

К БИОЛОГИИ *ORNITHOGALUM FISCHERIANUM* (HYACINTHACEAE) В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2024 г. А. Н. Мустафина*, Л. М. Абрамова

Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН,
г. Уфа, Россия

*e-mail: alfyverta@mail.ru

Поступила в редакцию 15.05.2023

После доработки 20.01.2024

Принята к публикации 20.03.2024

Приводятся результаты исследования 10 природных ценопопуляций (ЦП) малоизученного декоративного вида *Ornithogalum fischerianum* Krasch. (Hyacinthaceae) на территории Оренбургской области. Изучена морфометрическая изменчивость и жизненное состояние особей. Выявлено, что вид приурочен к степям на сухих солонцеватых местообитаниях, изредка встречается в песчаных степях и на залежах. Изменчивость всех изученных признаков находится в пределах нормы реакции вида ($C_v = 5.7–32.8\%$). Максимальные показатели по большинству морфометрических параметров отмечены в ЦП Рассыпное, минимальные — в ЦП Дмитровский и Землянский. Результаты дискриминантного анализа показали, что особи в большинстве ЦП имеют довольно высокое морфоструктурное разнообразие. Максимальное фенотипическое разнообразие наблюдается в ЦП Горюн, минимальное — в ЦП Рассыпное. Виталитетный тип большинства ценопопуляций процветающий, одна ценопопуляция отнесена к депрессивным. Выявлено, что вид хорошо себя чувствует в нарушенных степях, где отсутствует или снижена конкуренция с крупными дерновинными злаками. Уплотнение почвы, напротив, негативно сказывается на росте и развитии этого вида. Несмотря на достаточно стабильное состояние большинства ценопопуляций вида, многие из них малочисленны, поэтому дальнейший мониторинг мест произрастания *O. fischerianum* является актуальным.

Ключевые слова: *Ornithogalum fischerianum*, декоративный вид, ценопопуляции, морфометрические параметры, виталитет, Оренбургская область

DOI: 10.31857/S0033994624020055, **EDN:** PYNVBQ

В степной зоне Южного Урала представлено большое число ресурсных видов растений — лекарственных, пищевых, декоративных, медоносных и др. В полной мере это относится к Оренбургской области, значительную часть которой занимают степи. Исследованиями ресурсных растений Оренбуржья, а также редких видов, мы занимаемся на протяжении ряда лет [1–4]. Это позволяет объективно оценивать биоэкологические особенности растений и современное состояние их популяций.

Настоящая работа посвящена малоизученному декоративному виду *Ornithogalum fischerianum* Krasch. (птицемлечник Фишера), произрастающему на территории Оренбургской области. Вид принадлежит к роду *Ornithogalum* L. (птицемлечник) из семейства Hyacinthaceae Batsch и входит в секцию *Heleocharmos* Baker. Род *Ornithogalum*

включает в себя от 30 до 200 видов [5]. Птицемлечники произрастают на склонах холмов, меловых обнажениях, в степных сообществах на засоленных местообитаниях, в зарослях кустарников на юге Европы, на юге Западной Сибири, на Кавказе, в Турции, Иране, Средней Азии и Северной Америке [6, 7].

Исследования различных аспектов биологии птицемлечников проводили многие авторы [8–10]. На основе выполненных биохимических исследований установлено, что виды этого рода как в листьях, так и в подземных органах содержат аскорбиновую кислоту, сапонины, катехины, сахара и некоторые другие соединения [11–13]. Кроме того, большой пласт литературы посвящен интродукционным испытаниям птицемлечников, поскольку они являются интересными в декоративном плане [14–18].

O. fischerianum является восточноевропейско-западносибирско-среднеазиатским видом, произрастает в Причерноморье, в бассейне Нижнего и Среднего Дона, на Нижней Волге, в Западной Сибири и Средней Азии [7]. Растет в степях и на солонцеватых лугах, на меловых обнажениях, иногда в посевах [19]. Включен в Красные книги Республики Казахстан [20], Самарской [21], Челябинской [22] и др. областей России. Охраняется в Воронежской области в федеральном заказнике «Каменная степь» и ряде памятников природы [23].

Сведений по биологии этого вида практически нет, за исключением исследований анатомического строения листьев на территории Калмыкии [8]. Данные по биохимии также отсутствуют. По другим видам рода аналогичные исследования проводили. Например, исследование луковиц и листьев *O. umbellatum* L. выявило наличие таких компонентов, как аскорбиновая кислота, сахара, пектины, протопектины, катехины и сапонины. Кроме того, в луковицах обнаружен крахмал, а в листьях — флавонолы. Количественное содержание зависит от метеорологических условий периода вегетации и года наблюдений. В летне-осенний период идет интенсивное накопление пектинов, протопектинов, сапонинов, катехинов, что повышает устойчивость и выживаемость генеративных и вегетативных органов в период зимнего покоя. Повышенное содержание крахмала в предзимье способствует морозостойкости луковиц [24, 25]. Зарубежными учеными ведется активная работа по некоторым видам рода *Ornithogalum* в плане выявления биохимических веществ, обладающих противораковой активностью [26, 27].

Морфометрия является важным инструментом в работе ботаников, занимающихся изучением растений на популяционном уровне [28]. Результаты подобных исследований для редких и исчезающих видов имеют неоспоримую диагностическую ценность — они отражают степень устойчивости и возможность существования растений в условиях стресса, вызванного различными причинами, включая антропогенные, и позволяют оценить их жизнеспособность ЦП [29].

Целью наших исследований было выявление морфометрической изменчивости и оценка современного состояния ценопопуляций (ЦП) *O. fischerianum* на территории Оренбургской обл.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

O. fischerianum — луковичный травянистый поликарпический многолетник высотой 20—35 см, редко до 70 см (рис. 1). Луковица яйцевидная, диаметром 1.5—2.5 см. Листья линейные, в количестве 4—6 шт. Соцветие — удлинённая рыхлая кисть, с числом цветков от 4 до 25. Прицветники ланцетные или линейно-ланцетные, тонкозаостренные, листочки околоцветника длиной 10—12 мм, белые, посередине с узкой полоской из нескольких рыжеватых или слабозаметных зеленоватых жилок. Плод — коробочка с 3 округлыми ребрами. Цветет в мае—июне. Размножается семенами [6].



Рис. 1. Внешний вид *Ornithogalum fischerianum* (Оренбургская обл., Соль-Илецкий р-н, 2,5 км юго-западнее д. Дивнополье).

Fig. 1. Appearance of *Ornithogalum fischerianum* (Orenburg region, Sol-Iletsk district, 2.5 km southwest of the village of Divnopolye).

