



УДК 582.579.2:581.55

## ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕДКОГО ВИДА *Iris pumila* L.

А. В. Крюкова, Л. М. Абрамова

Крюкова Анастасия Владимировна, младший научный сотрудник, Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, anastasiya.ufa@bk.ru

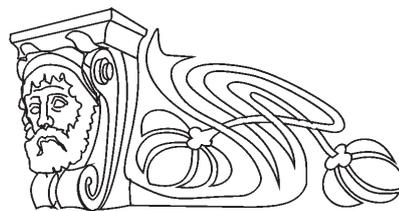
Абрамова Лариса Михайловна, доктор биологических наук, профессор, Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, abramova.lm@mail.ru

Изучалась внутривидовая изменчивость редкого вида *Iris pumila* L. на юге Предуралья Республики Башкортостан. Дана оценка экологической и сезонной изменчивости морфометрических параметров в 11 популяциях вида в разные годы вегетации (2012–2015 г.) с использованием двухфакторного дисперсионного анализа. По результатам исследования влияние комплекса эдафо-климатических факторов в различных ценопопуляциях и сезонных изменений морфометрических параметров в разные годы вегетации является статистически значимым. Максимальные значения для большинства параметров *I. pumila* отмечены в условиях наибольшего увлажнения в северо-восточной ценопопуляции Караултау, минимальные значения ряда параметров имеет ценопопуляция Куйтапкан. Оценка виталитетной структуры показала, что жизненное состояние ценопопуляций *I. pumila* меняется в разных экотопах: в 5 процветающих отмечено преобладание особей высшего класса, они приурочены к ненарушенным или слабонарушенным местообитаниям, остальные 6 – депрессивные. Состояние популяций *I. pumila* удовлетворительное, дополнительных мер по охране не требуется.

**Ключевые слова:** *I. pumila* L., редкий вид, ценопопуляция, морфометрия, двухфакторный дисперсионный анализ, виталитет.

DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-232-236

Изучение внутривидовой изменчивости редких растений имеет важное значение в популяционной биологии и экологии, поскольку позволяет оценить уровень фенотипической изменчивости, установить границы популяций, охарактеризовать микроэволюционные процессы, выявить экологические факторы, влияющие на формирование структуры популяций, что в конечном итоге способствует сохранению генофонда редких видов на популяционной основе. В работе представлен опыт оценки экологической и сезонной изменчивости морфометрических параметров на примере редкого вида Республики Башкортостан (РБ) – *Iris pumila* L. (касатика карликового), разные аспекты биологии которого изучаются нами с 2012 г. [1–3].



Касатик карликовый – декоративный европейско-кавказско-малоазиатский степной вид семейства Ирисовых (*Iridaceae*), образующий довольно компактные клоны. Встречается на территории РБ близ северной границы ареала: в Предуралье, в предгорьях по западному склону Уральских гор и изредка в Зауралье. Вид включен в Красную книгу РБ с категорией и статусом 3 – редкий вид [4], охраняется на территории Национального парка «Башкирия», заказника «Кунгак», памятника природы «Гора Альян» и др. [5]. Включен в Красную книгу РФ» (2008) [6], охраняется в 7 заповедниках России и во всех субъектах РФ, где произрастает. Изучался разными авторами в целом ряде регионов РФ [7–13].

Цель работы: изучение внутривидовой изменчивости редкого вида *Iris pumila* на юге Предуралья Республики Башкортостан. Задача исследования: оценка экологической и сезонной изменчивости морфометрических параметров в 11 ценопопуляциях вида с использованием двухфакторного дисперсионного анализа.

