

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES

Научная статья

УДК 582.572.226:581.522.4(571.14)

DOI: 10.32516/2303-9922.2024.51.1

***Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. в коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН**

Людмила Владимировна Герасимович

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия, gerasimovitch77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1884-1206>

Аннотация. В статье представлены результаты исследования *Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. в условиях интродукции Центрального сибирского ботанического сада (ЦСБС). Растения имеют высокую вариабельность, что подтверждается широким диапазоном морфометрических показателей в культуре и в сравнении с растениями *in situ*. Растения в условиях ЦСБС крупнее, чем в природе, плоды образуют каждый год с высокой фактической семенной продуктивностью. Представители *T. patens* отрастают к 10 апреля, период цветения приходится на первые две декады мая. Реакция на изменения экологических факторов присутствует и подтверждается корреляционным анализом. Растения обладают высоким адаптационным потенциалом, что хорошо подтверждается нормальным цветением на следующий год после пересадки из *in situ* и непрерывным цветением в последующие годы. В культуре прегенеративный период составляет 4—5 лет. Вид имеет высокую оценку успешности интродукции.

Ключевые слова: *Tulipa patens*, фенология, изменчивость признаков, семенная продуктивность, адаптация, интродукция.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта «Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов» (ААА-А-А21-121011290025-2).

Для цитирования: Герасимович Л. В. *Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. в коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2024. № 3 (51). С. 6—20. URL: http://vestospu.ru/archive/2024/articles/51/1_51_2024.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2024.51.1.

Original article

***Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. in the collection of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS**

Lyudmila V. Gerasimovich

Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, gerasimovitch77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1884-1206>

© Герасимович Л. В., 2024

Abstract. The article presents the results of the study of *Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. in the conditions of the Central Siberian Botanical Garden (CSBG). The plants have high variability, which is confirmed by a wide range of morphometric parameters in the cultivar and in comparison with plants *in situ*. The plants in CSBG conditions are larger than in nature; they produce fruits every year with high actual seed productivity. The representatives of *T. patens* grow by April 10, the flowering period occurs in the first two decades of May. The response to environmental changes is noted and confirmed by correlation analysis. The plants have a high adaptive potential, which is well confirmed by normal flowering the next year after transplantation from *in situ* and continuous flowering in subsequent years. The pre-generative period of the cultivar is 4—5 years. The species is assessed as highly introductive.

Keywords: *Tulipa patens*, phenology, variability of characters, seed productivity, adaptation, introduction.

Acknowledgments. The research was carried out within the framework of the project “Analysis of biodiversity, conservation and restoration of rare and resource plant species using experimental methods” (AAAA-A21-121011290025-2).

For citation: Gerasimovich L. V. *Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. in the collection of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2024, no. 3 (51), pp. 6—20. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2024.51.1>.

Введение

Tulipa patens Agardh ex Schult. & Schult. fil. является одним из уникальных видов тюльпанов благодаря своему ареалу распространения, который захватывает север Азии и юг Сибири. Объект малоизучен, но есть работы, посвященные исследованию его генетической изменчивости [12; 17], дана оценка состояния ценопопуляции и опубликованы результаты других популяционных исследований тюльпана [7; 13; 14], изучена внутри- и межпопуляционная изменчивость морфологических признаков [15].

В работе [6] представлена сравнительная характеристика некоторых отличий растений из Казахстана от растений из Алтайского края. В данной статье мы детально рассмотрим ритмологические, морфометрические и репродуктивные особенности изучаемого объекта под влиянием климатических условий региона-реципиента на примере растений, привезенных из Казахстана в 2014 г.

Материалы и методы

Вид *T. patens* включен в коллекцию ЦСБС СО РАН (УНУ № USU 440534). 20 генеративных растений привезены с севера Казахстана (47°50' N, 80°33' E; 47°49' N, 80°33' E), где они произрастают в каменистых степях. Данная территория характеризуется резко континентальным климатом, как правило, с жарким умеренно сухим летом и холодной снежной зимой. Климат напрямую зависит от движения воздушных масс. Резкие перепады суточных температур от минус 7 до плюс 22 °С весьма характерны для периода цветения тюльпанов в апреле. На экспериментальном коллекционном участке ЦСБС (*ex situ*) растения произрастают на суглинисто-песчаных почвах, климат резко континентальный, с резкими колебаниями сезонных и суточных температур. Безморозный период не более 150 дней. Весна продолжительная с заморозками в мае и редко в июне. Годовая амплитуда температур может достигать 90 °С. Снежный покров до 70 см, снег сходит до 10 апреля. Годовое количество осадков за вегетационный период составляет 330 мм. Растения произрастают на экспериментальном участке без выкапывания, агротехника заключается в регулярной прополке от сорняков. Семена, полученные с интродуцентов, сеяли здесь же на участке в сентябре, рядковым способом, на глубину 1 см.

Для исследования использовались методики по фенологическому наблюдению [1] и по оценке успешности интродукции [8], которая основана на интенсивности плодоношения, динамике численности особей, размерах надземной части растений, устойчивости к болезням и вредителям, а также зависит от длительности выращивания в культуре.

При описании морфометрических признаков тюльпанов следует учесть, что их нижний лист имеет стеблеобъемлющий черешок, берущий начало в луковиче, поэтому за

нижнее междоузлие принималось расстояние от поверхности почвы до нижней листовой пластинки.

Семенная продуктивность зрелых плодов определялась с использованием методики [4]. Изучались: ПСП — потенциальная семенная продуктивность (число семязачатков), ФСП — фактическая семенная продуктивность (число семян), ПС — процент семинификации (процент завязавшихся семян):

$$\text{ПС} = \text{ФСП} / \text{ПСП} \times 100\%.$$

Статистическая обработка проводилась по методикам Б. А. Доспехова [9] и Г. Н. Зайцева [10]. Подсчитывали среднее арифметическое значение признака (\bar{x}), ошибку средней ($S_{\bar{x}}$), коэффициент вариации (V (%)), коэффициент корреляции (r).

Результаты и их обсуждение

Интродуцированные растения в условиях коллекции высотой 11—42 см (рис. 1, А). Луковицы высотой 2,0—2,5 см и диаметром 1,5—2,0 см, покровная чешуя золотисто-коричневая (рис. 1, С).