Исследования ЦП *O. fischerianum* проводили в 2017—2022 гг. в шести юго-западных и южных районах Оренбургской области (Первомайский, Переволоцкий, Ташлинский, Оренбургский, Илекский, Акбулакский) (рис. 2). Всего изучено 10 ЦП вида, название которым давалось по ближайшему населенному пункту или географическому объекту. Для оценки фитоценотической приуроченности ценопопуляций *O. fischerianum* выполнялись геоботанические описания сообществ

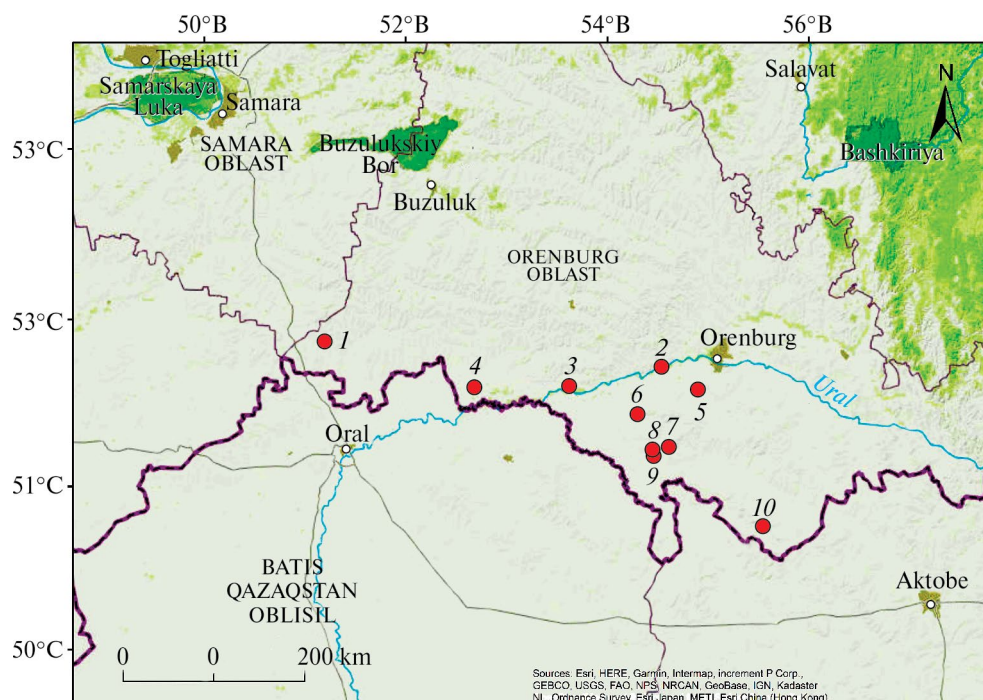


Рис. 2. Карта расположения изученных локалитетов *Ornithogalum fischerianum*.

Fig. 2. Map of the studied localities of *Ornithogalum fischerianum*.

с использованием традиционных геоботанических методов [30].

В качестве учетной единицы принимали особь средневозрастного генеративного онтогенетического состояния [28]. По методу В. Н. Голубева [31] в каждой ЦП у 25 случайно выбранных растений измеряли следующие признаки: высота генеративного побега, см; диаметр стебля, см; число листьев, шт.; длина листа, см; ширина листа, см; длина соцветия, см; диаметр соцветия, см; число цветков, шт.; диаметр цветка, см. Наблюдения и измерения проводили в фазу цветения.

Виталитетная структура ценопопуляций оценена по методике Ю. А. Злобина и др. [28]. Индекс виталитета особи (*IVI*), рассчитывали по формуле [32]:

$$IVI = \frac{\sum_{i=1}^N X_i^1 / X_i^2}{N},$$

где X_i^1 — значение i -го признака особи, X_i^2 — среднее значение i -го признака для всей выборки, N — число признаков. Все особи, по индексу виталитета были разделены на три класса — высший (а), средний (б) и низший (с). Границы класса б находились в пределах доверительного интервала среднего значения ($x_{cp} \pm \sigma$). Индекс качества ЦП — $Q = 1 / 2(a + b)$ [28], был использован для

определения виталитетного типа ЦП: $Q > c$ — процветающие, $Q = c$ — равновесные, $Q < c$ — депрессивные. Для оценки степени процветания или депрессивности ЦП применяли индекс $I_Q = (a + b) / 2c$. При этом значения выше единицы соответствовали процветающему состоянию, а значения ниже единицы — депрессивному. Степень отклонения от единицы, соответствующей равновесному состоянию, отражает степень процветания или депрессивности. В случае отсутствия особей одного из классов при расчете I_Q их долю принимали равной 0.001.

Для характеристики виталитета ценопопуляции в целом использовали индекс виталитета ценопопуляции (*IVC*) [28, 32]:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N X_i^1 / X_i^2}{N},$$

где X_i^1 — значение i -го признака в ЦП, X_i^2 — среднее значение i -го признака для всех ЦП, N — число признаков.

Для оценки размерной пластичности *O. fischerianum* в пределах исследованной выборки ценопопуляций рассчитывался индекс размерной пластичности (*ISP*) как отношение максимального значения *IVC* к его минимальному значению: $ISP = IVC_{max} / IVC_{min}$ [32].

Статистический анализ проводили в MS Excel 2010 с использованием стандартных показателей [33]. Для изучения межпопуляционной изменчивости были использованы дисперсионный и кластерный анализ различия выборок по средневыворочным значениям морфометрических параметров растений. Многомерный анализ проводили по программе StatSoft STATISTICA 6.1 для 10 выборок. В процессе дискриминантного анализа вычисляли фенотипическую дистанцию, выраженную расстоянием Махаланобиса [33, 34].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

O. fischerianum встречается в южных и юго-западных р-нах Оренбургской обл. По данным геоботанических описаний определена фитоцено-тическая приуроченность ЦП изученного вида (табл. 1). Ценопопуляции *O. fischerianum* встречаются, в основном, на выровненных участках или склонах южной и западной экспозиций (уклон 5—20°), преимущественно в пустынножитня-ково-лерхопопынных, реже лерхопопынно-ковыльковых степях (*Agropyron desertorum*, *Artemisia lercheana*, *Stipa lessingiana*, *Kochia prostrata*) на сухих солонцеватых почвах, изредка в песчаных степях и на залежах. Хорошо выдерживают выпас. Травостой разреженный, общее проективное покрытие

(ОПП) составляет 5% на склонах в верхних частях холмов и 60—85% — на более пологих участках. Сообщества включают 25—35 видов на пробной площади размером 10×10 м. Для травяного покрова характерны галофитные виды растений, приуроченные в исследуемом регионе, как правило, к солонцам и солонцеватым местообитаниям (*Artemisia lercheana*, *A. pauciflora*, *Kochia prostrata*, *Tanacetum achilleifolium* и др.), а также степные виды (*Agropyron pectinatum*, *Artemisia austriaca*, *Festuca valesiaca*, *Galatella villosa*, *Koeleria cristata* и др.). На антропогенно нарушенных местообитаниях с высоким обилием встречаются *Alyssum turkestanicum*, *Eremopyrum orientale*, *Poa crispa* и др.

Проведенный дисперсионный анализ (табл. 2) показал статистически значимое влияние условий местообитания (конкретного экотопа каждой ЦП) на большинство изученных морфометрических признаков. Уровень факторизации составил от 10 до 78%. В целом, показатель силы влияния этого фактора высокий, что свидетельствует о различиях в условиях местообитания вида. Изучаемый фактор в наибольшей степени оказывает влияние на число цветков и длину соцветия.

