,6-78,7\%$ ).

Сравнение параметров семенной продуктивности *I. pumila*, *I. scariosa*, *I. humilis* в природных условиях и в интродукции выявило достоверные различия при 5-процентном уровне значимости по критерию Стьюдента для большинства показателей, за исключением параметров: число цветков и плодов на один генеративный побег. Для *I. pseudacorus* все полученные значения значимы, кроме числа невыполненных семян на один плод: этот показатель выявлен как статистически недостоверный.

### Обсуждение

Исследуемые редкие виды рода *Iris* значительно различаются по условиям произрастания в природных местообитаниях: три из них – степные растения, причем *I. pumila* встречается в петрофитных степях Предуралья, а *I. humilis* и *I. scariosa* – также в петрофитных степях, но соответственно в лесостепной и степной зонах Зауралья. *I. pseudacorus* растет в совершенно иных экологических условиях – на сырых пойменных лугах и в понижениях рельефа (Kryukova et al., 2014). Таким образом, условия интродукции (г. Уфа) в большей степени соответствовали природным условиям местообитания для *I. pumila*, но значительно отличались для других трех видов, два из которых произрастают в Зауралье, где климатические условия отличаются большей континентальностью и засушливостью, а третий, *I. pseudacorus* – прибрежно-водно-болотный вид, для которого необходима высокая влажность почвы.

Изучение основных морфометрических параметров редких ирисов РБ выявило, что по габитусу лидируют растения *I. pseudacorus*, которые в природе произрастают на сырых лугах и в прибрежных ценозах. Данный вид

можно отнести к высокорослым растениям: его генеративный побег достигает 1 м и более. Остальные три вида произрастают в петрофитных степях, высота их генеративного побега – 7,3–18,0 см, и их можно отнести к среднерослым растениям. Максимальные значения морфометрических показателей из степных видов ириса выявлены у *I. scariosa*, минимальные – у *I. humilis*, произрастающего в неоптимальных условиях на крайнем северо-западном пределе ареала.

В условиях интродукции в лесостепной зоне Предуралья Башкортостана все исследуемые редкие ирисы цветут и плодоносят, за исключением *I. humilis*, который плодоносит не ежегодно. В культуре, в сравнении с природными условиями, у большинства ирисов снижаются значения морфометрических показателей и параметров семенной продуктивности, за исключением *I. pumila*, у которого в интродукции все показатели возрастают, что свидетельствует о перспективности данного вида для культивирования в Предуралье РБ.

Изменчивость большинства признаков исследуемых ирисов находится в пределах нормы реакции вида. Максимум внутривидовой изменчивости для ряда параметров выявлен у *I. pumila* ( $Cv = 81,5\%$ ), минимум – у *I. humilis* ( $Cv = 3,7\%$ ). Более чувствительны к экологическим факторам признаки: число вегетативных и генеративных побегов, диаметр клона.

Сравнение параметров семенной продуктивности *I. pumila*, *I. scariosa*, *I. humilis* в природе и культуре по критерию Стьюдента выявило достоверные различия по большинству показателей семенной продуктивности при 5-процентном уровне значимости, за исключением числа цветков и плодов на один генеративный побег. Для *I. pseudacorus* показано отсутствие различий по числу невыполненных семян на один плод.

Исследование ирисов в природе, изучение эколого-биологических особенностей видов в культуре и разработка на этой основе агротехники размножения и возделывания в перспективе позволят получить массовый посадочный материал адаптированных к местным условиям растений для использования в озеленении населенных пунктов республики. Введение в культуру редких видов ирисов помогает предотвратить полное уничтожение их в природе и может быть использовано для восстановления численности природных популяций вида в местах естественного обитания (Abramova et al., 2004).

### Выводы

1. В условиях культуры в лесостепной зоне Предуралья Башкортостана редкие виды ирисов, включенные в исследования: *I. pumila*, *I. scariosa*, *I. humilis*, *I. pseudacorus* – цветут и плодоносят ежегодно, за исключением *I. humilis*, плодоносящего не ежегодно.

2. В культуре, в сравнении с природными условиями, у трех видов ирисов снижаются значения морфометрических показателей и семенной продуктивности; у *I. pumila*, наоборот, все показатели в культуре возрастают.

3. *I. pumila* рекомендован для озеленения населенных пунктов в регионе Южного Урала как очень перспективный и устойчивый декоративный вид.

4. Введение в культуру редких видов ирисов помогает предотвратить полное уничтожение их в природе и может быть использовано для восстановления численности природных популяций в местах естественного обитания вида.