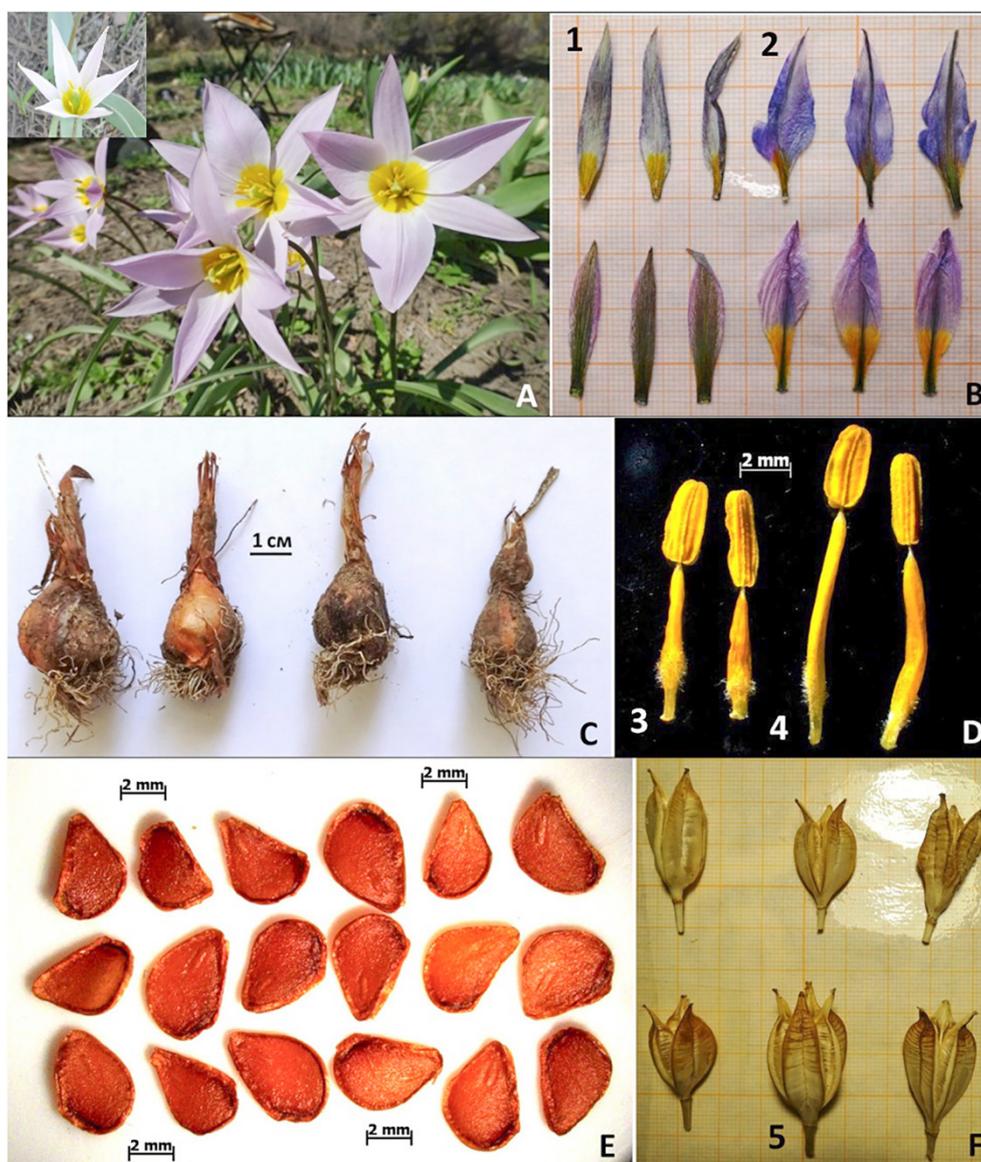


Рис. 1. *Tulipa patens* в условиях *ex situ* (коллекция ЦСБС). А — цветущее растение; В — листочки околоцветника: 1 — наружного круга, 2 — внутреннего круга; С — луковицы; D — тычинки: 3 — наружного круга, 4 — внутреннего круга; E — семена; F — плоды: 5 — плод из четырех плодолистиков

Листья сближены книзу, в количестве 2—3, верхний — слабо отогнутый, нижние — сильно отогнутые и лежат на поверхности почвы, линейные, длиной 8,5—25,8 см и шириной 0,3—2,1 см, на конце башлычок фиолетово покрашенный. Цветоносы 5—32 см длиной. Соцветие из 1—2 цветков звездчатой формы, листочки околоцветника от почти белого до ярко-сиреневого цвета, дно цветка имеет ярко-желтый окрас. В основном листочки околоцветника с ровными краями, но встречаются особи, у которых края листочков фигурные (рис. 1, В). Листочки наружного круга с зеленоватым прокрасом по спинке, значительно уже внутренних, 1,7—4,1 см длиной и 0,5—0,7 см шириной. Листочки внутреннего круга с узкой серо-зеленой полоской на спинке, 2,2—3,9 см длиной и 0,7—1,1 см шириной (рис. 1, В). Тычинки ярко-желтые (рис. 1, D). Пыльники 0,38—1,0 см длиной и 0,14—0,2 см шириной. Тычиночные нити 0,5—1,2 см длиной, внизу имеют опушение, нити у тычинок внутреннего круга длиннее, чем наружного. Завязь слабо-зеленая со слабо выраженным столбиком, рыльце почти без цвета.

Коробочка 1,2—2,8 см длиной и 1,1—1,5 см шириной, карпофор длиной 0,7—0,8 см (рис. 1, F). Околоплодник хрупкий, створки открываются вдоль всей длины коробочки. Семена треугольной формы (одна сторона закругленная), коричневые, с видимым зародышем, 0,33—0,56 см длиной и 0,23—0,43 см шириной (рис. 1, E). Семенная продуктивность в условиях ЦСБС составляет в среднем 43%, а коэффициент размножения дочерними луковицами — 1, редко 0,5.

Фенология

Растения *T. patens* в условиях коллекции ЦСБС проходят полный фенологический цикл развития, заканчивающийся успешным плодоношением.

Полученные по результатам исследования графики феноспектров с 2015 по 2023 г. (рис. 2) показывают ровное начало вегетации, которое чаще происходит 10 апреля, на 4—5-й день после схода снега. 2015 г. был исключением, так как этот год являлся следующим после посадки луковиц, привезенных из Казахстана. Период бутонизации имеет широкий диапазон — от 13 до 30 дней. Декоративный период цветения чаще всего приходится на первые две декады мая. В таблице 1 даны показатели некоторых эко-факторов, характерные для начала фенофаз. Так, например, цветение начинается при средних температурах от 6 до 18 °С, при сумме положительных температур не меньше 120 °С, что составляет примерно 8 солнечных дней. Нужно отметить четкое разделение показателей сумм температур выше нуля, что подтверждает значительный контроль этим параметром сроков наступления фенофаз.

