

БОТАНИКА

УДК 582.579.2:581.55

doi: 10.17223/19988591/48/3

Л.М. Абрамова¹, П.С. Широких², Я.М. Голованов¹,
А.Н. Мустафина¹, А.В. Крюкова¹

¹ Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное
структурное подразделение Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, г. Уфа, Россия

² Уфимский институт биологии – обособленное структурное подразделение
Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа, Россия

К экологии редких степных видов рода *Iris* на Южном Урале

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол_а № 18-34-00022, Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России», а также в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме АААА-А18-118011990151-7 и УИБ УФИЦ РАН № 075-00326-19-00 по теме № АААА-А18-118022190060-6.

Проведена оценка разнообразия сообществ и экологического диапазона 3 редких степных видов рода *Iris* L. Южного Урала: *I. pumila* L., *I. scariosa* Willd. ex Link, *I. humilis* Georgi – с использованием экологических шкал Д.Н. Цыганова. При ординации растительных сообществ применен DCA метод, реализованный в программном приложении CANOCO 4.5. Средневзвешенные значения экологических факторов рассчитывались в интегрированной геоботанической системе IBIS. Выявлено, что степные виды рода *Iris* произрастают в 5 ассоциациях и 2 сообществах класса степной растительности **Festuco-Brometea** Br.-Bl. et Tüxen ex Soó 1947. Они являются растениями открытых местообитаний, поэтому условия освещенности (*Lc*) являются для них критическими. К критически значимым факторам среды также можно отнести переменность увлажнения (*fH*) и суровость зимнего периода (*Cr*). Установлена низкая экологическая амплитуда *I. pumila* и *I. scariosa* для ряда климатогенных факторов среды, таких как аридность-гумидность (*Om*) и связанные с ним увлажнение (*Hd*) и количество поступающего тепла (*Tm*), это обуславливает их приуроченность преимущественно к степной зоне региона. Значения фактора континентальности климата (*Kл*) находятся в более широких границах, особенно для *I. scariosa*. По результатам исследования определено, что все редкие степные виды ирисов имеют довольно узкую экологическую амплитуду, т.е. являются стенотопными видами, что в значительной степени обуславливает их природную редкость в регионе Южного Урала.

Ключевые слова: Iridaceae; редкие виды; экологические шкалы; DCA-ординация; Республика Башкортостан; Оренбургская область.

Введение

В XX и начале XXI в. в результате возрастания антропогенных нагрузок на биосферу планеты наметилась тенденция к снижению биоразнообразия. Главные причины исчезновения и снижения численности видов – рост населения, хозяйственная деятельность человека, приводящая к уничтожению и изменению биотопов, усиленная эксплуатация ресурсных растений, а также общее загрязнение среды обитания [1–4]. При этом антропогенный пресс постоянно усиливается, что приводит к ускорению темпов разрушения экосистем и дальнейшему снижению их разнообразия. Это требует срочного принятия мер по обеспечению выживания растений, их сообществ и местообитаний и разработки национальных стратегий по сохранению биоразнообразия [5].

На видовом уровне сохранение биоразнообразия предполагает мониторинг основных объектов охраны – популяций краснокнижных видов. Для разработки мер по сохранению редких видов растений важное значение имеет исследование биологических, экологических и генетических особенностей видов, позволяющих определить коренные причины их редкости. В популяционной экологии к наиболее важным экологическим факторам, определяющим жизнедеятельность растений, относят климатические (солнечная радиация, температура, осадки и т.д.) и факторы местообитания (физический и химический состав почвы, ее увлажненность и пр.). Расчёт их воздействия на отдельные популяции растений и виды дает возможность провести количественную оценку экологической толерантности видов, анализ их экологических предпочтений, рассмотреть экологические механизмы устойчивости.

При изучении экологии видов возможно как прямое изучение условий среды, так и использование разнообразных экологических шкал, которые позволяют судить о потребностях растений и их экологических позициях в конкретных местообитаниях. Наиболее полно экотоп характеризуют геоботанические описания фитоценоза, так как они представляют совокупность входящих в него растений, отражающих сумму рассматриваемых факторов, т.е. фитоценоз выступает в данном случае как индикатор экологических условий местообитаний [6].

В данном исследовании показан опыт оценки разнообразия сообществ и экологии 3 редких степных видов рода *Iris* L. Южного Урала с использованием экологических шкал Д.Н. Цыганова [7]. Для характеристики экологии сообществ с участием редких видов использована непрямая ординация, которая позволяет выявить важные экологические закономерности распространения вида и дать экологическую интерпретацию синтаксономических единиц.

Род *Iris* относится к семейству *Iridaceae* Juss. (Ирисовые, или Касатиковые) и включает около 300 таксонов, распространенных в большей части Северного полушария [8]. Наибольшее число видов приходится на страны Средиземноморья, Юго-Западную и Среднюю Азию [9]. В России встреча-

ется 38 видов, из которых 25 видов ирисов флоры России имеют статус объектов охраны [10]. На Южном Урале и в Приуралье род представлен 5 видами, из которых 3 вида: *I. pumila* L. (ирис карликовый), *I. scariosa* Willd. ex Link (и. кожистый), *I. humilis* Georgi (и. низкий) – распространены в степной и лесостепной зонах региона и внесены в Красную книгу РБ [11], а первые два и в Красную книгу РФ [12]. Биология и экология этих видов изучается нами в последние годы [13–15].

Материалы и методики исследования

Для характеристики фитоценотической приуроченности и экологии редких степных видов рода *Iris* выполнено 28 полных геоботанических описаний растительных сообществ, в пределах изученных ценопопуляций на Южном Урале (преимущественно в Предуралье и Зауралье Республики Башкортостан, а также прилегающих районах Челябинской и Оренбургской областей) (рис. 1). Размер площадок составлял 64–100 м². Описания площадок и классификация выполнены по методике Браун-Бланке [16, 17]. Названия видов сосудистых растений даны по сводке С.К. Черепанова [18].