## References / Литература

- Abramova L.M., Karimova O.A., Shigapov Z.Kh. Protection of *ex situ* biodiversity in Bashkortostan: state of the problem, strategy and prospects (Okhrana bioraznoobraziya *ex situ* v Bashkortostane: sostoyaniye problemy, strategiya i perspektivy). *Herald of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*. 2004;9(3):60-68. [in Russian] [Абрамова Л.М., Каримова О.А., Шигапов З.Х. Охрана биоразнообразия *ex situ* в Башкортостане: состояние проблемы, стратегия и перспективы. *Вестник Академии наук Республики Башкортостан*. 2004;9(3):60-68].
- Abramova L.M., Kryukova A.V. Rare *Iris pumila* L. species seed productivity in nature and in the introduction. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2013;10(159):156-159. [in Russian] [Абрамова Л.М., Крюкова А.В. Семенная продуктивность редкого вида *Iris pumila* L. в природе и в условиях интродукции. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2013;10(159):156-159].
- Alexeyeva N.B. Genus *Iris* L. (Iridaceae) in Russia. *Turczaninowia*. 2008;11(2):5-70. [in Russian] [Алексеева Н.Б. Род *Iris* L. (Iridaceae) в России. *Turczaninowia*. 2008;11(2):5-70].
- Bublyk O.M., Andreev I.O., Kalendar R.N., Spiridonova K.V., Kunakh V.A. Efficiency of different PCR-based marker systems for assessment of *Iris pumila* genetic diversity. *Biologia*. 2013;68(4):613-620. DOI: 10.2478/s11756-013-0192-4
- Demina O.N., Mayorov S.R. *Iris scariosa* Willd. ex Link (Iridaceae) in Rostov Province (*Iris scariosa* Willd. ex Link (Iridaceae) v Rostovskoy oblasti). *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series*. 2002;107(6):69-74. [in Russian] [Демина О.Н., Майоров С.Р. *Iris scariosa* Willd. ex Link (Iridaceae) в Ростовской области. *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 2002;107(6):69-74].
- Dokhman G.I., Golubev V.N. Fundamentals of biomorphology of herbaceous plants of the Central Forest-Steppe (Osnovy biomorfologii travyanistykh rasteniy Tsentralnoy lesostepi). Voronezh: Voronezh University; 1962. [in Russian] [Дохман Г.И., Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений Центральной лесостепи. Воронеж: Воронежский университет; 1962].
- Efimov S.V., Chernyshenko O.V., Kirpicheva L.F., Datsyuk E.I. Crimean populations of *Iris pumila* L.: distribution and morphological features (Krymskiye populyatsii irisa karlikovogo (*Iris pumila* L.): rasprostraneniye i morfologicheskiye osobennosti). *Forestry Bulletin*. 2012;(4):7-12. [in Russian] [Ефимов С.В., Чернышенко О.В., Кирпичева Л.Ф., Дацюк Е.И. Крымские популяции ириса карликового (*Iris pumila* L.): распространение и морфологические особенности. *Лесной вестник*. 2012;(4):7-12].
- Elisafenko T.V. Ontogenesis of *Iris humilis* (Iridaceae) in natural habitat in the Central Altai and under introduction in Novosibirsk City. *Rastitelnye resursy = Plant Resources*. 2010;46(4):21-34. [in Russian] [Елисафенко Т.В. Особенности онтогенеза *Iris humilis* (Iridaceae) в естественных условиях в Центральном Алтае и в условиях интродукции в г. Новосибирск. *Растительные ресурсы*. 2010;46(4):21-34].
- Halafyan A.A. Statistica 6. Statistical data analysis (Statistica 6. Statisticheskiy analiz dannykh). Moscow: Binom; 2008. [in Russian] [Халафян А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных. Москва: Бином; 2008].
- Indzheeva L.A., Baktasheva N.M. Biological peculiarities and structure of natural populations of *Iris scariosa* Willd. ex Link. *Bulletin of the Kalmyk Institute for Humanities of the RAS*. 2013a;6(2):135-139. [in Russian] [Инджеева Л.А., Бакташева Н.М. Биологические особенности и структура природных ценопопуляций *Iris scariosa* Willd. ex Link. *Вестник Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН*. 2013a;6(2):135-139].
- Indzheeva L.A., Baktasheva N.M. Characterization of population of *Iris pumila* L. in the Republic of Kalmykia. *Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences*. 2013b;(3):22-26. [in Russian] [Инджеева Л.А., Бакташева Н.М. Характеристика ценопопуляций *Iris pumila* L. в Республике Калмыкия. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2013b;(3):22-26].
- Khaltanova E.P. Ontogenetic structure of *Iris humilis* Georgi coenopopulations in the conditions of Vitim Plateau and East Sayan. *BGU Bulletin. Biology, Geography*. 2013;(4):74-78. [in Russian] [Халтанова Е.П. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Iris humilis* Georgi в условиях Витимского плоскогорья и Восточного Саяна. *Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география*. 2013;(4):74-78].
- Kryukova A.V., Abramova L.M. On biology of a rare species *Iris humilis* Georgi in Bashkortostan. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*. 2016;2(18):58-63. [in Russian] [Крюкова А.В., Абрамова Л.М. К биологии редкого вида *Iris humilis* Georgi в Башкортостане. *Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал*. 2016;2(18):58-63].
- Kryukova A.V., Abramova L.M. On the biology of *Iris scariosa* Willd. ex Link, a rare species of the Republic of Bashkortostan. *Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre*. 2015;(3):49-52. [in Russian] [Крюкова А.В., Абрамова Л.М. К биологии редкого вида Республики Башкортостан *Iris scariosa* Willd. ex Link. *Известия Уфимского научного центра РАН*. 2015;(3):49-52].
- Kryukova A.V., Abramova L.M. To biology of a rare for Bashkortostan Republic species *Iris pseudacorus* L. in the nature and the introduction. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Series: Natural Sciences*. 2014;17(188):32-35. [in Russian] [Крюкова А.В., Абрамова Л.М. К биологии редкого вида Республики Башкортостан *Iris pseudacorus* L. в природе и интродукции. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2014;17(188):32-35].
- Kryukova A.V., Muldashev A.A., Golovanov Ya.M., Abramova L.M. Distribution and phytoceenotic confinedness of rare species of genus *Iris* L. in the South Urals (Bashkortostan Republic). *Belgorod State University Scientific Bulletin. Series Natural Sciences*. 2014;23(194):5-11. [in Russian] [Крюкова А.В., Мулдашев А.А., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Распространение и фитоценотическая приуроченность редких видов рода *Iris* на Южном Урале (Республика Башкортостан). *Научные ведомости Белгородского университета. Серия: Естественные науки*. 2014;23(194):5-11].
- Levina R.E. Reproductive biology of seed plants (Reproduktivnaya biologiya semennykh rasteniy). Moscow: Nauka; 1990. [in Russian] [Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. Москва: Наука; 1981].
- Mamaeva N.A. Possibilities of using the gene pool of natural flora in the breeding of *Iris hybrida* hort. (Vozmozhnosti ispolzovaniya genofonda prirodnoy flory v selektsii *Iris hybrida* hort.). In: *Floriculture: Traditions and Modernity. Proceedings of the VI International Scientific Conference*;