### Материалы и методы

Оценка влияния комплекса эдафо-климатических факторов в различных по экологическим условиям экотопах ценопопуляций и сезонных изменений параметров в разные по погодным условиям годы вегетации проведена на основе полевых данных, полученных в 2012–2015 гг. Для выявления вклада комплексных факторов были обследованы 11 ценопопуляций *Iris pumila* в 3 южных районах Предуралья РБ. Популяции назывались по близлежащему населенному пункту или другому географическому объекту. На 25 растениях каждой популяции были измерены следующие морфометрические параметры: диаметр куста (клона), число лопаток (парциальных побегов), длина и ширина листа, число генеративных побегов, высота генеративного побега, длина и ширина нижней доли околоцветника, длина и ширина верхней доли околоцветника, диаметр цветка. Полученные данные были обработаны в Microsoft Excel с применением двухфакторного дисперсионного анализа [14].



### Результаты и их обсуждение

Результаты проведенного анализа влияния погодных условий года вегетации, условий экотопа и их совместного воздействия на растения *I. pumila* в исследуемые годы показали (табл. 1), что для большинства рассматриваемых признаков значение вклада погодных условий является определяющим. Максимальные показатели силы влияния данного фактора (доля дисперсии свыше 60%) выявлены для параметров: диаметр клона, длина листа, число генеративных побегов, диаметр цветка, а фактора условий экотопа ценопопуляции – для длины верхней доли околоцветника, длины листа и диаметра клона (доля дисперсии – 25,66, 23,65 и 22,29%). Это свидетельствует о том, что параметры растений ириса карликового зависят в первую очередь от количества атмосферной влаги и тепла в начале вегетации, когда наблюдается цветение растений, а условия экотопа в большинстве случаев довольно выровнены, поскольку данный вид произрастает в сходных местообитаниях – в сухих петрофитных степях, расположенных на каменистых склонах [15].

Эколого-ценотический и погодно-климатический факторы имеют разнонаправленный вектор и частично нивелируют друг друга. Суммарный вклад обоих факторов (АВ) имеет большее влияние на следующие показатели: количество лопаток и длину верхней доли околоцветника. По всем изученным параметрам влияние изученных факторов является статистически значимым, за исключением длины нижней доли околоцветника.

Для разногодичных наблюдений максимальные значения генеральных средних некоторых параметров определяются в 2014 г. – для диаметра клона (30,10 см), числа генеративных побегов (8,40 см), диаметра цветка (5,68 см) и в 2015 г. – для высоты генеративного побега (16,61 см). Эти годы отличались более благоприятными погодными условиями: достаточным количеством осадков и тепла в весенний период. В 2012 г. отмечено увеличение длины листа (16,96 см).

Максимальные значения генеральных средних для большинства параметров *I. pumila* отмечены в условиях наибольшего увлажнения в северо-восточной ценопопуляции Караултау по показателям: диаметр клона (30,79 см), число лопаток (23,19 шт.) и генеративных побегов (8,75 шт.), длина верхней доли околоцветника (4,92 см), диаметр цветка (5,67 см). Минимальные значения ряда параметров имеет ценопопуляция Куйтапкан – по диаметру кло-

на (14,71 см) и числу генеративных побегов (3,97 шт.). Для некоторых ценопопуляций характерно увеличение определенных параметров. Так, для ценопопуляции Нижнее Бабаларово число лопаток – 28,02 шт.

Полученные в результате исследований данные морфометрических параметров растений *I. pumila* в природных ценопопуляциях позволяют оценить рост и продукцию (жизненность) данного вида. Изучение виталитета как характеристики жизненного состояния особей редких растений является необходимым условием для понимания популяционной структуры ценотической популяции. Соотношение особей разного уровня виталитета показывает оценку жизнеспособности популяции в конкретных условиях местообитания [16].

Нами проведена оценка виталитетной структуры ценопопуляций ириса карликового. Определяющим комплексом признаков по результатам проведенного факторного анализа были выбраны следующие показатели: диаметр клона и число генеративных побегов, которые в дальнейшем использованы для оценки виталитетного спектра ценопопуляций (табл. 2).