Таблица 1

Некоторые характеристики начальных этапов фенофаз у *Tulipa patens* в условиях *ex situ*, коллекция ЦСБС

Параметр	Начало фенофазы			
	отрастания	бутонизации	цветения	плодоношения
Средняя температура, °С	-1,3 ... +3,3	+2,5 ... +7,3	+6,4 ... +18,3	+9,6 ... +17,8
Сумма температур выше нуля, °С	6—33	19—123	123—237	245—455
Сумма солнечных дней	2—8	4—18	8—23	16—33

Длительность цветения определяет тип фенофазы — короткие (до 10 дней), средние (10—15 дней) и длительные (16—20 дней) (рис. 3).

Путем сравнения гидротермических характеристик выбранных модельных спектров (табл. 2) было установлено, что короткий период отличается отсутствием отрицательных температур и высокими показателями максимальных суточных температур.

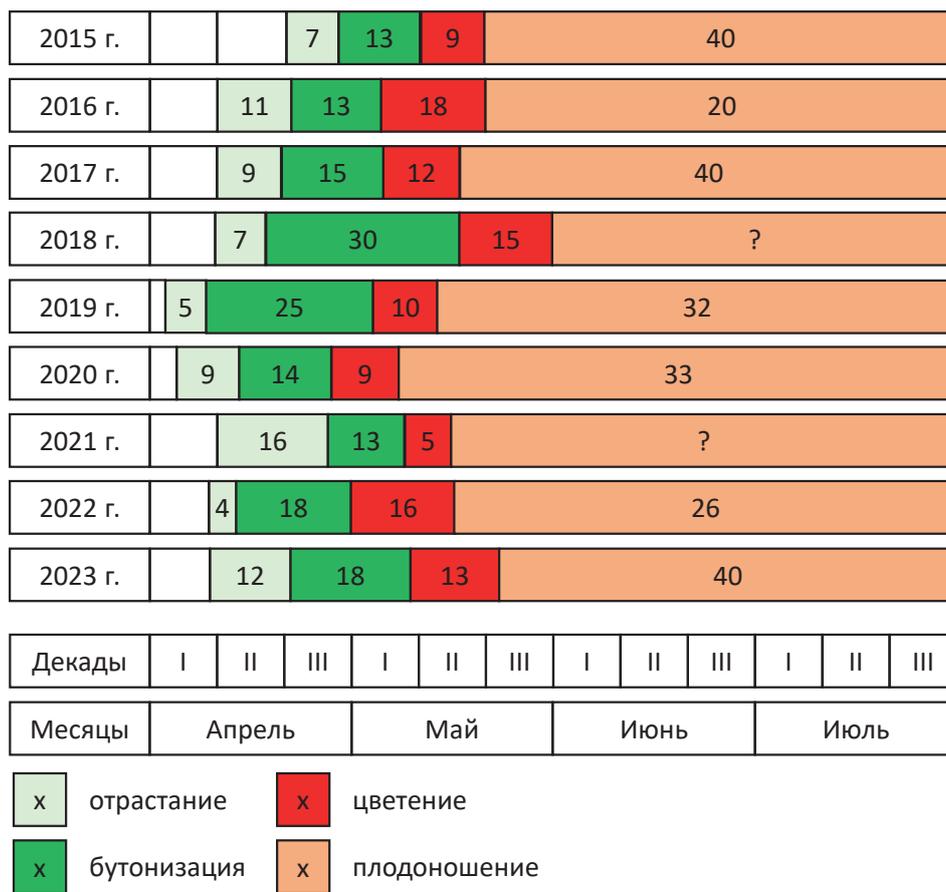


Рис. 2. Феноспектры для *Tulipa patens* по годам в условиях *ex situ* (коллекция ЦСБС). х — количество дней, ? — момент раскрытия коробочек не зафиксирован

Таблица 2

Температурный диапазон разных по длительности периодов цветения *Tulipa patens* в условиях *ex situ*, коллекция ЦСБС

Диапазон температур	2021 год	2019 год	2016 год
	короткий	средний	длительный
min	+1,6 ... +11,0	-4,8 ... +9,1	-3,7 ... +12,4
max	+18,9 ... +22,5	+13,7 ... +28,0	+3,1 ... +25,4

Длительный период имеет отрицательные температуры и минимальные суточные температуры, которые лежат в диапазоне от минус 5 до плюс 5 °С, а также отличается наличием значительного количества осадков. По показателям средних температур отмечено, что длительный период характеризуется диапазоном средних температур от плюс 2 до плюс 17 °С, средний — от плюс 5 до плюс 18 °С, а короткий — от плюс 11 до плюс 17 °С. Общий температурный диапазон для короткого периода составляет 21° (от плюс 2 °С до плюс 23°С); для среднего — 33° (от минус 5 до плюс 28 °С); для длительного — 29° (от минус 4 до плюс 25 °С). При равных термических условиях длительный период отличался от среднего наличием осадков, которые значительно повлияли на продолжительность цветения.

Изменчивость морфологических признаков

Морфометрические признаки растений *T. patens* характеризуются значительной изменчивостью, что наглядно представлено в таблице 3, где приводятся метрические дан-

ные и статистический анализ по морфологическим критериям за 6 лет непрерывных наблюдений. По шкале, предложенной Г. Н. Зайцевым [10], от 5 до 44 — нормальное варьирование признака, 45—64 — значительное, выше 105 — аномальное.