- Volgograd; May 15–18, 2013 (Tsvetovodstvo: traditsii i sovremennost. Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii; 15–18 maya 2013 goda)*. Belgorod; 2013. p.115–118. [in Russian] [Мамаева Н.А. Возможности использования генофонда природной флоры в селекции *Iris hybrida* hort. В кн: *Цветоводство: традиции и современность. Материалы VI Международной научной конференции; Волгоград; 15–18 мая 2013 года*. Белгород; 2013. С.115–118).
- Parnikoza I.Yu., Andreev I.O., Bublik O.M., Spiridonova K.V., Górnjak M., Kunakh V.A. et al. The current state of steppe perennial plants populations: A case study on *Iris pumila*. *Biologia*. 2017;72(1):24–35. DOI: 10.1515/biolog-2017-0002
- Rabotnov T.A. Methods of studying the seed reproduction of herbaceous plants in communities (Metody izucheniya semennoy razmnozheniya travyanistykh rasteniy v soobshchestvakh). In: *Field geobotany. Vol. 2 (Polevaya geobotanika. T. 2)*. Moscow; Leningrad: USSR Academy of Sciences; 1960. [in Russian] [Работнов Т.А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах. В кн.: *Полевая геоботаника. Т. 2*. Москва; Ленинград: Академия наук СССР; 1960).
- Red Book of the Republic of Bashkortostan. Vol. 1: Plants and mushrooms. 3rd ed. (Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. T. 1: Rasteniya i griby. 3-e izd.). Moscow: Studiya Online; 2021. [in Russian] [Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1: Растения и грибы. 3-е изд. Москва: Студия онлайн; 2021).
- Red Book of the Russian Federation (plants and mushrooms) (Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii [rasteniya i griby]). Moscow: KMK; 2008. [in Russian] [Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). Москва: КМК; 2008).
- Red List of rare and endangered species of animals and plants, which particularly protected in Russia. Part 3.1 (Seminal plants). Moscow: Nauka; 2004 (2005). [in Russian] [Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения). Москва: Наука; 2004 (2005)].
- Rodionenko G.I. On the taxonomic structure of *Iris pseudacorus* s.l. (*Iridaceae*). *Botanicheskii zhurnal = Botanical Journal*. 2003;88(5):133–138. [in Russian] [Родионенко Г.И. О таксономической структуре *Iris pseudacorus* s.l. (*Iridaceae*). *Ботанический журнал*. 2003;88(5):133–138].
- Tarasjev A., Barisić Klisarić N., Stojković B., Avramov S. Phenotypic plasticity and between population differentiation in *Iris pumila* transplants between native open and anthropogenic shade habitats. *Genetika*. 2009;45(8):1078–1086.
- Tucić B., Vuleta A., Manitašević-Jovanović S. Exploring phenotypic floral integration in *Iris pumila* L.: A common-garden experiment. *Archives of Biological Sciences*. 2013;65(2):781–793. DOI: 10.2298/ABS1302781T
- Vainagiy I.V. On the methodology for studying seed productivity (O metodike izucheniya semennoy produktivnosti). *Botanicheskii zhurnal = Botanical Journal*. 1974;59(6):826–830. [in Russian] [Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности. *Ботанический журнал*. 1974;59(6):826–830].
- Vujić V., Avramov S., Tarasjev A., Barišić Klisarić N., Živković U., Miljković D. The effects of traffic-related air pollution on the flower morphology of *Iris pumila* – Comparison of a polluted city area and the unpolluted Deliblato Sands (Nature reserve). *Applied Ecology and Environmental Research*. 2015;13(2):405–415. DOI: 10.15666/aer/1302\_405415
- Vuleta A., Šešlija D., Tucić B., Manitašević-Jovanović S. Seasonal dynamics of foliar antioxidative enzymes and total anthocyanins in natural populations of *Iris pumila* L. *Journal of Plant Ecology*. 2010;3(1)5:9–69. DOI: 10.1093/jpe/rtp019
- Wilson C.A. Phylogenetic relationships among the recognized series in *Iris* section *Limniris*. *Systematic Botany*. 2009;(34):277–284.
- Zaitsev G.N. Mathematics in experimental botany (Matematika v eksperimentalnoy botanike). Moscow: Nauka; 1990. [in Russian] [Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. Москва: Наука; 1990].