Жизненное состояние ценопопуляций *I. pumila* меняется в разных экотопах. В пяти из них отмечено преобладание особей высшего класса, они отнесены к категории процветающих. Индекс качества ценопопуляции здесь максимален и составляет 0,38–0,42. Эти ценопопуляции приурочены к ненарушенным или слабонарушенным местообитаниям. В условиях умеренных нарушений в ценопопуляциях сохраняется высокий уровень жизнеспособности отдельных особей. Шесть исследованных ценопопуляций отнесены к депрессивным, качество популяции составляет от 0,14 до 0,28. Наиболее велика доля растений с низким виталитетом в ценопопуляциях Якшимбетово и Холодный Ключ (0,14 и 0,20). Это, как правило, сбитые пастбищные сообщества. По-видимому, на фоне общего эколого-ценотического стресса, обусловленного пастбищной нагрузкой, процессы роста особей значительно подавляются.

Таким образом, виталитетный анализ показал, что изученные ценопопуляции *I. pumila* неоднородны по своему составу. Виталитетный тип их изменяется от процветающего до депрессивного. Соотношение в популяции особей разного уровня виталитета является важной характеристикой, которая дает оценку уровню жизнеспособности популяции в конкретных условиях обитания и, в свою очередь, является индикатором качества экотопов.



Таблица 1

**Оценка влияния комплексных экологических и сезонных факторов на морфометрические параметры *Iris pumila* в природных ценопопуляциях РБ**

Параметр	Генеральные средние по грациям экологических факторов																	
	Сила влияния факторов, %							В – экологические условия экотопа ценопопуляции										
	A	B	AB	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
Диаметр клона, см	<b>73,52</b> ***	<b>22,29</b> ***	4,99	13,83	19,53	<b>30,10</b>	22,68	19,13	19,12	17,75	22,21	21,97	23,19	21,64	19,37	19,98	21,77	<b>30,79</b>
Число лопаток, шт.	19,51***	19,22***	<b>15,42</b> ***	18,60	16,08	<b>21,90</b>	18,55	18,93	19,81	16,29	15,48	15,26	17,67	<b>28,02</b>	19,36	17,77	14,83	23,19
Число генеративных побегов, шт.	<b>72,19</b> ***	18,80***	12,49***	2,11	4,33	<b>8,40</b>	6,90	5,07	5,77	3,97	4,18	6,44	5,56	5,68	4,74	5,02	4,60	<b>8,75</b>
Высота генеративного побега, см	43,81***	12,60***	11,26***	14,87	16,30	15,34	<b>16,61</b>	14,95	15,72	16,36	14,71	<b>16,41</b>	15,64	15,97	16,33	16,33	15,74	15,80
Длина листа, см	<b>77,37</b> ***	<b>23,65</b> ***	8,70	<b>16,96</b>	12,96	12,55	14,57	<b>15,95</b>	15,27	14,55	13,16	14,82	13,81	14,87	13,42	14,65	13,45	12,93
Ширина листа, см	8,86***	19,19***	8,78	1,31	1,33	<b>1,42</b>	1,39	1,31	1,27	1,32	1,32	<b>1,53</b>	1,36	1,39	1,29	1,28	1,43	1,50
Длина нижней доли околоцветника, см	33,47***	6,60	6,98	4,68	4,79	4,78	<b>5,07</b>	4,83	4,87	4,84	4,89	4,73	4,75	4,82	4,94	<b>4,97</b>	4,66	4,82
Ширина нижней доли околоцветника, см	24,64***	15,71***	9,86	1,39	1,37	<b>1,48</b>	1,45	1,41	1,35	1,40	1,50	1,37	1,38	1,47	1,41	1,40	1,39	<b>1,57</b>
Длина верхней доли околоцветника, см	30,16***	<b>25,66</b> ***	<b>14,59</b> ***	4,46	4,67	4,73	<b>4,82</b>	4,68	4,58	4,78	4,74	4,59	4,09	4,79	4,85	4,78	4,58	<b>4,92</b>
Ширина верхней доли околоцветника, см	25,97***	12,48***	10,43***	1,44	1,40	<b>1,53</b>	1,49	1,42	1,43	1,51	1,51	1,40	1,50	1,50	1,46	1,41	1,42	<b>1,58</b>
Диаметр цветка, см	<b>60,23</b> ***	17,26***	8,77	4,68	5,27	<b>5,68</b>	5,40	5,01	4,89	5,55	5,10	5,16	5,24	5,14	5,55	5,26	5,25	<b>5,67</b>