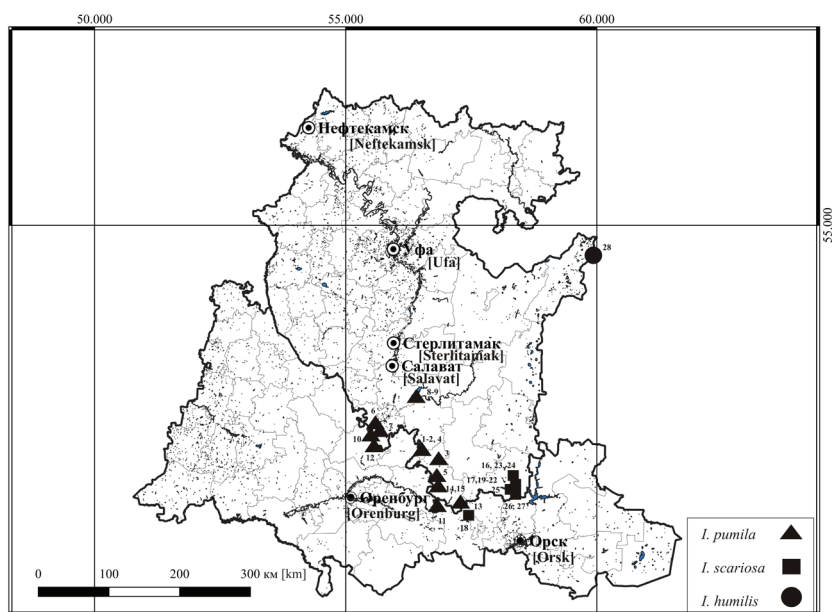


Рис. 1. Локалитеты геоботанических описаний с участием редких степных видов рода *Iris* (цифрами указаны порядковые номера описаний)

[Fig. 1. Localities of relevés with participation of rare steppe species of the genus *Iris* (figures specify sequence numbers of relevés)]

Оценка воздействия комплексных градиентов экологических факторов выполнена в программе CANOCO 4.5 с помощью DCA-ординации [19]. Для

оценки экологических параметров местообитаний применена откорректированная для Южно-Уральского региона шкала Д.Н. Цыганова [20]. Подсчет средневзвешенных значений экологических факторов произведен в интегрированной ботанической информационной системе IBIS [21].

Результаты исследования и обсуждение

Ценозы с участием редких степных ирисов на Южном Урале относятся к классу **Festuco-Brometea** Br.-Bl. et Tüxen ex Soó 1947, объединяющему в целом зональную степную растительность Южной Украины и России [22, 23], на территории Южного Урала представлены 5 ассоциациями и 2 сообществами.

Продромус сообществ с участием редких степных видов рода *Iris* на Южном Урале.

Класс **FESTUCO-BROMETEA** Br.-Bl. et Tüxen ex Soó 1947

Порядок **Helictotricho-Stipetalia** Toman 1969

Союз **Carici supinae-Stipion zaleskii** Korolyuk 2017

Ассоциация **Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae** Martynenko et al. 2018

Ассоциация **Scorzonero austriacae-Stipetum lessingianae** Yamalov 2011 prov.

Союз **Helictotricho desertorum-Orostachyion spinosae** Korolyuk 2017

Ассоциация **Diantho acicularis-Orostachetum spinosae** Schubert et al. 1981

Ассоциация **Silene altaici-Elytrigietum pruiniferae** Yamalov 2018 prov.

Сообщество **Festuca pseudovina** [**Helictotricho-Stipetalia**]

Базальное сообщество **Stipa capillata** [**Festuco-Brometea**]

Союз **Amygdalion nanae** Golub 2011

Ассоциация **Spiraeo hypericifoliae-Amygdaletum nanae** Solomeshch et al. 1994

I. pumila в большинстве случаев произрастает на степных склонах различных экспозиций в составе богатовидовых красивейшековыльных степей ассоциации **Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae**, являющейся зональным типом степей Предуралья Республики Башкортостан [24]. Общее проективное покрытие травостоя варьирует от 65 до 90%. Ценофлора ассоциации насчитывает от 38 до 49 видов на площадке, в среднем 42 вида. *I. pumila* отмечен на всех пробных площадях с обилием от 1 до 5%. Флористический состав ассоциации наряду с типичными степными видами богат петрофитно-степными видами настоящих степей (*Artemisia marschalliana* Spreng., *Galatella villosa* (L.) Rchb.f., *Koeleria sclerophylla* P.A.Smirn., *Stipa pulcherrima* K. Koch).

Помимо сообществ вышеназванной ассоциации, *I. pumila* нередко произрастает в ценозах с участием ковыля-волосатика – в базальном сообще-

стве *Stipa capillata* [*Festuco-Brometea*], которые распространены преимущественно на плакорных и склоновых местообитаниях южной экспозиции. Сообщество объединяет слабодegradированные степные пастбища, широко распространенные в лесостепной зоне Южного Урала, и представляет начальную стадию пастбищной дигрессии [20]. Проективное покрытие травостоя составляет 70–85%. Ценофлора сообщества насчитывает от 26 до 45 видов на площадке, в среднем 36 видов. *I. pumila* отмечен на всех площадках с обилием 1–20%. Для данного сообщества, наряду с видами настоящих степей (*Agropyron pectinatum* (M.Bieb.) P. Beauv., *Androsace maxima* L., *Galium octonarium* (Klokov) Pobed., *Hieracium echiioides* Lumn., *Scorzonera austriaca* Willd. и др.), высока роль петрофитно-степных видов (*Artemisia marshalliana*, *Eremogone koriniana* (Fisch. ex Fenzl) Ikonn., *Gypsophila altissima* L., *Potentilla glaucescens* Willd. ex Schltld. и др.).

Также *I. pumila* произрастает в сообществах ассоциации *Scorzonero austriacae-Stipetum lessingianae*, представляющих собой лессингоковильные степи южных районов Башкортостана [24]. Общее проективное покрытие колеблется от 75 до 90%. Ценофлора ассоциации варьирует от 34 до 40 видов на площадке, в среднем 36 видов. *I. pumila* отмечен на всех площадках с обилием 1–20%. Для флористического состава всех отмеченных сообществ характерна высокая роль петрофитных видов (*Artemisia marshalliana*, *Ephedra distachya* L., *Hedysarum argyrophyllum* Ledeb., *Koeleria sclerophylla*, *Tanacetum kittaryanum* (С.А.Мей.) Tzvelev и др.).

Среди наиболее редких вариантов сообществ с участием *I. pumila* являются ценозы ассоциации кустарниковых степей *Spiraeo hypericifoliae-Amygdaletum nanae*, встречающиеся преимущественно по восточным и юго-восточным склонам хребтов на каменистых субстратах в Зианчуринском р-не РБ. *I. pumila* отмечался среди разреженных зарослей *Spiraea hypericifolia* L. в верхней части склона, по известняковым осыпям. Общее проективное покрытие в них варьирует от 50 до 65%. Ценофлора ассоциации насчитывает 25 видов на площадке. *I. pumila* встречался на всех площадках с обилием 1–5%.