Результаты кластерного анализа выборок *O. fischerianum* показаны в табл. 2 и на рис. 3. При использовании метода одиночной связи исследуемые

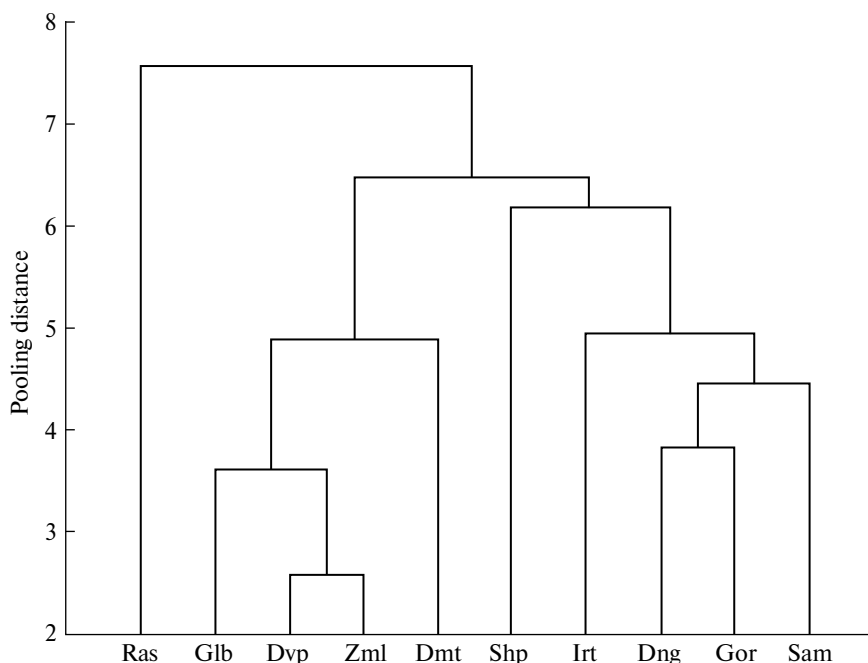


Рис. 3. Дендрограмма различий выборок *Ornithogalum fischerianum* по средневыворочным значениям морфометрических параметров растений.

Fig. 3. Dendrogram of differences in samples of *Ornithogalum fischerianum* by mean sample values of plant morphometric parameters.

Таблица 1. Характеристика исследованных местообитаний *Ornithogalum fischerianum* в Оренбургской области
Table 1. Characteristics of the studied habitats of *Ornithogalum fischerianum* in the Orenburg Region

№ ЦП № CP	Ценопопуляция Соенорopulation	Широта Latitude	Долгота Longitude	Общее проективное покрытие, % Total projective cover, %	Положение в рельефе Topographic position	Уклон, градусы Slope, degrees	Экспозиция Aspect	Сообщество Community	Характерные виды Characteristic species
1	Самаркин Samarikin (Smr)	51.868756	51.202076	85	Равнина Plain	0	—	Старая залежь Abandoned field	<i>Agropyron pectinatum</i> , <i>Artemisia austriaca</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Koeleria cristata</i>
2	Горюн Goryun (Grn)	51.720703	54.543565	80	Равнина Plain	0	—	Сухая солонцеватая степь Dry saline steppe	<i>Agropyron desertorum</i> , <i>Artemisia lerchiana</i> , <i>Stipa sareptana</i> , <i>Stipa lessingiana</i>
3	Рассыпное Rassypnoe (Rsp)	51.604390	53.625590	75	Равнина Plain	0	—	Сбитая солонцеватая степь Dry saline steppe	<i>A. lerchiana</i> , <i>Eremopyrum orientale</i> , <i>Kochia prostrata</i> , <i>Poa crispa</i> , <i>Tanacetum achilleifolium</i>
4	Иртекские пески (Irt)	51.596840	52.681700	75	Равнина Plain	0	—	Сбой на песке Disturbed sands	<i>Alyssum turkestanicum</i> , <i>Kochia laniflora</i> , <i>P. crispa</i>
5	Донгуз Donguz (Dng)	51.585266	54.901707	60	Склон Slope	15	Южная South	Сухая солонцеватая степь Dry saline steppe	<i>A. desertorum</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>A. lerchiana</i> , <i>K. prostrata</i> , <i>P. crispa</i> , <i>Stipa capillata</i> , <i>T. achilleifolium</i>
6	Дмитровский Dmitrovskiy (Dmt)	51.435530	54.301020	55	Вершина холма Top of the hill	0	—	Сухая солонцеватая степь Dry saline steppe	<i>A. desertorum</i> , <i>A. lerchiana</i> , <i>Galatella villosa</i> , <i>S. sareptana</i>
7	Землянский Zemlyanskiy (Zml)	51.238036	54.613973	75	Вершина холма Top of the hill	0	—	Сухая солонцеватая степь Dry saline steppe	<i>A. desertorum</i> , <i>A. lerchiana</i> , <i>K. prostrata</i> , <i>P. crispa</i>
8	Дивнополье Divnopol'e (Dvp)	51.225330	54.453670	70	Склон Slope	5	Южная South	Сухая солонцеватая степь Dry saline steppe	<i>A. desertorum</i> , <i>A. lerchiana</i> , <i>A. pauciflora</i> , <i>F. valesiaca</i> , <i>K. prostrata</i> , <i>T. achilleifolium</i>
9	Глубокий Glubokiy (Glb)	51.184022	54.458432	80	Склон Slope	20	Западная West	Сухая солонцеватая степь Dry saline steppe	<i>A. lerchiana</i> , <i>K. cristata</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>P. crispa</i>
10	Шаповалово Shapovalovo (Shp)	50.759919	55.549105	80	Склон Slope	15	Южная South	Сухая солонцеватая степь Dry saline steppe	<i>A. desertorum</i> , <i>A. lerchiana</i> , <i>Galatella tatarica</i> , <i>K. prostrata</i> , <i>P. crispa</i> , <i>S. sareptana</i>

Таблица 2. Изменчивость морфометрических признаков *Ornithogalum fischerianum*
Table 2. Variability of morphometric characteristics of *Ornithogalum fischerianum*