Примечание. Градации фактора А (А1 – 2012 г., А2 – 2013 г., А3 – 2014 г., А4 – 2015 г.) и фактора В (В1 – Кужанак, В2 – Муйнак, В3 – Куйтапкан, В4 – Якшимбетово, В5 – Арсеново, В6 – Холодный Ключ, В7 – Нижнее Бабаларово, В8 – г. Высокая, В9 – Тазларово, В10 – Лена, В11 – г. Караулгау); \*\*\* – влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,001$ , \*\* – влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,01$ , \* – влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,05$ .



Таблица 2

Распределение особей *I. pumila* по классам виталитета

Ценопопуляция	Относительная частота размерных классов			Качество популяции, $Q$	Виталитетный тип ЦП
	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>		
Нижнее Бабаларово	0,16	0,32	0,52	0,42	Прцветающая
Кужанак	0,16	0,36	0,48	0,42	«
Муйнак	0,24	0,36	0,4	0,38	«
Арсенево	0,24	0,56	0,2	0,38	«
г. Караулгау	0,28	0,36	0,36	0,36	«
г. Высокая	0,44	0,36	0,2	0,28	Депрессивная
Тазларово	0,44	0,48	0,08	0,28	«
ур. Куйтапкан	0,48	0,36	0,16	0,26	«
Лена	0,56	0,2	0,24	0,22	«
Холодный Ключ	0,48	0,24	0,16	0,20	«
Якшимбетово	0,56	0,16	0,12	0,14	«

В целом исследования показали, что состояние популяций ириса карликового удовлетворительное, дополнительных мер по охране данного вида не требуется. Наиболее благоприятные условия для вида складываются при лучшем снабжении атмосферной влагой в ценопопуляции Караулгау, а также в хорошие по этому показателю годы (2014 г.).

**Благодарности**

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-34-00022 мол\_а).

**Список литературы**

1. Абрамова Л. М., Крюкова А. В. Семенная продуктивность редкого вида *Iris pumila* L. в природе и в условиях интродукции // Вестн. Оренб. гос. ун-та. 2013. № 10 (159). С. 156–159.
2. Крюкова А.В., Абрамова Л.М. Редкие виды рода *Iris* L. в Республике Башкортостан : материалы III Моск. междунар. симпозиума по роду Ирис «*Iris*–2016». М. : МАКС Пресс, 2016. С. 102–107.
3. Abramova L. M., Muldashev A. A. Kryukova A. V. Distribuzione delle specie rare *Iris* L. negli Urali meridionali // Ital. Sci. Rev. 2014. Iss. 5 (14). P. 351–356.
4. Красная книга Республики Башкортостан : в 2 т. Т. 1. Растения и грибы. 2-е изд., доп. и перераб. Уфа : МедиаПринт, 2011. 384 с.
5. Реестр особо охраняемых территорий Республики Башкортостан. 2-е изд. Уфа : МедиаПринт, 2010. 414 с.
6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
7. Головлёв А. А. *Iris pumila* L. в Сокольных и Сорочинских горах // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья / под ред. С. А. Сенатора, С. В. Саксонова, Г. С. Розенберга. Тольятти : Кассандра, 2014. С. 108–113.
8. Ефимов С. В., Чернышенко О. В., Кирпичева Л. Ф., Дацюк Е. И. Крымские популяции ириса карликового (*Iris pumila* L.): распространение и морфологические особенности // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2012. № 4. С. 7–12.
9. Зверев А. В. Мониторинг ценопопуляций *Iris pumila* на учетных площадках // XVI регион. конф. молодых исследователей Волгоградской области : тез. докл. Волгоград : ВАГС, 2011. С. 35–37.
10. Инджеева Л. А., Бакташева Н. М. Характеристика ценопопуляций *Iris pumila* L. в Республике Калмыкия // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Сер. Естественные науки. 2013. № 3. С. 22–26.
11. Федяева В. В., Шмараева А. Н., Шишлова Ж. Н. Мониторинг популяций *Iris pumila* L. в Ростовской области // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Естественные науки. 2011. Т. 15, № 9-1 (104). С. 329–334.
12. Шевченко Г. Т. Внутривидовая изменчивость признака цветка касатика карликового (*Iris pumila* L. S.L.) на юге Европейской части СССР // Степи и луга Ставропольского края. Тр. Ставропольского НИИСХ. Ставрополь : ВЦ Статуправления Ставроп. края, 1980. С. 38–49.
13. Юрицына Н. А., Васюков В. М. Сообщества с редким видом *Iris pumila* L. на юге Приволжской возвышенности // Раритеты флоры Волжского бассейна : сб. докл. участников II Рос. науч. конф. / под ред.