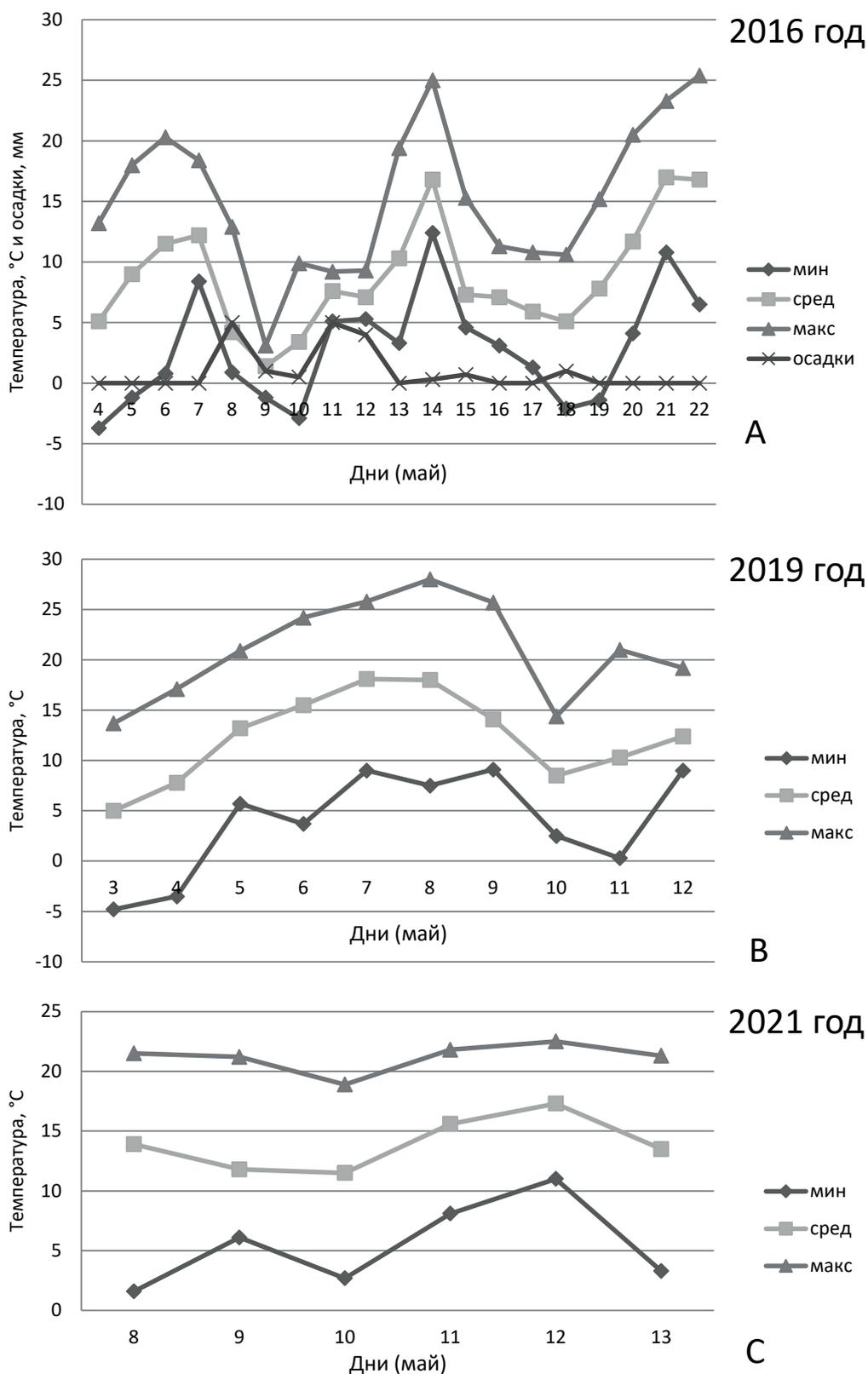


Рис. 3. Температура и количество осадков для фазы цветения *Tulipa patens* в условиях *ex situ* (коллекция ЦСБС) на примере модельных периодов. Периоды цветения: А — длительный, В — средний, С — короткий

Большинство признаков имеют нормальное варьирование. Значительное варьирование наблюдалось у показателей длины междоузлий с 2020 по 2023 г. В 2021 г. значение нижнего междоузлия равно нулю, так как листья отходили от стебля на уровне почвы и, как следствие, наблюдалась аномальная вариабельность длины нижнего междоузлия. Значительной вариабельностью обладали и такие признаки, как ширина верхнего листа за последние четыре года и длина тычиночной нити в 2023 г. Нормальным характером варьирования всех признаков отличаются 2018 и 2019 гг.

Таблица 3

Морфометрические характеристики вегетативно-репродуктивного побега *Tulipa patens* при интродукции (г. Новосибирск, ЦСБС СО РАН) (2018—2023 гг.)

Признак	$x \pm S_x$	$V(\%)$	min-max
2018 год			
Длина растения, см	26,8±2,5	28	19,0—37,5
Длина цветоноса, см	15,8±1,8	34	8,5—24,0
Длина верхнего листа, см	17,0±1,2	20	11,6—24,3
Ширина верхнего листа, см	1,0±0,1	31	0,5—1,5
Длина среднего листа, см	—	—	16,6
Ширина среднего листа, см	—	—	1,1
Длина нижнего листа, см	20,3±0,9	13,3	17,4—25,8
Ширина нижнего листа, см	1,4±0,1	28	0,7—1,9
Длина нижнего междоузлия, см	—	—	4
Длина среднего междоузлия, см	3,4±0,4	38	0,4—4,6
Длина верхнего междоузлия, см	—	—	4
Длина листочков наружного круга, см	3,6±0,2	16	2,8—4,7
Ширина листочков наружного круга, см	0,90±0,04	12	0,7—1,1
Длина листочков внутреннего круга, см	3,6±0,2	15	2,9—4,5
Ширина листочков внутреннего круга, см	1,7±0,1	10	1,5—1,9
Длина тычинки, см	1,5±0,1	17	1,2—1,8
Длина пыльника, см	0,45±0,02	11	0,4—0,5
Длина тычиночной нити, см	1,0±0,1	27	0,7—1,4
2019 год			
Длина растения, см	20,6±2,1	21	15,0—25,0
Длина цветоноса, см	16,0±1,7	22	11,5—20,0
Длина верхнего листа, см	15,0±0,4	5	14,0—16,0
Ширина верхнего листа, см	0,8±0,1	29	0,6—1,0
Длина среднего листа, см	—	—	—
Ширина среднего листа, см	—	—	—
Длина нижнего листа, см	17,5±0,8	9	16,0—19,5
Ширина нижнего листа, см	1,1±0,1	22	1,0—1,5
Длина нижнего междоузлия, см	—	—	—
Длина среднего междоузлия, см	2,5±0,2	16	2,0—3,0
Длина верхнего междоузлия, см	—	—	—
Длина листочков наружного круга, см	2,7±0,1	24	1,7—4,1
Ширина листочков наружного круга, см	0,50±0,02	17	0,4—0,7
Длина листочков внутреннего круга, см	2,8±0,1	17	2,2—3,9
Ширина листочков внутреннего круга, см	0,90±0,02	11	0,7—1,1