Средние значения морфометрических параметров Average values of morphometric parameters									
Ценопопуляция Coenopopulation	Высота ген. побега, см Height of generative shoot, cm	Диаметр ген. побега, см Diameter of generative shoot, cm	Число листьев, шт. Number of leaves, pcs.	Длина листа, см Leaf length, cm	Ширина листа, см Leaf width, cm	Число цветков на побег, шт. The number of flowers per shoot, pcs.	Диаметр цветка, см Flower dia- meter, cm	Длина соцветия, см Inflorescence length, cm	Диаметр соцветия, см Inflorescence diameter, cm
	Кластер I Cluster I								
Rsp	40.1 ± 0.98 ¹	0.4 ± 0.01	3.8 ± 0.10	19.9 ± 0.79	1.0 ± 0.03	21.4 ± 0.89	2.6 ± 0.07	13.4 ± 0.57	6.3 ± 0.31
Cv, %	12.2	14.5	13.2	19.9	17.7	20.9	13.3	21.3	24.3
Кластер II Cluster II									
Dmt	31.8 ± 0.83	0.3 ± 0.01	3.9 ± 0.11	20.5 ± 0.41	0.7 ± 0.02	13.6 ± 0.63	1.4 ± 0.03	9.8 ± 0.30	2.6 ± 0.12
Cv, %	13.0	17.4	14.6	10.1	12.6	23.2	11.0	15.3	23.1
Glb	37.9 ± 1.11	0.2 ± 0.01	3.8 ± 0.10	16.9 ± 0.42	0.6 ± 0.02	12.1 ± 0.53	2.0 ± 0.04	10.5 ± 0.52	2.8 ± 0.10
Cv, %	14.7	18.5	13.9	12.6	21.1	21.9	9.0	24.6	18.3
Dvp	35.0 ± 0.92	0.3 ± 0.02	3.5 ± 0.10	17.6 ± 0.47	0.6 ± 0.03	12.6 ± 0.54	2.1 ± 0.03	9.2 ± 0.35	2.6 ± 0.11
Cv, %	13.1	25.9	14.5	13.3	22.7	21.3	6.2	19.2	21.9
Zml	34.2 ± 0.85	0.3 ± 0.01	3.4 ± 0.10	17.9 ± 0.40	0.6 ± 0.02	10.6 ± 0.39	2.0 ± 0.02	9.0 ± 0.32	2.8 ± 0.11
Cv, %	12.5	15.4	14.6	11.3	17.2	18.3	5.2	17.9	19.6
Кластер III Cluster III									
Shp	37.6 ± 0.98	0.3 ± 0.01	4.1 ± 0.10	21.3 ± 0.58	0.8 ± 0.03	15.0 ± 0.92	2.1 ± 0.02	12.3 ± 0.81	6.3 ± 0.28
Cv, %	13.0	19.7	12.1	13.6	17.9	30.7	5.6	32.8	22.3
Irt	34.6 ± 1.05	0.3 ± 0.01	3.5 ± 0.10	16.7 ± 0.49	0.7 ± 0.03	17.5 ± 1.02	2.7 ± 0.05	14.0 ± 0.44	5.7 ± 0.17
Cv, %	15.2	18.5	14.7	14.7	21.0	29.2	9.5	15.7	14.5
Dng	37.5 ± 1.21	0.3 ± 0.01	3.5 ± 0.17	17.9 ± 0.43	0.6 ± 0.03	15.2 ± 0.65	2.4 ± 0.03	11.4 ± 0.53	6.6 ± 0.28
Cv, %	16.1	27.5	24.8	12.1	21.9	21.2	5.7	23.5	21.0
Gm	36.4 ± 0.75	0.3 ± 0.01	3.3 ± 0.10	17.3 ± 0.64	0.8 ± 0.02	13.7 ± 0.64	2.6 ± 0.05	11.1 ± 0.41	5.3 ± 0.16

Таблица 2. Окончание

Средние значения морфометрических параметров Average values of morphometric parameters									
Ценопопуляция Coenopopulation	Высота ген. побега, см Height of generative shoot, cm	Диаметр ген. побега, см Diameter of generative shoot, cm	Число листьев, шт. Number of leaves, pcs.	Длина листа, см Leaf length, cm	Ширина листа, см Leaf width, cm	Число цветков на побег, шт. The number of flowers per shoot, pcs.	Диаметр цветка, см Flower dia- meter, cm	Длина соцветия, см Inflorescence length, cm	Диаметр соцветия, см Inflorescence diameter, cm
Cv, %	10.3	12.2	14.3	18.5	13.6	22.0	10.3	18.4	15.4
Smr	32.3 ± 1.04	0.3 ± 0.01	3.1 ± 0.07	17.4 ± 0.46	0.8 ± 0.02	13.0 ± 0.77	2.4 ± 0.06	12.3 ± 0.54	5.6 ± 0.19
Cv, %	16.1	16.7	10.6	13.3	14.3	29.8	11.3	22.2	16.6
Сила влияния фактора местопо- бления, % The strength of the factor, %	55.5***	58.6***	16.3***	28.7***	51.3***	78.1***	10.5**	73.2***	59.0***

Примечание. ¹ Среднее значение и ошибка; Cv, % — коэффициент вариации, %; *** — влияние фактора достоверно при $p < 0.001$, ** — влияние фактора достоверно при $p < 0.01$.

Note. ¹ Mean and standard error; Cv, % — the coefficient of variation, %; *** — the influence of the factor is significant at $p < 0.001$, ** — the influence of the factor is significant at $p < 0.01$.

ценопопуляции на расстоянии 7.5 разделились на два кластера, один из которых представлен крупной ЦП Rsp (Рассыпное), выявленной в сообществе сбитой солонцеватой степи, расположенном на относительно выровненном участке в условиях небольшого антропогенного воздействия. Растения этой ЦП более мощные по габитусу, у них отмечаются максимальные величины большинства морфометрических параметров. Далее на расстоянии 6.4 ЦП разделились еще на два кластера. Кластер II объединил группу ценопопуляций с минимальными значениями по ряду признаков. На расстоянии 4.9 выделяется ЦП Dmt (Дмитровский), входящая в состав сообщества сухой солонцеватой степи на вершине холма, где отмечено самое низкое проективное покрытие и наименьшие значения высоты генеративного побега, диаметра цветка и диаметра соцветия исследуемого вида. В географически близко расположенных ЦП Glb (Глубокий), Dvp (Дивнополье), Zml (Землянский), входящих в состав сухих солонцеватых степных сообществ, особи *O. fischerianum* имеют минимальные величины таких параметров, как диаметр генеративного побега, число цветков, длина и диаметр соцветия. Кластер III, на расстоянии 6.2, объединил ЦП с высокими или средними значениями морфометрических параметров. В этой группе выделяется самая восточная и южная ЦП Shp (Шаповалово), где особи имеют высокие показатели по числу листьев, длине и ширине листа и ЦП Irt (Иртекские пески) в составе сильно сбитого степного сообщества на песках, с максимальным диаметром цветка, но минимальной длиной листа. Остальные ЦП — Dng (Донгуз), Grn (Горюн) и Smr (Самаркин), имеют средние показатели по всем морфометрическим параметрам. Таким образом, кластерный анализ выявил разделение ЦП *O. fischerianum* не по географическому положению, а по фенотипическим признакам.

По шкале значений коэффициента вариации все признаки обладают нормальной степенью изменчивости ($Cv = 5.2–32.8\%$), для большинства из них характерна «нижняя» норма варьирования ($Cv = 5.2–24.6\%$), реже отмечается «верхняя» норма ($Cv = 25.9–32.8\%$).