Сообщества с участием *I. humilis* по флористическому составу наиболее близки к ассоциации *Diantho acicularis-Orostachetum spinosae*. Данные сообщества являются наиболее типичными ценозами петрофитных степей Зауралья [24]. Общее проективное покрытие – 65%. Ценофлора ассоциации насчитывает 34 вида. *I. humilis* отмечен на всех площадках с обилием 1–5%. В ценофлоре ассоциации велика роль таких видов, как *Carex pediformis* С.А. Мей., *Centaurea sibirica* L., *Orostachys spinosa* (L.) С.А. Мей., *Scabiosa isetensis* L., *Stipa zalesskii* Wilensky. Сообщества ассоциации занимают нижнюю треть склонов гор северо-западной экспозиции.

I. scariosa отмечен в ценозах ассоциации *Silene altaici-Elytrigietum pruiniferae*. Данные сообщества характерны для обнажений изверженных пород и встречаются на термофильных склонах с уклоном 3–25°. Характер-

ной чертой подобных сообществ является отсутствие многих типичных кальцефильных видов, характерных для петрофитных степей Предуралья Республики. Общее проективное покрытие более низкое и составляет 20–70%. Флористический состав насчитывает 15–34 вида, в среднем 24 вида. *I. scariosa* отмечен с достаточно высоким обилием – 1–20%. Во флористическом составе велика роль петрофитно-степных видов растений (*Elytrigia pruinifera* Nevski, *Thymus guberlinensis* Iljin, *Silene altaica* Pers. и др.).

Изредка *I. scariosa* отмечается в сообществах *Festuca pseudovina* [*Helictotricho-Stipetalia*], приуроченных к выположенным склонам гор 3–5°. Флористический состав насчитывает 24–31 вид, в среднем 27 видов. Общее проективное покрытие составляет 50–75%. *I. scariosa* отмечен с обилием 5–20%. Во флористическом составе велика роль как петрофитно-степных видов растений (*Allium rubens* Schrad. ex Willd., *Astragalus helmii* Fisch., *Centaurea turgaica* Klok., *Orostachys spinosa*, *Thymus guberlinensis* и др.), так и видов настоящих степей (*Agropyron pectinatum*, *S. capillata* L., *S. lessingiana* Trin. et Rupr. и др.).

ДСА-ординация сообществ с участием степных видов рода *Iris* показала, что они хорошо обособлены в пространстве двух первых осей (рис. 2). Нагрузки на оси: Axis 1 – 0,64; Axis 2 – 0,38. В данном случае показаны только ведущие экологические факторы.

Главная ось 1 ДСА-ординации интерпретируется как комплексный градиент переменности увлажнения-засоления. Данный факт во многом связан с особенностями географического расположения описанных сообществ. Так, справа налево происходит смена растительных сообществ от наиболее сухих гиперпетрофитных степей юга Зауралья со стабильно низким и относительно постоянным режимом увлажнения к более увлажненным настоящим степям Предуралья, расположенным в предгорьях Южного Урала с более переменным режимом увлажнения. В правой части рисунка сосредоточены все сообщества с участием *I. scariosa*, с диапазоном значений $fN = 6,47–6,63$ и $Hd = 7,95–8,34$ (таблица), что свидетельствует о приуроченности данного вида к наиболее сухим местообитаниям со стабильным увлажнением. В левой части рисунка сосредоточены ценозы с участием *I. pumila* более влажных местообитаний, представленные сообществами настоящих и петрофитизированных степей порядка *Helictotricho-Stipetalia* в условиях более неустойчивого режима увлажнения. Диапазоны значений $fN = 6,60–6,75$ и $Hd = 7,99–8,55$.

Помимо характера увлажнения, слева направо происходит увеличение засоленности субстрата. В большей степени минеральными солями богаты субстраты сообществ Зауралья РБ с участием *I. scariosa*, что может быть связано также и с характером подстилающих пород, не свойственных Предуралью. Значения $Tg = 7,79–8,31$. В то же время для сообществ с участием *I. pumila* характерны значения $Tg = 7,71–8,20$.

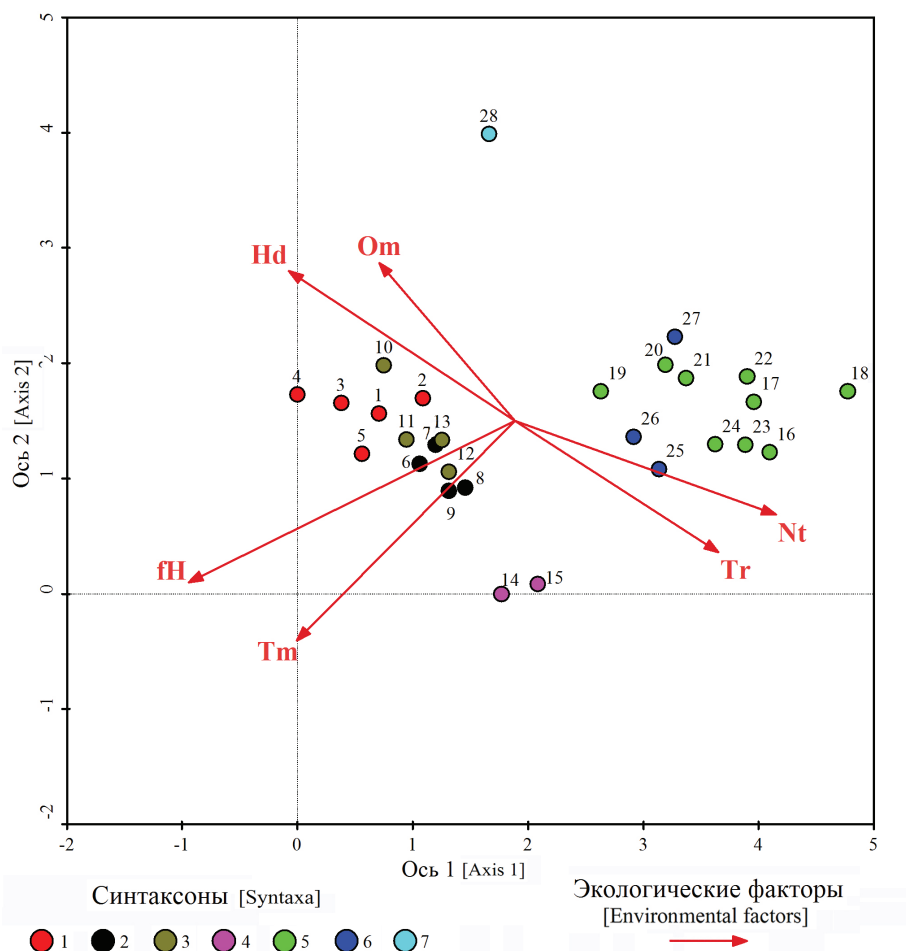


Рис. 2. Ординация сообществ с участием степных видов рода *Iris*

[Fig. 2. Ordination of communities with participation of steppe species of the genus *Iris*]