Признак	$x \pm S_x$	V (%)	min-max
Длина тычинки, см	1,40±0,05	17	0,9—1,8
Длина пыльника, см	0,50±0,02	21	0,4—0,7
Длина тычиночной нити, см	0,80±0,03	21	0,5—1,1
2020 год			
Длина растения, см	31,5±2,2	22	20,5—42,0
Длина цветоноса, см	24,2±2,2	28	12,5—32,0
Длина верхнего листа, см	17,8±1,3	23	10,6—22,0
Ширина верхнего листа, см	1,1±0,2	58	0,3—1,8
Длина среднего листа, см	18,4±1,4	13	16,2—21,0
Ширина среднего листа, см	1,0±0,2	35	0,8—1,4
Длина нижнего листа, см	20,7±1,3	20	11,0—23,7
Ширина нижнего листа, см	1,5±0,1	27	1,0—2,1
Длина нижнего междоузлия, см	2,9±0,4	33	1,5—4,0
Длина среднего междоузлия, см	3,0±0,3	24	2,0—4,0
Длина верхнего междоузлия, см	2,5±0,6	46	1,5—3,5
Длина листочков наружного круга, см	3,3±0,2	16	2,5—4,0
Ширина листочков наружного круга, см	0,60±0,03	10	0,5—0,6
Длина листочков внутреннего круга, см	3,3±0,2	14	2,6—3,7
Ширина листочков внутреннего круга, см	1,1±0,1	26	0,8—1,5
Длина тычинки, см	1,4±0,1	16	1,0—1,7
Длина пыльника, см	0,50±0,02	12	0,4—0,5
Длина тычиночной нити, см	0,9±0,1	23	0,6—1,2
2021 год			
Длина растения, см	20,9±1,4	22	15,0—28,0
Длина цветоноса, см	13,0±1,0	25	9,0—20,0
Длина верхнего листа, см	14,2±1,1	25	9,0—18,0
Ширина верхнего листа, см	0,7±0,1	57	0,3—1,6
Длина среднего листа, см	15,2±1,2	22	11,8—20,0
Ширина среднего листа, см	0,9±0,1	33	0,6—1,5
Длина нижнего листа, см	17,3±1,0	18	14,0—21,0
Ширина нижнего листа, см	1,2±0,1	30	0,8—2,0
Длина нижнего междоузлия, см	1,0±0,5	110	0,0—2,0
Длина среднего междоузлия, см	3,0±0,7	48	2,0—5,0
Длина верхнего междоузлия, см	3,3±0,4	33	2,0—5,0
Длина листочков наружного круга, см	3,4±0,1	11	2,9—4,0
Ширина листочков наружного круга, см	0,80±0,05	21	0,4—1,0
Длина листочков внутреннего круга, см	3,6±0,1	9	3,0—4,0
Ширина листочков внутреннего круга, см	1,5±0,1	15	1,2—2,0
Длина тычинки, см	1,2±0,05	20	0,9—1,6
Длина пыльника, см	0,45±0,02	17	0,4—0,7
Длина тычиночной нити, см	0,70±0,05	33	0,4—1,1
2022 год			
Длина растения, см	19,1±1,3	20	11,4—23,5
Длина цветоноса, см	11,8±1,3	32	5,0—18,0

Признак	$x \pm S_x$	V (%)	min-max
Длина верхнего листа, см	14,4±0,9	18	8,5—16,3
Ширина верхнего листа, см	0,6±0,1	49	0,3—1,0
Длина среднего листа, см	16,1±0,9	13	14,0—18,5
Ширина среднего листа, см	1,0±0,1	23	0,6—1,2
Длина нижнего листа, см	18,1±0,6	9	15,0—20,0
Ширина нижнего листа, см	1,3±0,2	37	0,6—2,0
Длина нижнего междоузлия, см	1,8±0,5	50	1,0—2,6
Длина среднего междоузлия, см	2,7±0,4	35	1,0—4,0
Длина верхнего междоузлия, см	2,0±0,4	55	1,0—3,8
Длина листочков наружного круга, см	2,9±0,1	10	2,2—3,0
Ширина листочков наружного круга, см	—	—	0,9
Длина листочков внутреннего круга, см	—	—	3,0
Ширина листочков внутреннего круга, см	1,7±0,1	10	1,5—1,8
Длина тычинки, см	—	—	—
Длина пыльника, см	—	—	—
Длина тычиночной нити, см	—	—	—
2023 год			
Длина растения, см	22,0±0,9	17	13,3—30,5
Длина цветоноса, см	13,0±0,7	23	7,0—21,5
Длина верхнего листа, см	16,1±0,7	19	9,0—19,9
Ширина верхнего листа, см	0,9±0,1	40	0,3—1,5
Длина среднего листа, см	16,1±1,4	20	12,0—20,0
Ширина среднего листа, см	1,0±0,1	15	0,8—1,2
Длина нижнего листа, см	18,9±0,7	15	11,0—23,5
Ширина нижнего листа, см	1,3±0,1	20	1,0—1,9
Длина нижнего междоузлия, см	2,2±0,2	41	1,0—4,5
Длина среднего междоузлия, см	3,9±0,2	10	3,3—4,3
Длина верхнего междоузлия, см	3,1±0,2	28	1,5—4,5
Длина листочков наружного круга, см	3,5±0,1	14	2,5—4,1
Ширина листочков наружного круга, см	1,1±0,1	31	0,5—1,7
Длина листочков внутреннего круга, см	3,9±0,2	16	2,9—4,4
Ширина листочков внутреннего круга, см	0,80±0,04	19	0,6—1,1
Длина тычинки, см	1,5±0,1	19	1,1—1,9
Длина пыльника, см	0,7±0,1	23	0,6—1,0
Длина тычиночной нити, см	0,8±0,1	45	0,5—1,3

Проведенный корреляционный анализ между показателями морфологических признаков и экологических факторов (табл. 4 и 5) показывает:

- 1) от суммы температур прямо зависят длина и ширина среднего листа (0,72 и 0,75);
- 2) от количества солнечных дней наблюдается значительная обратная зависимость высоты растения (−0,67), длины и ширины верхнего листа (−0,78 и −0,81), длины среднего листа (−0,96), тычинки (−0,71), число листьев и цветков напрямую зависит от показателей предыдущего года;

3) количество осадков значительно и напрямую влияет на длину и ширину среднего листа (0,67 и 0,99); наблюдается обратная зависимость для числа листьев и цветков (–0,63 и –0,75).