Для оценки фенотипического сходства ценопопуляций был использован дискриминантный анализ. Результаты анализа представлены на рисунке 4. Невысокие значения критерия λ Уилкса (0.035–0.051) и уровень достоверности ($p < 0.000$) указывают на статистическую значимость полученных результатов: высокое качество

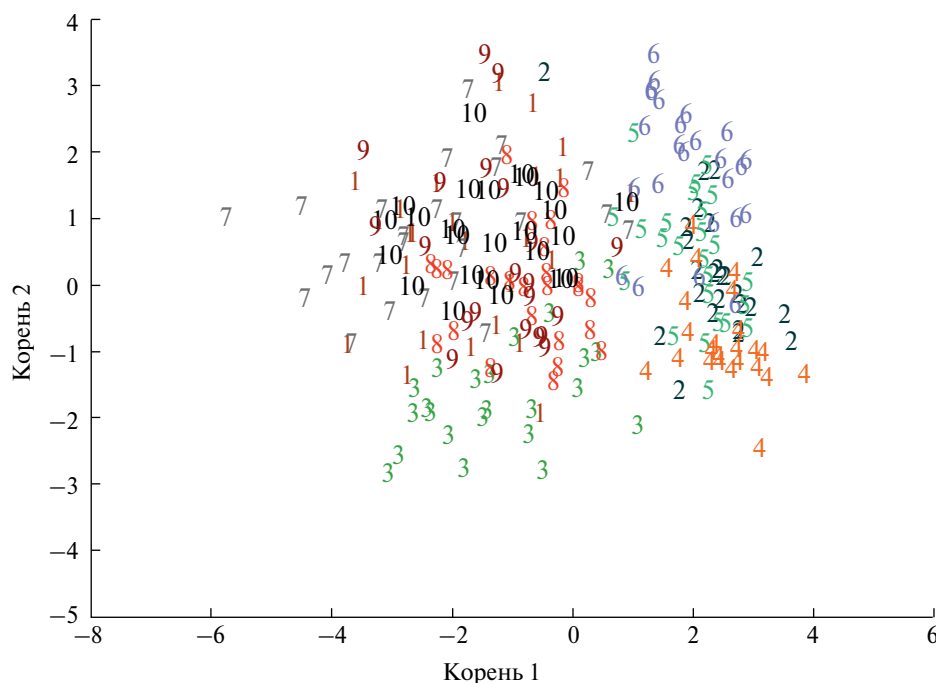


Рис. 4. Результаты дискриминантного анализа ценопопуляций *Ornithogalum fischerianum* по совокупности морфометрических признаков в пространстве первого и второго канонических корней (1—10 номера популяций, соответствующие табл. 1).

Fig. 4. Results of discriminant analysis of *Ornithogalum fischerianum* coenopopulations by the set of morphometric characters represented on the plane defined by the first two canonical roots (1—10 numbers of populations corresponding to Table 1).

дискриминации и надежность выделенных групп. По критерию Фишера наибольшее участие в разделении групп вносит такой признак, как диаметр соцветия ($F = 50.520$), наименьшее — диаметр цветка ($F = 1.893$).

Была оценена также фенотипическая дистанция между объектами или расстояние Махаланобиса. Согласно полученным данным, во всех ЦП особи имеют высокое морфоструктурное разнообразие, наибольшее наблюдается в ЦП Grn (30.2 ± 3.36), минимальное — в ЦП Rsp (4.8 ± 0.41). Проведенный анализ выявил фенотипическое сходство особей в ценопопуляциях, имеющих разное географическое расположение. Лишь единичные особи ЦП 3 (Rsp), 4 (Irt), 7 (Zml) и 9 (Glb) выбиваются из общего массива. В этих ЦП у растений наблюдаются максимальные или минимальные показатели по некоторым морфометрическим параметрам. На рисунке видно, что ни одна из популяций не занимает отдельное пространство. Можно отметить только, что географически близко расположенные ЦП 2, 4—6 образуют отдельное и более плотное облако в правой части рисунка, особи в них наиболее фенотипически сходны.

Одна из главных задач при оценке жизненности — это отбор признаков, являющихся показательными и удобными для измерения. По мнению Ю. А. Злобина [28], при выборе ключевых параметров следует отдавать предпочтение признакам экологически и биологически важным, наиболее вариабельным, вносящим наибольший вклад в главные компоненты, учитывая при этом их взаимосвязь друг с другом.

Для определения жизненности ЦП, после проведенных корреляционного и факторного анализов, выбраны следующие морфологические характеристики: число листьев, длина листа, число цветков, диаметр цветка и длина соцветия. Данный детерминирующий комплекс признаков, по нашему мнению, в полной мере характеризует развитие растений *O. fischerianum* и достаточен для описания виталитетной структуры изученных ЦП (табл. 3).

Во всех ЦП, за исключением ЦП Rsp, преобладали особи среднего класса виталитета (*b*). В ЦП Rsp доминировали особи высшего класса виталитета (*a*). Стоит отметить, что эта ЦП и при визуальной оценке значительно отличалась от остальных высотой растений, развитием соцветий и др. ЦП Rsp

Таблица 3. Характеристики жизненности и виталитетного типа ценопопуляций *Ornithogalum fischerianum*
Table 3. Characteristics of vitality and vitality type of *Ornithogalum fischerianum* coenopopulations

ЦП CP	Относительная частота размерных классов, % Relative frequency of vitality classes, %			Индекс виталитета популяции, <i>IVC</i> Population vitality index, <i>IVC</i>	Индекс I_Q , I_Q index	Индекс качества популяции, Q Quality of population, Q	Виталитетный тип ЦП Vitality type of CP
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>				
Rsp	60.0	40.0	0	1.2	50.0	50.0	Прцветающая Prosperous
Dmt	4.0	96.0	0	0.9	50.0	50.0	
Irt	32.0	60.0	8.0	1.1	5.7	46.0	
Shp	28.0	64.0	8.0	1.1	5.75	46.0	
Dng	4.0	84.0	12.0	1.0	3.7	44.0	
Grn	0	84.0	16.0	0.9	2.6	42.0	
Smr	12.0	72.0	16.0	0.9	2.6	42.0	
Dvp	4.0	72.0	24.0	0.9	1.6	38.0	
Glb	0	72.0	24.0	0.9	1.3	36.0	
Zml	0	60.0	40.0	0.9	0.7	30.0	Депрессивная Depressed

Примечание. *a* — особи высшего класса, *b* — особи среднего класса, *c* — особи низшего класса.

Note. Vitality class of individuals: *a* — high, *b* — intermediate, *c* — low.

произрастает в сбитой солонцеватой степи, условия которой, видимо, являются оптимальными для существования вида. В ЦП Zml доминируют особи низшего класса (*c*), особи с наилучшими показателями развития (*a*) отсутствуют. Эта ЦП произрастает в сухой солонцеватой степи на вершине холма, где уплотненная почва и сухость местообитания, а также наличие кустарников, по-видимому, мешают нормальному развитию особей.