### Информация об авторах

**Анастасия Владимировна Крюкова**, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, 450080 Россия, Уфа, ул. Менделеева, 195, корпус 3, anastasiya.ufa@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3788-1879>

**Альфия Науфалевна Мустафина**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, 450080 Россия, Уфа, ул. Менделеева, 195, корпус 3, alfverta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9163-177X>

**Лариса Михайловна Абрамова**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, 450080 Россия, Уфа, ул. Менделеева, 195, корпус 3, abramova.lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3196-2080>

### Information about the authors

**Anastasiya V. Kryukova**, Cand. Sci. (Biology), Researcher, Ufa Branch of the Russian Academy of Sciences, South-Ural Botanical Garden–Institute of the UFRC RAS, 195, Bldg. 3, Mendeleeva St., Ufa 450080, Russia, anastasiya.ufa@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3788-1879>

**Alfiya N. Mustafina**, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Ufa Branch of the Russian Academy of Sciences, South-Ural Botanical Garden–Institute of the UFRC RAS, 195, Bldg. 3, Mendeleeva St., Ufa 450080, Russia, alfverta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9163-177X>

**Larisa M. Abramova**, Dr. Sci. (Biology), Professor, Chief Researcher, Ufa Branch of the Russian Academy of Sciences, South-Ural Botanical Garden–Institute of the UFRC RAS, 195, Bldg. 3, Mendeleeva St., Ufa 450080, Russia, abramova.lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3196-2080>

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.07.2022; одобрена после рецензирования 28.03.2022; принята к публикации 06.09.2022.

The article was submitted on 30.07.2022; approved after reviewing on 28.03.2022; accepted for publication on 06.09.2022.