Таблица 4

Показатели экологических факторов за 2016—2023 гг., ЦСБС

Параметры	Год (с 01.04 по 20.10)							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Экологические*								
Сумма температур выше нуля °С	2706 (539)	2568 (557)	2472 (346)	2564 (451)	2829 (741)	2560 (559)	2689 (635)	2768 (457)
Сумма солнечных дней	80 (16)	73 (26)	86 (21)	92 (35)	73 (31)	86 (37)	93 (40)	80 (29)
Количество осадков	261 (66)	350 (53)	333 (103)	298 (55)	349 (62)	271 (36)	180 (20)	260 (13)

* — в скобках указано количество за время вегетации (апрель — май).

Таблица 5

Корреляционная зависимость морфометрических признаков генеративных побегов *Tulipa patens* от экологических параметров в условиях *ex situ*, коллекция ЦСБС

Морфометрические признаки	Экологические параметры		
	Сумма температур выше нуля °С	Сумма солнечных дней	Сумма осадков, мм
1. Высота растения, см	0,26	–0,67	0,58
2. Длина цветоноса, см	0,43	–0,42	0,47
3. Длина верхнего листа, см	0,07	–0,78	0,57
4. Ширина верхнего листа, см	–0,01	–0,81	0,59
5. Длина среднего листа, см	0,72	–0,96	0,67
6. Ширина среднего листа, см	0,75	–0,30	0,99
7. Длина нижнего листа, см	0,17	–0,60	0,48
8. Ширина нижнего листа, см	0,36	–0,47	0,35
9. Число листьев	0,49	0,89	–0,63
10. Число цветков	0,27	0,70	–0,75
11. Длина листочков околоцветника, см	–0,20	–0,57	0,21
12. Длина тычиночной нити, см	–0,25	–0,31	0,54
13. Длина тычинки, см	–0,41	–0,71	0,27
14. Длина пыльника, см	–0,03	–0,30	–0,41

В таблице 6 приведены сравнительные данные по метрическим параметрам растений *ex situ* в условиях коллекции ЦСБС, растений в природе и в культуре в Ташкентском ботаническом саду. Следует отметить увеличение размеров вегетативной части генеративного побега и околоцветника, а также длины пыльников и плодов у растений, интродуцируемых в ЦСБС, увеличение высоты генеративного побега происходит за счет увеличения цветоноса.

Таблица 6

Сравнительный анализ морфометрических признаков у *Tulipa patens ex situ* и *in situ*

Параметр	<i>ex situ</i>	<i>in situ</i> *	<i>ex situ</i> **
Высота растения, см	11,0—42,0	10,0—25,0	до 30,0
Длина цветоноса, см	5,0—32,0	—	10,0—25,0
Длина верхнего листа, см	8,5—24,3	—	до 22,0

Параметр	<i>ex situ</i>	<i>in situ</i> *	<i>ex situ</i> **
Ширина верхнего листа, см	0,3—1,8	—	до 0,7
Длина нижнего листа, см	14,0—25,8	—	до 24,0
Ширина нижнего листа, см	0,6—2,1	0,4—1,0	до 1,7
Число листьев	2—3	2—3	2—4
Число цветков	1—2	1—3	1—3
Длина околоцветника, см	2,2—4,7	1,5—3,5	до 4,5
Длина пыльника, см	0,4—1,0	0,3—0,4	до 0,6
Длина тычиночной нити, см	0,5—1,2	—	1,2
Длина плода, см	1,2—2,8	2,0—3,6	2,5
Ширина плода, см	1,1—1,5	до 1,5	1,0

Примечание: *ex situ* — в культуре ЦСБС; *in situ** — в природе [5; 11; 16]; *ex situ*** — в культуре Ботанического сада г. Ташкента [2].

Семенная продуктивность

В последние годы образование и созревание плодов *T. patens* в условиях *ex situ* наблюдается у 100% растений, но при этом образование полноценных семян (ПС) составляет от 7 до 76% от ПСП (табл. 7). Всхожесть семян в открытом грунте значительно колеблется (от 2 до 61%) в течение пяти лет.

Таблица 7

Семенная продуктивность и ее реализация у *Tulipa patens*

Показатель		Год						
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ПСП	<i>x</i>	172	212	197	195	179	236	165
	<i>V</i> (%)	5	28	32	15	19	31	28
ФСП	<i>x</i>	60	90	96	93	70	116	70
	<i>V</i> (%)	85	37	43	56	54	35	54
ПС	min	7	30	26	7	11	34	10
	medium	34	42	48	46	38	49	42
	max	64	60	72	76	64	61	69
Число проростков		5	152	158	55	460		
Всхожесть семян, %		2	19	16	6	61		

Примечание. ПСП — потенциальная семенная продуктивность, ФСП — фактическая семенная продуктивность, ПС — процент семинификации. *x* — среднее арифметическое значение признака, *V* (%) — коэффициент вариации.

В определении морфологических особенностей, характерных для растений *Tulipa patens*, большую роль играют их метрические характеристики. На изменчивость признаков указывают результаты статистической обработки метрических данных семян (табл. 8). Для семян *Tulipa patens* соотношение длины семени к длине зародыша лежит в диапазоне 1,9—5,5. Коэффициент вариации с нормальным варьированием, самой высокой вариабельностью обладает длина зародыша. Высокие показатели варьирования указывают на разнокачественность семян, что, в свою очередь, по данным В. Н. Былова и И. А. Ивановой [3], влияет на их всхожесть.

Коэффициент корреляции между размерами семян и их зародышей высчитывался для каждого плода отдельно. Как показано в таблице 8, коэффициент имеет достаточ-

но широкий диапазон. Он изменчив не только по годам, но и между плодами за один год. Только в 2019 г. наблюдалась стабильная зависимость длины семени от его ширины (0,53—0,88), в остальных случаях зависимость носила единичный характер или отсутствовала. Низкие показатели коэффициентов корреляции дополнительно указывают на независимость развития зародыша от количества эндосперма при созревании семян. То есть предположение о том, что чем больше в семени эндосперма, тем больше должен быть зародыш, для *Tulipa patens* не подтверждается.