Максимальным уровнем жизненности отличались ЦП Rsp, Irt, Shp и Dng, для которых индекс *IVC* был выше единицы или равен ей (табл. 3). Величины индекса в остальных ЦП варьировали в пределах 0.87—0.99. Несмотря на то, что в настоящее время большая часть этих ценопопуляций по величине индекса Q относится к процветающим, отсутствие в них особей высшего класса виталитета и низкое значение (<1) индекса *IVC*, свидетельствует о неоптимальных условиях для произрастания вида. Скорее всего, без дополнительных мер по охране и восстановлению, исследованные ЦП со временем могут перейти в депрессивное состояние.

Индекс размерной пластичности (*ISP*) *O. fischerianum* составляет 1.37, что согласуется с таковым для редких травянистых растений: в частности, *ISP* для *Tulipa gesneriana* L. равен 1.9, а для *Cephalantera rubra* (L.) Rich. — 1.31 [35].

Таким образом, оценка жизненного состояния ЦП *O. fischerianum* указывает на способность данного вида успешно адаптироваться к среде обитания и длительно существовать в районе исследования. Депрессивное состояние ЦП Zml свидетельствует о негативном влиянии уплотненной почвы и закустаренности местообитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные на территории Оренбургской обл. исследования ценопопуляций птицемлечника Фишера *Ornithogalum fischerianum* Krasch. (Hyacinthaceae) показали, что вид произрастает преимущественно в южных и юго-западных районах, в сухих пустынножитняково-лерхополынных, реже лерхополынно-ковыльковых (*Agropyron desertorum*, *Artemisia lercheana*, *Stipa lessingiana*, *Kochia prostrata*) степях на солонцеватых почвах, изредка на сбитых песчаных местообитаниях и на залежах.

Наибольшими значениями изученных морфометрических параметров отличается ЦП Рассыпное, находящаяся в более благоприятных для вида условиях местообитания (умеренно антропогенно нарушенная сбитая солонцеватая степь). Наименьшие величины морфометрических параметров выявлены в ЦП Дмитровский и Землянский, расположенных в сообществах на вершинах холмов,

где из-за уплотненной почвы и повышенной сухости местообитаний растения не могут нормально развиваться. Установлено статистически значимое влияние условий местообитания на большинство изучаемых морфометрических параметров особей *O. fischerianum*, уровень факторизации составил от 10 до 78%.

Результаты дискриминантного анализа показали, что особи в большинстве ЦП имеют довольно высокое морфоструктурное разнообразие. Наибольшее фенотипическое разнообразие наблюдается в ЦП Горюн, наименьшее — в ЦП Рассыпное. Исследованные ЦП *O. fischerianum*, на основе различий морфологических параметров особей, объединились в три кластера. Согласно результатам виталитетного анализа, все ЦП являются процветающими, кроме ЦП Землянский, которая отнесена к депрессивным.

В целом состояние обследованных ценопопуляций *O. fischerianum* достаточно стабильное. Разреженный травостой, по-видимому, благоприятен для возобновления вида. Особого внимания требуют только малочисленные ценопопуляции, для которых могут быть рекомендованы восстановительные, реинтродукционные мероприятия,

например, подсев семян из других, более благополучных ценопопуляций. Возможность проведения таких мероприятий должна быть исследована дополнительно. Тем не менее, поскольку вид представлен в основном небольшими локалитетами, необходим постоянный мониторинг его ценопопуляций, особенно в современных условиях, когда пастбищная нагрузка снизилась, и во многих местах наблюдается повышение участия в покрове дерновинных злаков и кустарников, которые неблагоприятно влияют на состояние ценопопуляций вида. Интродукционные испытания по введению *O. fischerianum* в культуру также могут способствовать его сохранению и стать источником семян и молодых растений для восстановления природных ценопопуляций.

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 № 122033100041-9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова Л. М., Широких П. С., Голованов Я. М., Крюкова А. В., Мустафина А. Н. 2019. К экологии редких степных ирисов на Южном Урале. — Вестник Томского университета. 48: 56—72.
<https://doi.org/10.17223/19988591/48/3>
2. Каримова О. А., Абрамова Л. М., Мустафина А. Н., Голованов Я. М. 2018. Состояние ценопопуляций *Anthemis trotskiana* (Asteraceae) в Оренбургской области. — Бот. журн. 103(6): 740—754.
<https://doi.org/10.1134/S0006813618060042>
3. Каримова О. А., Абрамова Л. М., Голованов Я. М. 2017. Анализ современного состояния популяций редких видов растений памятника природы Троицкие меловые горы. — Аридные экосистемы. 23(1): 51—59.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=29102377>
4. Мустафина А. Н., Абрамова Л. М., Каримова О. А. 2023. Онтогенез и структура популяций *Rindera tetraspis* Pall. (Boraginaceae) в Оренбургской области. — Аридные экосистемы. 29(4): 48—55.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=56573345>
5. Маевский П. Ф. 2014. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М. 635 с.
6. Агапова Н. Д. 1977. Род *Ornithogalum* L. — орнитогалум или птицемлечник. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. Л. С. 176—184.
7. Агапова Н. Д. 1979. Род Птицемлечник — *Ornithogalum* L. — В кн.: Флора Европейской части СССР. Т. 4. Л. С. 243—250.
8. Очирова К. С., Дорджиева В. И., Лиджиева А. Н. 2020. Анатомическое строение листьев представителей птицемлечника Фишера, произрастающих на территории Калмыкии. — В сб.: Сборник научных трудов студентов. Сборник статей. Элиста. С. 19—22.
9. Pigliucci M., Politi M. G., Bellincampi D. 1991. Implications of phenotypic plasticity for numerical taxonomy of *Ornithogalum montanum* (Liliaceae). — Can. J. Bot. 69(1): 34—38.
<https://doi.org/10.1139/b91-006>