Различными символами обозначены синтаксоны [Various symbols designate syntaxa]:

1 – асс. [association] *Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae*; 2 – асс. [association] *Scorzonero austriacae-Stipetum lessingiana*; 3 – Базальное сообщество [basal community] *Stipa capillata* [*Festuco-Brometea*]; 4 – асс. [*Spiraeo hypericifoliae-Amygdaletum nanae*]; 5 – асс. [association] *Silene altaici-Elytrigietum pruiniferae*; 6 – сообщество [community] *Festuca pseudovina* [*Helictotricho-Stipetalia*]; 7 – асс. [association] *Diantho acicularis-Orostachetum spinosae*. Экологические факторы [environmental factors]: Tm – термоклиматический фактор [temperature], Om – аридность-гумидность [Aridity-Humidity], Hd – увлажнение [Soil moisture], Tr – солевой режим почв [Salt regime of soils], fH – переменность увлажнения [Variability of moisture], Nt – богатство почв азотом [Soil richness in nitrogen].

1–28 – номера описаний, соответствуют таблице

[Number of relevés, corresponding to Table]

**Оценка сообществ с участием редких видов рода *Iris* с использованием
модифицированных экологических шкал Д.Н. Цыганова**
[Assessment of communities with participation of rare species
of the genus *Iris* using DN Tsyganov's modified environmental scales]

Порядковый номер описания [Number of releve]	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	fH	Lc
Сообщества с участием <i>I. pumila</i> [Communities with participation of <i>I. pumila</i>]										
1	8,59	10,07	7,02	7,27	8,20	7,91	9,04	4,41	6,68	2,49
2	8,53	10,28	7,06	7,20	8,26	7,83	9,04	4,37	6,65	2,50
3	8,49	10,61	7,13	7,18	8,50	7,71	9,03	4,40	6,62	2,57
4	8,51	10,30	7,13	7,17	8,46	7,71	8,99	4,38	6,62	2,55
5	8,47	10,37	7,12	7,18	8,55	7,73	8,97	4,47	6,60	2,62
6	8,53	10,14	7,03	7,22	8,23	8,01	8,98	4,45	6,65	2,52
7	8,54	10,21	7,00	7,24	8,12	8,05	9,00	4,49	6,69	2,50
8	8,46	9,96	7,07	7,18	8,23	7,93	9,05	4,43	6,67	2,51
9	8,39	10,08	7,10	7,13	8,34	7,80	8,99	4,39	6,62	2,54
10	8,52	10,67	7,01	7,18	8,20	7,88	9,06	4,36	6,66	2,48
11	8,58	10,18	6,95	7,25	8,07	7,98	9,06	4,38	6,68	2,47
12	8,64	10,47	6,90	7,28	7,99	8,19	9,13	4,50	6,75	2,47
13	8,61	10,81	6,89	7,28	7,99	8,20	9,02	4,47	6,72	2,50
14	8,51	10,65	6,95	7,19	8,09	7,95	9,01	4,45	6,67	2,53
15	8,51	10,54	7,03	7,25	8,31	7,96	8,84	4,61	6,68	2,53
Сообщества с участием <i>I. scariosa</i> [Communities with participation of <i>I. scariosa</i>]										
16	8,41	10,49	6,99	7,17	8,02	8,05	8,57	4,37	6,51	2,45
17	8,39	9,41	7,13	7,13	8,34	7,79	8,67	4,59	6,54	2,55
18	8,48	9,58	7,05	7,21	8,12	7,96	8,32	4,77	6,56	2,44
19	8,50	10,64	6,91	7,17	7,97	8,31	8,94	4,53	6,63	2,48
20	8,44	10,45	7,00	7,15	8,05	8,22	8,88	4,56	6,48	2,49
21	8,50	10,07	6,93	7,18	7,95	8,19	8,94	4,50	6,47	2,46
22	8,42	9,96	7,02	7,12	8,06	7,90	8,72	4,66	6,53	2,55
23	8,44	10,96	6,94	7,16	8,02	8,09	8,62	4,37	6,52	2,46
24	8,42	10,94	6,98	7,13	8,16	7,94	8,61	4,41	6,54	2,50
25	8,45	10,34	7,01	7,18	8,16	8,13	8,85	4,51	6,53	2,50
26	8,52	10,25	6,92	7,21	7,96	8,30	9,04	4,40	6,59	2,47
27	8,32	10,56	7,03	7,07	8,25	8,01	8,84	4,44	6,57	2,56
Сообщества с участием <i>I. humilis</i> [Communities with participation of <i>I. humilis</i>]										
28	8,31	10,79	7,14	7,03	8,55	7,69	8,92	4,36	6,57	2,60

Примечание. Экологические факторы: Tm – термоклиматический, Kn – континентальность климата, Om – аридность-гумидность, Cr – суровость зимнего периода, Hd – увлажнение, Tr – солевой режим почв, Rc – кислотность почв, Nt – богатство почв азотом, fH – переменность увлажнения, Lc – освещенность.

[Note. Environmental factors: Tm - Temperature, Kn - Continentality of climate, Om - Aridity-Humidity, Cr - Severity of the winter period, Hd - Soil moisture, Tr - Salt regime of soils, Rc - Soil acidity, Nt - Soil richness in nitrogen, fH - Variability of moisture, Lc - Lighting].

Вторую ось DCA-ординации можно интерпретировать как градиент аридности-гумидности. Так, в нижней части графика сосредоточены со-

общества с участием *I. pumila* и *I. scariosa*, приуроченные к более аридным территориям (степной и южно-лесостепной зонам), показатели Om варьируют от 6,91 до 7,13 (см. таблицу).

Ценозы ассоциации *Diantho acicularis-Orostachetum spinosae* с участием *I. humilis* занимают крайне верхнее положение в пространстве экологических факторов (описание 28) и расположены в более гумидных условиях северной части лесостепной зоны (Om = 7,14).

Отдельную группу образовали кустарниковые сообщества ассоциации *Spiraeo hypericifoliae-Amygdaletum nanae*, встречающиеся на щебнистых осыпях (описания 14–15).

Также нами оценена экологическая амплитуда редких видов рода *Iris* (рис. 3–5). Изученные виды рода *Iris* являются растениями открытых местообитаний (степей, лугов, берегов рек), следовательно, условия освещенности (Lc) являются для них критическими. Для степных видов рода к критически значимым факторам среды также можно отнести переменность увлажнения (fH) и суровость зимнего периода (Cr). Низкая экологическая амплитуда *I. pumila* и *I. scariosa* для ряда климатогенных факторов среды, таких как аридность-гумидность (Om) и связанные с ним увлажнение (Hd) и количество поступающего тепла (Tm), обуславливает их приуроченность преимущественно к степной зоне региона.