Таблица 8

Морфометрические характеристики зрелых семян у *Tulipa patens*

Параметр	Год	$x \pm S_x$	V (%)	min–max	r	
Длина семян, мм	2019	4,90±0,05	12	3,3–5,6	1	0,53—0,88
	2020	5,100±0,004	9	4,0–6,3		0,16—0,66
	2021	5,70±0,02	6	4,8–6,4		0,02—0,56
Ширина семян, мм	2019	3,50±0,04	11	2,4–4,3	2	0,08—0,71
	2020	3,800±0,003	9	2,9–4,6		0,09—0,50
	2021	3,90±0,02	8	3,2–4,9		–0,22—0,32
Длина зародышей, мм	2019	1,80±0,03	14	0,9–2,7	3	–0,01—0,66
	2020	1,800±0,002	13	1,2–2,3		0,25—0,44
	2021	1,70±0,01	16	1,0–2,4		–0,43—0,22
Соотношение длины семени к длине зародыша	2019	2,60±0,03	11	1,9–4,5		
	2020	2,80±0,04	15	2,0–4,2		
	2021	3,50±0,03	17	2,3–5,5		

Примечание: x — среднее арифметическое значение признака, S_x — ошибка средней, V (%) — коэффициент вариации, r — коэффициент корреляции: 1 — длина к ширине у семян, 2 — длина семени к длине зародыша, 3 — ширина семени к длине зародыша.

Выращенные из семян растения, посеянные в 2017 и 2018 гг., впервые зацвели одновременно в 2022 г., следовательно, прегенеративный период в условиях региона-реципиента составил 4—5 лет. Генеративные растения первого года цветения значительно отличаются размерами от генеративных растений второго года цветения (табл. 9). Так, высота растений первого года цветения в два раза ниже, чем растений второго года цветения, за счет низкого цветоноса и коротких междоузлий. У первых растений листья верхней и средней формаций вдвое уступают в размере листьям у вторых, в отличие от листьев нижней формации. Длина околоцветника первых растений на 0,5—1,0 см меньше, чем у вторых. На второй год цветения морфометрические параметры соответствуют растениям-интродуцентам.

Таблица 9

Морфометрическая характеристика генеративных растений *Tulipa patens* первого года и второго года цветения в коллекции ЦСБС

Параметр	Год	
	2022 (первое цветение)	2023 (второе цветение)
Длина растения, см	10,0—16,0	17,0—26,7
Длина цветоноса, см	5,5—8,5	10,5—17,5
Длина верхнего листа, см	7,0—10,0	8,7—14,0
Ширина верхнего листа, см	0,3—0,5	0,5—1,0
Длина среднего листа, см	9,5	13,5
Ширина среднего листа, см	1,8	0,8

Параметр	Год	
	2022 (первое цветение)	2023 (второе цветение)
Длина нижнего листа, см	12,0—12,5	11,0—17,0
Ширина нижнего листа, см	0,7—1,0	1,0—1,2
Число листьев	2—3	2—3
Число цветков	1	1
Длина нижнего междоузлия, см	1,0	1,0—2,5
Длина среднего междоузлия, см	1,5—2,0	2,7
Длина верхнего междоузлия, см	0,5	1,3—2,5
Длина околоцветника, см	2,0—3,0	3,0—3,5

На основе интенсивности плодоношения, динамики численности особей, размеров надземной части растений, устойчивости к болезням и вредителям, а также длительности выращивания в культуре была проведена оценка успешности интродукции, которая составила 13 баллов из 15 возможных [8]. В итоге результат акклиматизации растений *T. patens*, привезенных из горных степей Северного Казахстана, можно считать положительным.

Заключение

Следует отметить высокую вариабельность растений *T. patens*. Из морфологических критериев значительное варьирование наблюдалось у значений длины междоузлий. Реакция на изменения экологических факторов присутствует и подтверждается корреляционным анализом. Растения *T. patens* обладают высоким адаптационным потенциалом, что хорошо подтверждается нормальным цветением на следующий год после пересадки из *in situ* и непрерывным цветением в последующие годы. Растения в условиях ЦСБС устойчивы к болезням и вредителям, крупнее, чем в природе, образуют плоды каждый год с высокой фактической семенной продуктивностью.

T. patens можно использовать при формировании парков, скверов и тех территорий, где предусматривается природная флора региона.

Список источников

1. Бейдемман И. Н. Методика изучения фенологии растений в растительных сообществах. Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1974. 256 с.
2. Бочанцева З. П. Тюльпаны: Морфология, цитология и биология. Ташкент : Изд-во Академии наук УзССР, 1962. 408 с.
3. Былов В. Н., Иванова И. А. Морфология и прорастание семян тюльпанов // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений : сб. статей. М. : Наука, 1978. С. 113—130.
4. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. 1974. Т. 59, № 6. С. 826—831.
5. Введенский А. И. Род *Tulipa* L. // Флора СССР. Л. : Изд-во Академии наук СССР, 1935. Т. 4. С. 320—364.
6. Герасимович Л. В. Некоторые экологические особенности *Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. в коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 1. С. 47—50. DOI: 10.17816/snv2021101106.
7. Глубшева Т. Н. Оценка состояния ценопопуляции *Tulipa patens* Agardh ex Schult. et Schult. fil. на территории юга Среднерусской возвышенности // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58-4. С. 61—68. DOI: 10.54258/20701047_2021_58_4_61.
8. Данилова Н. С. Интродукционное изучение растений природной флоры Якутии. Якутск : ЯГУ, 2002. 39 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

10. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1990. 296 с.
11. Иващенко А. А. Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана. Алматы : Две столицы, 2005. 192 с.
12. Кутлунина Н. А., Мамаева П. О., Беляев А. Ю. Генетическая изменчивость тюльпана поникающего (*Tulipa patens*) в Уральской части ареала по аллозимным маркерам // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : сб. науч. ст. по материалам Четырнадцатой междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 25—29 мая 2015 г.) / АлтГУ, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова РАН, Центр. Сиб. ботан. сад СО РАН, Алтайское отд-ние Рус. ботан. о-ва ; [отв. ред. А. И. Шмаков, Т. М. Копытина]. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2015. С. 348—350.
13. Мартынова А. Л., Абрамова Л. М. Пространственно-онтогенетическая структура ценопопуляций видов рода *Tulipa* L. (Liliaceae) // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. 2021. № 17. С. 70—75.
14. Мухаметшина Л. В., Муллабаева Э. З., Ишмуратова М. М. Демографическая характеристика видов рода *Tulipa* L. на Южном Урале // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3-4. С. 1398—1401.
15. Мухаметшина Л. В., Муллабаева Э. З., Ишмуратова М. М. Изменчивость морфологических признаков некоторых видов рода *Tulipa* L. на Южном Урале // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 5-5. С. 1650—1653.
16. Флора Казахстана. Т. 4 / сост. М. Б. Байтенов, Б. А. Быков, А. Н. Васильева [и др.] ; гл. ред. Н. В. Павлов. Алма-Ата : Изд-во АН Казахской ССР, 1961. 547 с.
17. Ju X., Shi G., Chen Sh., Dai W., He T. Characterization and phylogenetic analysis of the complete chloroplast genome of *Tulipa patens* (Liliaceae) // Mitochondrial DNA. Part B. 2021. Vol. 6, N 9. P. 2750—2751. DOI: 10.1080/23802359.2021.1967799.