- С. В. Саксонова, С. А. Сенатора. Тольятти : Кассандра, 2012. С. 288–291.
14. Кулаичев А. П. Методы и средства анализа данных в среде Windows. STADIA 6.0. М. : Информатика и компьютеры, 1996. 257 с.
  15. 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) // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Естественные науки. 2014. № 23 (194), вып. 29. С. 5–11.
  16. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений : учеб.-метод. пособие. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. 146 с.

### The Influence of Ecological Factors on Variability of Morphometric Parameters of Rare Species *Iris pumila* L.

A. V. Kryukova, L. M. Abramova

Anastasiya V. Kryukova, ORCID 0000-0003-3788-1879, Botanical Garden-institute of Ufa Scientific Center of Russian Academy of Sciences, 195/3, Mendeleev Str., Ufa, 450080, Russia, anastasiya.ufa@bk.ru

Larisa M. Abramova, ORCID 0000-0002-3196-2080, Botanical Garden-institute of Ufa Scientific Center of Russian Academy of Sciences, 195/3, Mendeleev Str., Ufa, 450080, Russia, abramova.lm@mail.ru

The study of intraspecific variability of rare plants allows to estimate the level of phenotypical variability, to establish borders of populations, to characterize microevolutionary processes, to reveal the ecological factors influencing formation of structure of populations that finally promotes preservation of a gene pool of rare species. Work purpose: studying of intraspecific variability of rare species *Iris pumila* L. in the south of the Cis-Urals of Bashkortostan Republic. Research problem: assessment of ecological and seasonal variability of morphometric parameters in 11 populations of species in different years of vegetation (2012–2015) with use of a two-factor dispersion analysis. By results of research influence of complex of edapho-climatic factors in various cenopopulations and seasonal changes of morphometric parameters in different years of vegetation is statistically significant. The maximal values for the majority of parameters of *I. pumila* are noted in the conditions of the greatest humidification in northeast cenopopulation – Karaultau, the cenopopulation Kuitapkan has minimum values of number of parameters. Assessment of vital structure showed that the vital state of cenopopulations of *I. pumila* changes in different ecotops: in 5 prospering the dominance of individuals of the highest class is noted, they are dated for undisturbed or weak broken habitats, the others 6 – depressive. The state of populations of *I. pumila* satisfactory, padding measures for protection is not required.

**Key words:** *I. pumila* L., rare species, cenopopulation, morphology, two-factor dispersion analysis, vitality.

**Acknowledgements:** This work was supported by the Russian Foundation for Basic Researches (project no. 18-34-00022 mol\_a).

#### Образец для цитирования:

Крюкова А. В., Абрамова Л. М. Влияние экологических факторов на изменчивость морфометрических параметров редкого вида *Iris pumila* L. // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 2. С. 232–236. DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-232-236.

#### Cite this article as:

Kryukova A. V., Abramova L. M. The Influence of Ecological Factors on Variability of Morphometric Parameters of Rare Species *Iris pumila* L. *Izv. Saratov Univ. (N.S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2018, vol. 18, iss. 2, pp. 232–236 (in Russian). DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-232-236.