10. Kariuki W., Kako S. 1999. Growth and flowering of *Ornithogalum saundersiae* Baker. — Sci. Hortic. (Amsterdam). 81(1): 57–70.
[https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00233-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00233-7)
11. Kwiatkowska M., Popłowska K., Kaźmierczak A., Stepiński D., Rogala K., Polewczyk K. 2007. Role of DNA endoreplication, lipotubuloids, and gibberellic acid in epidermal cell growth during fruit development of *Ornithogalum umbellatum*. — J. Exp. Bot. 58(8): 2023–2031.
<https://doi.org/10.1093/jxb/erm071>
12. Tang Y., Li N., Duan J.-A., Tao W. 2013. Structure, bioactivity, and chemical synthesis of OSW-1 and other steroidal glycosides in the genus *Ornithogalum*. — Chem. Rev. 113(7): 5480–5514.
<https://doi.org/10.1021/cr300072s>
13. Yin S., Sun Y.-J., Liu M., Li L.-N., Kong J.-Q. 2016. cDNA Isolation and Functional Characterization of UDP-d-glucuronic Acid 4-Epimerase Family from *Ornithogalum caudatum*. — Molecules. 21(11): 1505.
<https://doi.org/10.3390/molecules21111505>
14. Павлова М.А. 2010. Особенности формирования интродукционных популяций некоторых видов рода *Ornithogalum* L. в условиях юго-востока Украины. — Промышленная ботаника. 10: 90–95.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37315109>
15. Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А. 2009. Сезонная динамика накопления запасных веществ в луковичах *Scilla sibirica* и *Ornithogalum ponticum*. — Химия в интересах устойчивого развития. 17(4): 417–421.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=12834033>
16. Павлова М.А. 2011. Внутривидовая изменчивость морфологических признаков *Ornithogalum bellatum* L. в условиях Донецкого ботанического сада НАН Украины. — Промышленная ботаника. 11: 230–235.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=37315191>
17. Косарева Л.В., Ефремова Л.П., Окач М.А. 2020. Декоративные признаки птицемлечников в условиях климата республики Марий Эл. — Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 1—1(40): 14–17.
<https://doi.org/10.24411/2500-1000-2020-10003>
18. Глубишева Т.Н. 2021. Результаты интродукционных испытаний *Ornithogalum kochii* Parl. — Известия Горского государственного аграрного университета. 58(3): 161–165.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=46596812>
19. Крашенинников И.М. 1935. *Ornithogalum fischerianum* — Птицемлечник Фишера. — В кн.: Флора СССР. Т. 4. Л. С. 392–393.
20. Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 года. № 1034.
<https://adilet.zan.kz/rus/docs/P060001034>
21. Красная книга Самарской области. 2017. Т. 1. Редкие виды растений и грибов. Самара. 284 с.
22. Красная книга Челябинской области: животные, растения, грибы. 2017. М. 504 с.
<http://oort.aari.ru/ref/2226>
23. Красная книга Воронежской области. 2011. Том 1. Растения. Лишайники. Грибы. Воронеж. 472 с. <http://oort.aari.ru/ref/308>
24. Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А. 2012. Содержание некоторых групп соединений в подземных органах видов родов *Crocus*, *Gladiolus* (Iridaceae), *Scilla*, *Muscari*, *Ornithogalum* (Hyacinthaceae). — Раст. ресурсы. 48(3): 383–389.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=17823112>
25. Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А. 2015. Содержание некоторых групп соединений вегетативных органов *Ornithogalum bellatum* (Hyacinthaceae). — Вестник КрасГАУ. 4: 116–120.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=23676292>
26. Mimaki Y., Kuroda M., Sashida Y., Hirano T., Oka K., Dobashi A., Koshino H., Uzawa J. 1996. Three novels rearranged cholestane glycosides from *Ornithogalum saundersiae* bulbs and their cytostatic activities on leukemia HL-60 and MOLT-4 cells. — Tetrahedron Lett. 37(8): 1245–1248.
[https://doi.org/10.1016/0040-4039\(95\)02407-7](https://doi.org/10.1016/0040-4039(95)02407-7)
27. Chen Q.-W., Zhang X., Gong T., Gao W., Yuan S., Zhang P.-C., Kong J.-Q. 2019. Structure and bioactivity of cholestane glycosides from the bulbs of *Ornithogalum saundersiae* Baker. — Phytochemistry. 164: 206–214.
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2019.05.016>
28. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. 2013. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы. 439 с.
29. Злобин Ю.А. 2011. Редкие виды растений: флористический, фитоценотический и популяционный подход. — Журнал общей биологии. 72(6): 422–435.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=17676901>

30. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. 2012. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа. 488 с.
31. Голубев В. Н. 1962. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи. Тр. Центрально-черноземного заповедника им. В. В. Алехина. Воронеж. Вып. 7. 511 с.
32. Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М., Жирнова Т. В. 2005. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского гос. Заповедника. — Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология. 1: 85—98.
<http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?anum=162>
33. Зайцев Г. Н. 1990. Математика в экспериментальной биологии. М. 296 с.
34. Халафян А. А. 2008. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. М. 512 с.
35. Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. 2016. Особенности экологической стратегии *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida). — Поволж. экол. журн. 2: 209—221.
<https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-2-209-221>

Biology of *Ornithogalum Fischerianum* (Hyacinthaceae) in the Orenburg Region

©2024. A. N. Mustafina*, L. M. Abramova

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

*e-mail: alfverta@mail.ru

Abstract — The morphometric variability and vital state of the understudied ornamental species *Ornithogalum fischerianum* Krasch. (Hyacinthaceae) in 10 natural coenopopulations (CP) of the Orenburg Region were studied. It was found that the species prefers dry alkaline steppes, and is occasionally found in sandy habitats and fallows. The variability of all studied traits is within the species' reaction norms ($C_v = 5.7–32.8\%$). For most morphometric parameters, the highest values were determined in the Rassypnoye CP, and the lowest — in the Dmitrovsky and Zemlyansky CPs. The results of the discriminant analysis show the noticeable morphometric structural diversity of individuals in most CPs. The highest phenotypic diversity is observed in the Goryun CP, and the lowest in the Rassypnoye CP. The vitality type of most coenopopulations is prosperous, one coenopopulation is classified as depressive. It was found that the species does well in disturbed steppes, where there is no or reduced competition with large turf grasses, but soil compaction, on the contrary, negatively affects its growth and development. Despite the fair stability of most *O. fischerianum* coenopopulations, many of them are small, so further monitoring of the species' habitats is necessary.

Keywords: *Ornithogalum fischerianum*, ornamental species, Orenburg region, coenopopulation, morphometric parameters, variability, vitality

ACKNOWLEDGMENTS

The work was carried as part of research project “Biodiversity of natural systems and plant resources of Russia: assessment of the state and monitoring of dynamics, problems of conservation, reproduction, increase and rational use” within the framework of the state assignment of South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Scientific Centre of RAS No. 122033100041-9.

REFERENCES

1. Abramova L. M., Shirokikh P. S., Golovanov Ya. M., Kryukova A. V., Mustafina A. N. 2019. On the ecology of rare steppe irises in the South Urals. — Tomsk State University Journal of Biology. 48: 56—72.
<https://doi.org/10.17223/19988591/48/3> (In Russian)
2. Karimova O. A., Abramova L. M., Mustafina A. N., Golovanov Ya. M. 2018. State of coenopopulations of *Anthemis trozkiana* (Asteraceae) in Orenburg Region. — Bot. zhurnal. 103(6): 740—754.
<https://doi.org/10.1134/S0006813618060042> (In Russian)
3. Karimova O. A., Abramova L. M., Golovanov Ya. M. 2017. Analysis of the current status of populations of rare plant species of mature monument Troicky Chalk Mountains (Orenburg Region). — Arid Ecosyst. 7(1): 41—48.
<https://doi.org/10.1134/S2079096117010073> (In Russian)