References

1. Beideman I. N. *Metodika izucheniya fenologii rastenii v rastitel'nykh soobshchestvakh* [Methodology for studying plant phenology in plant communities]. Novosibirsk, Nauka, Sibirskoe otdelenie Publ., 1974. 256 p. (In Russian)
2. Bochantseva Z. P. *Tyul'pany: Morfologiya, tsitologiya i biologiya* [Tulips: Morphology, cytology and biology]. Tashkent, Akademia nauk UzSSR Publ., 1962. 408 p. (In Russian)
3. Bylov V. N., Ivanova I. A. Morfologiya i prorastanie semyan tyul'panov [Morphology and germination of tulip seeds]. *Introduktsiya i selektsiya tsvetochno-dekorativnykh rastenii: sb. statei* [Introduction and selection of flower and ornamental plants. Collect. of articles]. Moscow, Nauka Publ., 1978, pp. 113—130. (In Russian)
4. Vainagii I. V. O metodike izucheniya semЕННОI produktivnosti rastenii [About the methodology for studying seed productivity of plants]. *Botanicheskii zhurnal*, 1974, vol. 59, no. 6, pp. 826—831. (In Russian)
5. Vvedenskii A. I. Rod *Tulipa* L. [Genus *Tulipa* L.]. *Flora SSSR* [Flora of the USSR]. Leningrad, Akademia nauk SSSR Publ., 1935, vol. 4, pp. 320—364. (In Russian)
6. Gerasimovich L. V. Nekotorye ekologicheskie osobennosti *Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. v kollektzii Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN [Some ecological features of *Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. in the collection of Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences]. *Samarskii nauchnyi vestnik — Samara Journal of Science*, 2021, vol. 10, no. 1, pp. 47—50. DOI: 10.17816/snvt2021101106. (In Russian)
7. Glubsheva T. N. Otsenka sostoyaniya tsenopopulyatsii *Tulipa patens* Agardh ex Schult. et Schult. fil. na territorii yuga Srednerusskoi vozvyshennosti [Assessment of the cenopopulation of *Tulipa patens* Agardh ex Schult. et Schult. fil. in the south of the Central Uplands of Russia]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta — Proceedings of Gorsky State Agrarian University*, 2021, vol. 58-4, pp. 61—68. DOI: 10.54258/20701047_2021_58_4_61. (In Russian)
8. Danilova N. S. *Introduktsionnoe izuchenie rastenii prirodnoi flory Yakutii* [Introduction study of plants of the natural flora of Yakutia]. Yakutsk, YaGU Publ., 2002. 39 p. (In Russian)
9. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (In Russian)
10. Zaitsev G. N. *Matematika v eksperimental'noi botanike* [Mathematics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1990. 296 p. (In Russian)
11. Ivashchenko A. A. *Tyul'pany i drugie lukovichnye rasteniya Kazakhstana* [Tulips and other bulbous plants of Kazakhstan]. Almaty, Dve stolitsy Publ., 2005. 192 p. (In Russian)
12. Kutlunina N. A., Mamaeva P. O., Belyaev A. Yu. Geneticheskaya izmenchivost' tyul'pana ponikayushchego (*Tulipa patens*) v Ural'skoi chasti areala po allozimnym markeram [Genetic variability of the drooping tulip (*Tulipa patens*) in the Ural part of its range according to allozyme markers]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i*

Mongolii: sb. nauch. st. po materialam Chetyrnadtsatoi mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Barnaul, 25—29 maya 2015 g.) [Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia. Proceed. of the Fourteenth Internat. sci.-pract. conf. (Barnaul, May 25—29, 2015)]. Barnaul, AltGU Publ., 2015, pp. 348—350. (In Russian)

13. Martynova A. L., Abramova L. M. Prostranstvenno-ontogeneticheskaya struktura tsenopopulyatsii vidov roda *Tulipa* L. (Liliaceae) [Spatial-ontogenetic structure of coenopopulations of species of the Genus *Tulipa* L. (Liliaceae)]. *Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N. V. Tsitsina RAN — Scientific Proceedings of the Cheboksary branch the Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin Russian Academy of Sciences*, 2021, no. 17, pp. 70—75. (In Russian)

14. Mukhametshina L. V., Mullabaeva E. Z., Ishmuratova M. M. Demograficheskaya kharakteristika vidov roda *Tulipa* L. na Yuzhnom Urale [Demographic characteristics of species *Tulipa* L. South Ural]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk — Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2013, vol. 15, no. 3-4, pp. 1398—1401. (In Russian)

15. Mukhametshina L. V., Mullabaeva E. Z., Ishmuratova M. M. Izmenchivost' morfologicheskikh priznakov nekotorykh vidov roda *Tulipa* L. na Yuzhnom Urale [Variability and structure variation morphological characteristics species *Tulipa* L. South Ural]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk — Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2014, vol. 16, no. 5-5, pp. 1650—1653. (In Russian)

16. Baitenov M. B., Bykov B. A., Vasil'eva A. N. [et al.] (comp.) *Flora Kazakhstana. T. 4* [Flora of Kazakhstan. Vol. 4]. Alma-Ata, AN Kazakhskoi SSR Publ., 1961. 547 p. (In Russian)

17. Ju X., Shi G., Chen Sh., Dai W., He T. Characterization and phylogenetic analysis of the complete chloroplast genome of *Tulipa patens* (Liliaceae). *Mitochondrial DNA. Part B*. 2021, vol. 6, no. 9, pp. 2750—2751. DOI: 10.1080/23802359.2021.1967799.

Информация об авторе

Л. В. Герасимович — кандидат биологических наук, научный сотрудник

Information about the author

L. V. Gerasimovich — Candidate of Biological Sciences, Researcher

Статья поступила в редакцию 11.03.2024; одобрена после рецензирования 19.06.2024;
принята к публикации 20.08.2024

The article was submitted 11.03.2024; approved after reviewing 19.06.2024;
accepted for publication 20.08.2024