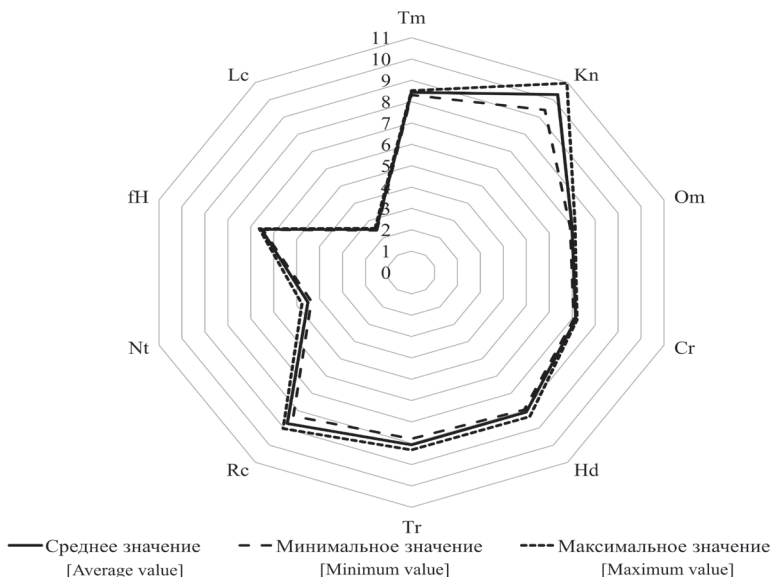


Рис. 3. Значимость экологических факторов для сообществ с участием *Iris scariosa*
[Fig. 3. The importance of environmental factors for communities with participation of *Iris scariosa*]



Рис. 4. Значимость экологических факторов для сообществ с участием *Iris pumila*
[Fig. 4. The importance of environmental factors for communities with participation of *Iris pumila*]

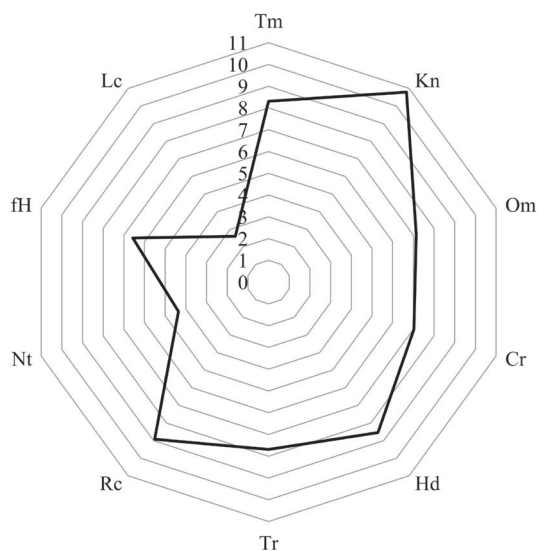


Рис. 5. Значимость экологических факторов для сообществ с участием *Iris humilis*
[Fig. 5. The importance of environmental factors for communities with participation of *Iris humilis*]

В то же время значения фактора континентальности климата (Кп) находятся в более широких границах, особенно для *I. scariosa*. Поскольку для *I. humilis* невозможно собрать репрезентативный объем геоботанических описаний (на Южном Урале известна всего лишь одна точка местонахождения небольшой площади), то рассчитать экологическую амплитуду и выявить лимитирующие факторы не удалось. Однако, учитывая результаты, полученные для видов *I. pumila* и *I. scariosa*, схожесть их биологии и местообитаний, можно предположить, что данный вид будет иметь близкие характеристики.

Заключение

Таким образом, несмотря на то, что редкие степные виды ирисов на Южном Урале довольно близки по экологическому диапазону, результаты ординационного анализа показали, что по комплексу экологических факторов каждый вид занимает свою экологическую нишу. Поэтому и в природе изученные виды ирисов крайне редко встречаются в одних и тех же местообитаниях и сообществах. Согласно приведенным значениям экологических факторов среды *Iris pumila*, *I. scariosa* и *I. humilis* на Южном Урале имеют довольно узкую экологическую амплитуду, т.е. являются стенотопными видами, что в значительной степени обуславливает их природную редкость в регионе Южного Урала.

Литература

1. Butchart S.H., Walpole M., Collen B., van Strien A., Scharlemann J.P., Almond R.E., Baillie J.E., Bomhard B., Brown C., Bruno J., Carpenter K.E., Carr G.M., Chanson J., Chenery A.M., Csirke J., Davidson N.C., Dentener F., Foster M., Galli A., Galloway J.N., Genovesi P., Gregory R.D., Hockings M., Kapos V., Lamarque J.F., Leverington F., Loh J., McGeoch M.A., McRae L., Minasyan A., Hernández Morcillo M., Oldfield T.E., Pauly D., Quader S., Revenga C., Sauer J.R., Skolnik B., Spear D., Stanwell-Smith D., Stuart S.N., Symes A., Tierney M., Tyrrell T.D., Vié J.C., Watson R. Global biodiversity: indicators of recent declines // Science. 2010. Vol. 328, № 5982. PP. 1164–1168. doi: 10.1126/science.1187512
2. Dirzo R., Raven P.H. Global state of biodiversity and loss // Ann. Rev. Environment and Resources. 2003. Vol. 28. PP. 137–167. doi: 10.1146/annurev.energy.28.050302.105532
3. The Convention on Biological Diversity Plant Conservation Report: A Review of Progress in Implementing the Global Strategy of Plant Conservation (GSPC). Montreal, Canada: Secretariat of the Convention on Biological Diversity; 2009. 48 p. Available at: <https://www.cbd.int/doc/publications/plant-conservation-report-en.pdf> (дата обращения: 15.04.2019).
4. Злобин Ю.А. Редкие виды растений: флористический, фитоценотический и популяционный подход // Журнал общей биологии. 2011. Т. 72, № 6. С. 422–435.
5. Баишева Э.З., Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Мартыненко В.Б., Широких П.С. Биологическое разнообразие экосистем: подходы к изучению и охране // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134, № 5. С. 456–466.

6. Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В., Гаврилова М.Н., Полянская Т.А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола : Марийский государственный университет, 2010. 368 с.
7. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. : Наука, 1983. 198 с.
8. Mathew B. The *Iris*. Portland : Oregon Timber Press, 1996. 206 p.
9. Алексеева Н.Б. Род *Iris* L. (Iridaceae) в России // Turczaninowia. 2008. Т. 11, № 2. С. 5–70.
10. Алексеева Н.Б. Виды рода *Iris* L. во флоре России. Проблемы охраны в природе и интродукции : дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2005. 229 с.
11. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1: Растения и грибы / под ред. Б.М. Миркина. Уфа : МедиаПринт, 2011. 384 с.
12. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / под ред. Ю.П. Трутнева и др. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
13. Крюкова А.В., Мулдашев А.А., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Распространение и фитоценоотическая приуроченность редких видов рода *Iris* на Южном Урале (Республика Башкортостан) // Научные ведомости Белгородского университета. Сер. Естественные науки. 2014. Вып. 29, № 23 (194). С. 5–11.
14. Крюкова А.В., Абрамова Л.М. Редкие виды рода *Iris* L. в Республике Башкортостан // Материалы III Московского международного симпозиума по роду Ирис «Iris-2016». М., 2016. С. 102–107.
15. 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
16. Westhoff V., van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach / ed. R.H. Whittaker // Classification of plant communities The Hague : Junk, 1978. PP. 287–399.
17. Braun-Blanquet J. Pflanzensozilogie Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien ; New York : Springer Verlag, 1964. 865 S.
18. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. : Мир и семья, 1995. 991 с.
19. Ter Braak C.J.F., Smilauer P. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Ithaca : Microcomputer Power, 2002. 500 p.
20. Широких П.С., Зверев А.А. Некоторые результаты коррекции экологических шкал в системе Д.Н. Цыганова для Южно-Уральского региона // Сборник статей и лекций IV Всероссийской школы-конференции «Актуальные проблемы геоботаники». Уфа : МедиаПринт, 2012. С. 551–556.
21. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: учеб. пособие. Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
22. Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Dengler J., Carni A., Šumberová K., Raus T., Di Pietro R., Gavilan García R., Chytrý M., Iakushenko D., Schaminée J.H.J., Bergmeier E., Santos Guerra A., Daniëls F.J.A., Ermakov N., Valachovic M., Pignatti S., Rodwell J.S., Pallas J., Capelo J., Weber H.E., Lysenko T., Solomesh A., Dimopolous P., Aguiar C., Freitag H., Hennekens S.M., Tichý L. Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of plant, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. 2016. Vol. 19 (suppl. 1). PP. 3–264. doi: 10.1111/avsc.12257
23. Willner W., Roleček J., Korolyuk A., Dengler J., Chytrý M., Janišová M., Lengyel A., Aćić S., Becker T., Ćuk M., Demina O., Jandt U., Kački Z., Kuzemko A., Kropf M., Lebedeva M., Semenishchenkov Y., Šilc U., Stančić Z., Staudinger M., Vassilev K., Yamalov S. Formalized classification of semi-dry grasslands in central and eastern Europe // Preslia. 2019. Vol. 91 (1). PP. 25–49. doi: 10.23855/preslia.2019.025

24. Абдуллин Ш.Р., Багмет В.Б., Баишева Э.З., Бикбаев И.Г., Валуев В.А., Волков А.М., Галеева А.Х., Зернов Д.А., Журавкова М.М., Ильясов Д.В., Маркина А.В., Мартыненко В.Б., Мигранов М.Г., Мулдашев А.А., Островская Ю.В., Позднякова Э.П., Сирин А.А., Суворов Г.Г., Успенская О.Н., Хабибуллин В.Ф., Широких П.С., Ямалов С.М. Природные условия и биота Природного парка «Аслы-Куль». Уфа : Башк. энцикл. 456 с.

Поступила в редакцию 16.04.2019 г.; повторно 07.10.2019 г.;
принята 23.10.2019 г.; опубликована 27.12.2019 г.

Авторский коллектив:

Абрамова Лариса Михайловна – проф., д-р биол. наук, г.н.с. лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Россия, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195/3).

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

E-mail: abramova.lm@mail.ru

Широких Павел Сергеевич – канд. биол. наук., с.н.с. лаборатории геоботаники и растительных ресурсов, Уфимский институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Россия, 450054, г. Уфа, пр. Октября, д. 69).

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1864-4878>

E-mail: shirpa@mail.ru

Голованов Ярослав Михайлович – канд. биол. наук., с.н.с. лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН (450080, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195/3).

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

E-mail: jaro1986@mail.ru

Мустафина Альфия Науфалевна – канд. биол. наук., с.н.с. лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Россия, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195/3).

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

E-mail: alfverta@mail.ru

Крюкова Анастасия Владимировна – м.н.с. лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Россия, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195/3).

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

E-mail: anastasiya.ufa@bk.ru

For citation: Abramova LM, Shirokikh PS, Golovanov YaM, Mustafina AN, Kryukova AV. On the ecology of rare steppe species of the genus *Iris* in the Southern Urals. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* = *Tomsk State University Journal of Biology*. 2019;48:56-72. doi: 10.17223/19988591/47/3 In Russian, English Summary

**Larisa M. Abramova¹, Pavel S. Shirokikh², Yaroslav M. Golovanov¹,
Alfiya N. Mustafina¹, Anastasiya V. Kryukova¹**

¹ South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation

² Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation

On the ecology of rare steppe species of the genus *Iris* in the Southern Urals

The research presents the experience of assessing the diversity of communities and ecology of 3 rare steppe species of the genus *Iris* L. in the Southern Urals: *I. pumila* L., *I. scariosa* Willd. ex Link and *I. humilis* Georgi which are distributed in the steppe

and forest-steppe zones of the region and listed in the Red Data Book of Bashkortostan Republic (Krasnaya kniga..., 2011) and the Russian Federation (Krasnaya kniga..., 2008). We analyzed the ecology of communities with participation of rare species using indirect ordination, which makes it possible to identify important ecological patterns of species distribution and to give an ecological interpretation of syntaxonomic units. Totally, we collected 28 geobotanical relevés within the studied coenopopulations in the Southern Urals (mainly, in the Urals and Transurals of the Republic of Bashkortostan, as well as adjacent areas of Chelyabinsk and Orenburg regions) to characterize the phytocenotic localization and ecology of rare steppe species of the genus *Iris*. Localities of the studied species are presented on the map (See Fig. 1).

The size of the relevés was 64-100 m². Relevés descriptions and classification were performed using the Braun-Blanquet approach (Westhoff and van der Maarel, 1978; Braun-Blanquet, 1964). The names of vascular plants species are given according to Cherepanov (1995). The impact assessment of complex environmental factor gradients was performed using DCA-ordination in the CANOCO 4.5 program (Ter Braak and Smilauer, 2002). DN Tsyganov's scale which was adjusted for the Southern Urals region (Shirokikh and Zverev, 2012) was applied to estimate the environmental factors of habitats. The weighted average of environmental factors was calculated in the IBIS software (Zverev, 2007).