4. Mustafina A. N., Abramova L. M., Karimova O. A. 2023. Ontogenesis and structure of population of *Rindera tetraspis* Pall. (Boraginaceae) in Orenburg Region. — Arid Ecosyst. 13(4): 412—418.
<https://doi.org/10.1134/S2079096123040091>
5. Maevsky P. F. 2014. [Flora of the central part of European Russia]. 11th ed. Moscow. 635 p. (In Russian)
6. Agapova N. D. 1977. [Genus *Ornithogalum* L. Ornamental herbaceous plants for open ground of the USSR]. Leningrad. P. 176—184. (In Russian)
7. Agapova N. D. 1979. [The genus *Ornithogalum* L.] — In: [Flora of the European part of the USSR. Vol. 4]. Leningrad. P. 243—250. (In Russian)
8. Ochirova K. S., Dordzhieva V. I., Lidzhieva A. N. 2020. [Anatomical structure of the leaves of *Ornithogalum fischerianum* growing in Kalmykia]. — In: [Collection of scientific papers of students]. Elista. P. 19—22.
9. Pigliucci M., Politi M. G., Bellincampi D. 1991. Implications of phenotypic plasticity for numerical taxonomy of *Ornithogalum montanum* (Liliaceae). — Can. J. Bot. 69(1): 34—38.
<https://doi.org/10.1139/b91-006>
10. Kariuki W., Kako S. 1999. Growth and flowering of *Ornithogalum saundersiae* Baker. — Sci. Hortic. (Amsterdam). 81(1): 57—70.
[https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00233-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00233-7)
11. Kwiatkowska M., Popłońska K., Kaźmierczak A., Stepiński D., Rogala K., Polewczyk K. 2007. Role of DNA endoreduplication, lipotubuloids, and gibberellic acid in epidermal cell growth during fruit development of *Ornithogalum umbellatum*. — J. Exp. Bot. 58(8): 2023—2031.
<https://doi.org/10.1093/jxb/erm071>
12. Tang Y., Li N., Duan J.-A., Tao W. 2013. Structure, bioactivity, and chemical synthesis of OSW-1 and other steroidal glycosides in the genus *Ornithogalum*. — Chem. Rev. 113(7): 5480—5514.
<https://doi.org/10.1021/cr300072s>
13. Yin S., Sun Y.-J., Liu M., Li L.-N., Kong J.-Q. 2016. CDNA isolation and functional characterization of UDP-d-glucuronic acid 4-epimerase family from *Ornithogalum caudatum*. — Molecules. 21(11): 1505.
<https://doi.org/10.3390/molecules21111505>
14. Pavlova M. A. 2010. Formation of introduction populations of some species of *Ornithogalum* L. genus. — Industrial Botany. 10: 90—95.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37315109> (In Russian)
15. Sedelnikova L. L., Kukushkina T. A. 2009. [Seasonal dynamics of the accumulation of the storage compounds in the bulbs of *Scilla sibirica* and *Ornithogalum ponticum*]. — Chemistry for Sustainable Development. 17(4): 417—421.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=12834033> (In Russian)
16. Pavlova M. A. 2011. Intraspecific variation of morphological characters of *Ornithogalum umbellatum* L. under conditions of Donetsk Botanical Garden of NAS of Ukraine. — Industrial Botany. 11: 230—235.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=37315191> (In Russian)
17. Kosareva L. V., Efremova L. P., Okach M. A. 2020. Decorative characteristics of *Ornithogalum* species in the climate of the Republic of Mari El. — International Journal of Humanities and Natural Sciences. 1—1(40): 14—17.
<https://doi.org/10.24411/2500-1000-2020-10003> (In Russian)
18. Glubsheva T. N. 2021. Results of introduction tests of *Ornithogalum kochii* Parl. — Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 58(3): 161—165.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=46596812> (In Russian)
19. Krashenninnikov I. M. 1935. *Ornithogalum fischerianum*. — In: Flora of the URSS. Vol. 4. Leningrad. P. 392—393. (In Russian)
20. [On the approval of the List of rare and endangered species of plants and animals. Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated October 31, 2006]. No. 1034.
https://adilet.zan.kz/rus/docs/P060001034_
21. [Red Book of the Samara Region. 2017. Vol. 1. Rare species of plants and fungi]. Samara. 284 p. (In Russian)
22. [Red Book of the Chelyabinsk region: animals, plants, fungi]. 2017. Moscow. 504 p.
<http://oopt.aari.ru/ref/2226> (In Russian)
23. [Red Book of the Voronezh Region. 2011. Vol. 1. Plants. Lichens. Fungi]. Voronezh. 472 p.
<http://oopt.aari.ru/ref/308> (In Russian)

24. Sedelnikova L. L., Kukushkina T. A. 2012. The content of some groups of compositions in the below-ground parts of *Crocus*, *Gladiolus* (Iridaceae), *Scilla*, *Muscari*, *Ornithogalum* (Hyacinthaceae). — *Rastitelnye Resursy*. 48(3): 383—389. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17823112> (In Russian)
25. Sedelnikova L. L., Kukushkina T. A. 2015. The content of some combination groups of the vegetative organs of *Ornithogalum bellatum* (Hyacinthaceae). — *The Bulletin of KrasGAU*. 4: 116—120. <https://elibrary.ru/item.asp?id=23676292> (In Russian)
26. Mimaki Y., Kuroda M., Sashida Y., Hirano T., Oka K., Dobashi A., Koshino H., Uzawa J. 1996. Three novels rearranged cholestane glycosides from *Ornithogalum saundersiae* bulbs and their cytostatic activities on leukemia HL-60 and MOLT-4 cells. — *Tetrahedron Lett.* 37(8): 1245—1248. [https://doi.org/10.1016/0040-4039\(95\)02407-7](https://doi.org/10.1016/0040-4039(95)02407-7)
27. Chen Q.-W., Zhang X., Gong T., Gao W., Yuan S., Zhang P.-C., Kong J.-Q. 2019. Structure and bioactivity of cholestane glycosides from the bulbs of *Ornithogalum saundersiae* Baker. — *Phytochemistry*. 164: 206—214. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2019.05.016>
28. Zlobin Yu. A., Sklyar V. G., Klimenko A. A. 2013. [Populations of rare plant species: theoretical foundations and methods of study]. Sumy. 439 p. (In Russian)
29. Zlobin Yu. A. 2012. Rare plant species: floristic, phytocenotic and population approaches. — *Biology Bulletin Reviews*. 2(3): 226—237. <https://doi.org/10.1134/S2079086412030073>
30. Mirkin B. M., Naumova L. G. 2012. [The current state of the basic concepts of vegetation science]. Ufa. 488 p. (In Russian)
31. Golubev V. N. 1962. [The fundamentals of biomorphology of herbaceous plants of the central forest-steppe]. 511 p. (In Russian)
32. Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M., Zhirnova T. V. 2005. [Life strategies of the *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. in the Bashkir State Nature Reserve]. — *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Ser. Biology*. 1: 85—98. <http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?anum=162> (In Russian)
33. Zaitsev G. N. 1990. *Mathematics in experimental biology*. Moscow. 296 p. (In Russian)
34. Khalafyan A. A. 2008. [STATISTICA 6. Statistical analysis of data]. 3rd ed. Moscow. 512 p. (In Russian)
35. Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. 2017. Some features of the environmental strategy of *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida). — *Biology Bulletin*. 44(12): 1237—1245. <https://doi.org/10.1134/S1062359017100053>