We revealed that the phytocenosis with participation of rare steppe irises in the Southern Urals belongs to the class ***Festuco-Brometea*** Br.-Bl. et Tüxen ex Soó 1947, which unites the steppe vegetation of Southern Ukraine and Russia and includes 5 associations and 2 communities. *I. pumila* grows mainly on the steppe slopes of various expositions as part of the steppes of association ***Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae*** Martynenko et al. 2018, which is a zonal type of the Pre-Ural steppe of the Republic of Bashkortostan. *I. pumila* also grows in the communities of the association ***Scorzonero austriacae-Stipetum lessingiana*** Yamalov 2011 prov., which is steppes with dominating *Stipa lessingiana* of the southern regions of Bashkortostan and in the basal community ***Stipa capillata [Festuco-Brometea]*** combining low-degraded steppe pastures, which are distributed mainly in the upland and slope habitats of the southern expositions. Among the rarest communities with participation of *I. pumila*, there are phytocoenoses of shrub steppes of association ***Spiraeo hypericifoliae-Amygdaletum nanae*** Solomeshch et al. 1994, which are distributed mainly across the eastern and southeastern slopes of the ranges on stony substrates. *I. scariosa* was found in the phytocoenosis of the association ***Silene altaici-Elytrigietum pruiniferae*** Yamalov 2018 prov., characteristic of outcrops of igneous rocks on thermophilic slopes. Occasionally, *I. scariosa* is observed in the communities of ***Festuca pseudovina [Helictotricho-Stipetalia]***, distributed to the flattened mountain slopes. Communities with *I. humilis* occur in the Southern Urals quite rarely and belong, according to their floristic composition, to the association ***Diantho acicularis-Orostachetum spinosae*** Schubert et al. 1981. The floristic composition of all noted communities is characterized by a high role of petrophytic species (*Artemisia marshalliana*, *Astragalus helmii*, *Centaurea turgaica*, *Ephedra distachya*, *Hedysarum argyrophyllum*, *Koeleria sclerophylla*, *Orostachys spinosa*, *Tanacetum kittaryanum* *Thymus guberlinensis* etc.).

DCA-ordination of communities with participation of steppe species of the genus *Iris* showed that they are well separated in the space of the first two axes (See Fig. 2). The main axis is interpreted as a complex gradient of moisture-salinity variability. The second axis can be interpreted as the aridity-humidity gradient. The studied species of the genus *Iris* are plants of open habitats (steppes, meadows, river banks), therefore the lighting conditions (Lc) are critical for them (See Fig. 3-5). The critically important environmental factors also include the variability of moisture (fH) and the severity

of the winter period (Cr). The low ecological amplitude of *I. pumila* and *I. scariosa* for a number of climatogenic environmental factors, such as aridity-humidity (Om) and associated soil moisture (Hd), and the amount of incoming heat (Tm) causes their confinement mainly to the steppe zone of the region. At the same time, the values of the continentality of climate factors (Kn) are in wider boundaries, especially for *I. scariosa*.

Ordination analysis showed that, according to a complex of environmental factors, each species of the genus *Iris* occupies its own ecological niche. Therefore, in nature, the studied species are extremely rare in the same habitats and communities. According to the given values of ecological factors of the environment (See Table), *I. pumila*, *I. scariosa* and *I. humilis* in the Southern Urals have a rather narrow ecological amplitude, i.e. they are stenotopes, which largely determines their natural rarity in the region of the Southern Urals.

The paper contains 5 Figures, 1 Table and 24 References.

Key words: Iridaceae; rare species; environmental scales; DCA-ordination; Bashkortostan Republic; Orenburg region.

Funding: This research was carried out in the frame of the government projects (No AAAA-A18-118011990151-7 and No AAAA-A18-118022190060-6) and partially financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No 18-34-00022 мол_a).

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Butchart SH, Walpole M, Collen B, van Strien A, Scharlemann JP, Almond RE, Baillie JE, Bomhard B, Brown C, Bruno J, Carpenter KE, Carr GM, Chanson J, Chenery AM, Csirke J, Davidson NC, Dentener F, Foster M, Galli A, Galloway JN, Genovesi P, Gregory RD, Hockings M, Kapos V, Lamarque JF, Leverington F, Loh J, McGeoch MA, McRae L, Minasyan A, Hernández Morcillo M, Oldfield TE, Pauly D, Quader S, Revenga C, Sauer JR, Skolnik B, Spear D, Stanwell-Smith D, Stuart SN, Symes A, Tierney M, Tyrrell TD, Vié JC, Watson R. Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science*. 2010;328(5982):1164-1168. doi: [10.1126/science.1187512](https://doi.org/10.1126/science.1187512)
2. Dirzo R, Raven PH. Global state of biodiversity and loss. *Ann. Rev. Environment and Resources*. 2003;28:137-167. doi: [10.1146/annurev.energy.28.050302.105532](https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105532)
3. *The Convention on Biological Diversity Plant Conservation Report: A Review of Progress in Implementing the Global Strategy of Plant Conservation (GSPC)*. Montreal, Canada: Secretariat of the Convention on Biological Diversity; 2009. 48 p. [Electronic resource]. Available at: <https://www.cbd.int/doc/publications/plant-conservation-report-en.pdf> (access 15.04.2019)
4. Zlobin YuA. Rare plant species: Floristic, phytocoenotic, and population approach. *Zhurnal obshchey biologii = Biology Bulletin Reviews*. 2011;72(6):422-435. In Russian, English Summary
5. Baisheva EZ, Mirkin BM, Naumova LG., Martynenko VB, Shirokikh PS. Biological diversity of ecosystems: Approaches to investigation and protection. *Biology Bulletin Reviews*. 2015;5(2):138-147. doi: [10.1134/S2079086415020036](https://doi.org/10.1134/S2079086415020036)
6. Zhukova LA, Dorogova YuA, Turmukhametova NV, Gavrilova MN, Polyanskaya TA. *Ekologicheskie shkaly i metody analiza ekologicheskogo raznoobraziya rasteniy* [Ecological scales and methods for analyzing the ecological diversity of plants]. Yoshkar-Ola: Mari State University Publ.; 2010. 368 p. In Russian
7. Tsyganov DN. *Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoynoshirokolistvennykh lesov* [Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests]. Moscow: Nauka Publ.; 1983. 198 p. In Russian

8. Mathew B. The *Iris*. Portland: Oregon Timber Press; 1996. 206 p.
9. Alekseeva NB. Genus *Iris* L. (Iridaceae) in the Russia. *Turczaninowia*. 2008;11(2):5-70. In Russian, English Summary
10. Alekseeva NB. *Vidy roda Iris L. vo flore Rossii. Problemy okhrany v prirode i introduktsii* [Species of the genus *Iris* L. in the flora of Russia. Problems of protection in nature and introduction. CandSci. Dissertation, Biology]. St. Petersburg: Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences; 2005. 229 p. In Russian
11. *Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. Rasteniya i griby* [The Red Date Book of the Republic of Bashkortostan. Plants and Mushrooms]. Vol. 1. Mirkin BM, editor. Ufa: MediaPrint Publ.; 2011. 384 p. In Russian
12. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The Red Date Book of the Russian Federation (Plants and Mushrooms)]. Trutnev YuP, editor. Moscow: KMK Publishing House; 2008. 855 p. In Russian
13. Kryukova AV, Muldashev AA, Golovanov YaM, Abramova LM. Distribution and phytocoenotic confinedness of rare species of genus *Iris* L. in the South Urals (Bashkortostan Republic). *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo universiteta. Ser. Estestvennye nauki = Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences*. 2014;23(194);29:5-11. In Russian
14. Kryukova AV, Abramova LM. Rare species of the genus *Iris* L. in the Republic of Bashkortostan. In: "*Iris-2016*" *Materialy III Moskovskogo mezhdunarodnogo simpoziuma po rodu Iris* ["*Iris-2016*". Proceedings of the III Moscow Int. Symposium on the genus *Iris* (Moscow, Russia, June 15-18, 2016)]. Moscow: MAKSS Press; 2016. pp. 102-107. In Russian
15. Kryukova AV, Abramova LM, Mustafina AN. To the biology and ecology of rare species of *Iris* genus in the steppe of South Urals. *Samarskaya Luka: Problemy regional'noy i global'noy ekologii*. 2018;27(4-1):271-275. doi: [10.24411/2073-1035-2018-10126](https://doi.org/10.24411/2073-1035-2018-10126) In Russian
16. Westhoff V, van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach. In: *Classification of plant communities*. Whittaker RH, editor. The Hague: Junk Publ.; 1978. pp. 287-399.
17. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetationskunde*. 3 Aufl. Wien. New York: Springer Verlag; 1964. 865 p. In German
18. Cherepanov SK. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR)* [Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR)]. St. Petersburg: Mir & Sem'ya-95 Publ.; 1995. 991 p. In Russian
19. Ter Braak CJF, Smilauer P. *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination (Version 4.5)*. Ithaca: Microcomputer Power Publ.; 2002. 500 p.
20. Shirokikh PS, Zverev AA. Nekotorye rezul'taty korrektsii ekologicheskikh shkal v sisteme D.N. Tsyganova dlya Yuzhno-Ural'skogo regiona [Some results of correction of DN Tsyganov ecological scales for the South Ural region]. In: *Aktual'nye problemy geobotaniki. Sbornik statey i lektsiy IV Vseros. shkoly-konf.* [Actual problems of geobotany. Proceedings of the IV All-Russian School-Conf]. Ufa: MediaPrint Publ.; 2012. pp. 551-556. In Russian
21. Zverev AA. *Informatsionnye tekhnologii v issledovaniyakh rastitel'nogo pokrova: Uchebnoe posobie* [Information technologies in studies of vegetation: Text-book]. Tomsk: TML-Press Publ.; 2007. 304 p. In Russian
22. Mucina L, Bültmann H, Dierßen K, Theurillat J-P, Dengler J, Carni A, Šumberová K, Raus T, Di Pietro R, Gavilán García R, Chytrý M, Iakushenko D, Schaminée JHJ, Bergmeier E, Santos Guerra A, Daniëls FJA, Ermakov N, Valachovic M, Pignatti S, Rodwell JS, Pallas J, Capelo J, Weber HE, Lysenko T, Solomeshch A, Dimopolous P, Aguiar C, Freitag H, Hennekens SM, Tichý L. *Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system*

- of plant, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*. 2016;19(1):3-264. doi: 10.1111/avsc.12257
23. Willner W, Roleček J, Korolyuk A, Dengler J, Chytrý M, Janišová M, Lengyel A, Aćić S, Becker T, Čuk M, Demina O, Jandt U, Kački Z, Kuzemko A, Kropf M, Lebedeva M, Semenishchenkov Y, Šilc U, Stančić Z, Staudinger M, Vassilev K, Yamalov S. Formalized classification of semi-dry grasslands in central and eastern Europe. *Preslia*. 2019;91(1):25-49. doi: 10.23855/preslia.2019.025
 24. Abdullin ShR, Bagmet VB, Baisheva JeZ, Bikbaev IG, Valuev VA, Volkov AM, Galeeva AH, Zernov DA, Zhuravkova MM, Il'yasov DV, Markina AV, Martynenko VB, Migranov MG, Muldashev AA, Ostrovskaya YuV, Pozdnyakova EP, Sirin AA, Suvorov GG, Uspenskaya ON, Khabibullin VF, Shirokih PS, Yamalov SM. Prirodnye usloviya i biota Prirodnogo parka «Asly-Kul'» [Natural conditions and biota of Asly-Kul Natural Park]. Ufa: Bashkir encyclopedia Publ.; 2017. 456 p. In Russian

Received 16 April 2019; Revised 07 October 2019;

Accepted 23 October 2019; Published 27 December 2019

Author info:

Abramova Larisa M, Professor, Dr. Sci. (Biol.), Chief Researcher, Laboratory of Wild-growing Flora and Introduction of Herb Plants, South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleeva Str., Ufa 450080, Russian Federation.

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

E-mail: abramova.lm@mail.ru

Shirokikh Pavel S, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Geobotany and Plant Resources, Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 69 October Ave., Ufa 450054, Russian Federation.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1864-4878>

E-mail: shirpa@mail.ru

Golovanov Yaroslav M, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Wild-growing Flora and Introduction of Herb Plants, South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleeva Str., Ufa 450080, Russian Federation.

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

E-mail: jaro1986@mail.ru

Mustafina Alfiya N, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Wild-growing Flora and Introduction of Herb Plants, South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleeva Str., Ufa 450080, Russian Federation.

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

E-mail: alfverta@mail.ru

Kryukova Anastasiya V, Junior Researcher, Laboratory of Wild-growing Flora and Introduction of Herb Plants, South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleeva Str., Ufa 450080, Russian Federation.

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

E-mail: anastasiya.ufa@bk.ru