

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES

Научная статья

УДК 582.572.226:581.522.4(571.14)

DOI: 10.32516/2303-9922.2025.55.1

***Tulipa altaica* Pallas ex Sprengel 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 фенологических, морфометрических исследований растений и семян *Tulipa altaica* Pall. ex Spreng. Начало отрастания в условиях региона-реципиента происходит во второй половине апреля, побеги появляются через 10—15 дней после схода снега. Генеративные растения проходят полный фенологический цикл. При высоких показателях семенной продуктивности и всхожести семян в открытом грунте доля растений, достигших генеративной фазы онтогенеза, очень низкая. Показатели морфометрических параметров генеративных побегов практически не отличаются от растений *in situ*. Семена, собранные *ex situ*, обладают морфометрической изменчивостью с высокой корреляционной зависимостью между длиной и шириной семян, между размерами семян и их зародышей, что указывает на влияние количества эндосперма на размер зародыша. Фенологические наблюдения выявили прямое влияние изученных экологических факторов на наступление фенофаз и возможное влияние большого количества осадков на отсутствие формирования генеративных почек возобновления. По показателям успешности интродукции вид не рекомендован для озеленения города Новосибирска до выявления форм, устойчивых к местным условиям.

Ключевые слова: *Tulipa altaica*, фенология, изменчивость признаков, семена, семенная продуктивность, 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 altaica* Pallas ex Sprengel в коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2025. № 3 (55). С. 6—20. URL: http://vestospu.ru/archive/2025/articles/55/1_55_2025.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2025.55.1.

Original article

***Tulipa altaica* Pallas ex Sprengel 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>

Abstract. The article presents the results of phenological and morphometric studies of plants and seeds of *Tulipa altaica* Pall. ex Spreng. The beginning of regrowth in the recipient region occurs in the second half of April, shoots appear 10—15 days after the snow melts. Generative plants go through a complete phenological cycle. With high rates of seed productivity and seed germination in the open ground, the proportion of plants that have reached the generative phase of ontogenesis is very low. The morphometric parameters of generative shoots are virtually identical to those of *in situ* plants. Seeds collected *ex situ* have morphometric variability with a high correlation between the length and width of seeds, between the sizes of seeds and their embryos, indicating the effect of the amount of endosperm on the size of the embryo. Phenological observations revealed a direct influence of the studied environmental factors on the onset of phenophases and the possible influence of large amounts of precipitation on the absence of the formation of generative renewal buds. Based on the success rate of introduction, the species is not recommended for landscaping in Novosibirsk until forms resistant to local conditions are identified.

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

Acknowledgments. Research carried out according to the project “Analysis of biodiversity, conservation and restoration of rare and resource plant species using experimental methods”. State registration number AAAA-A21-121011290025-2.

For citation: Gerasimovich L. V. *Tulipa altaica* Pallas ex Sprengel in the collection of the Central Siberian botanical garden SB RAS. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2025, no. 3 (55), pp. 6—20. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2025.55.1>.

Введение

На территории Западной Сибири произрастают четыре вида из рода *Tulipa* L. [7; 20], одним из них является вид *Tulipa altaica* Pall. ex Spreng., занесенный в Красную книгу Алтайского края [16] и до 2015 г. — в Красную книгу Омской области [17; 18]. Общее распространение вида охватывает Северо-Западный Китай и Казахстан, северная граница ареала проходит по югу Алтайского края и Омской области (по берегам р. Иртыш вид значительно продвинулся на север). В природе вид произрастает небольшими группами на южных сухих каменистых склонах [1], в степях и на мелкосопочнике [2]. Отечественные ботаники относили вид к секции *Leiostemones* Boiss. [4; 6], зарубежные систематики — к Subgenus *Tulipa*, Section *Kolpakowskiana* Raamsd. ex Zonn. & Veldk. [24]. Описание вида в *in situ* носит обобщающий характер [2; 6; 15; 19; 21], включает общее морфологическое описание генеративных побегов и плодов, сроков цветения и плодоношения, указаны местообитания. Современными селекционерами растения используются для получения новых сортов и геномного изучения [22; 23].

Данная статья является частью работы по изучению тюльпанов, интродуцированных на территории Центрального сибирского ботанического сада Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН) в условиях лесостепного Приобья [8—11].

Материалы и методы

Материал в виде семян был собран в 2013 и 2015 гг. на каменистых склонах мелкосопочника (Казахстан, берег р. Нарын, с. Шынкожа, 47°50'03" N, 80°33'57" E). Растения *Tulipa altaica* включены в коллекцию живых растений открытого грунта в лаборатории интродукции декоративных растений ЦСБС СО РАН (УНУ № USU 440534).

Фенологическое описание генеративных растений проводилось с 2020 по 2025 г. Для исследования использовались методики фенологических наблюдений [3] и оценки успешности интродукции [12], последняя основана на интенсивности плодоношения, динамике численности особей, размерах надземной части растений, устойчивости к болезням и вредителям, а также зависит от длительности выращивания в культуре.

Морфологическое описание годовичного генеративного побега включает его высоту, размер верхнего, среднего и нижнего листа, длину междоузлий (следует учесть, что их нижний лист имеет стеблеобъемлющий черешок, берущий начало в луковице, поэтому за нижнее междоузлие принималось расстояние от поверхности почвы до нижней листовой пластинки), размеры листочков околоцветника, завязи и тычинок. Выборка по годам следующая: первое цветение в 2020 г. — 1 растение, 2021 г. — 2, 2022 г. — 4, 2023 г. — 9, 2024 г. — 21 растение.

Семенная продуктивность зрелых плодов изучалась с использованием методики И. В. Вайнагий [5]. Изучались: ПСП — потенциальная семенная продуктивность (число семян-зачатков), ФСП — фактическая семенная продуктивность (число семян), ПС — процент семинафикации (процент завязавшихся семян):

$$ПС = ФСП / ПСП \times 100\%.$$

Нами предлагается адаптированная методика определения потенциальной и фактической семенных продуктивностей с использованием зрелых коробочек. Использовать можно только те коробочки, которые созрели, но не раскрылись. Содержимое коробочки нужно высыпать в чашку Петри и провести подсчет:

- выполненных семян (ФСП);
- семенных оболочек с эндоспермом без зародыша, они могут быть по размеру равны семенам, а также очень мелкими, пустыми прозрачными или окрашенными (X).

Если к ФСП прибавить X, то в сумме получится ПСП, далее по формуле рассчитывается ПС.

Статистическая обработка проводилась по методикам Б. А. Доспехова [13] и Г. Н. Зайцева [14]. Подсчитывали среднее арифметическое значение признака (x), ошибку средней (S_x), коэффициент вариации (V(%)) по шкале, предложенной Г. Н. Зайцевым [14]: от 0 до 4 — небольшое варьирование признака, от 5 до 44 — нормальное, 45—64 — значительное; большинство признаков имеют нормальное варьирование), относительную ошибку средней ($S_x\%$), коэффициент корреляции (r, по Б. А. Доспехову [13]: меньше 0,3 — слабая, 0,3—0,7 — средняя, более 0,7 — сильная корреляционная зависимость между признаками).

Результаты и их обсуждение

Растения из семян, посеянных в 2013 г., массово зацвели в 2021 г. Растения в условиях коллекции имели высоту 9—35 см (табл. 1, рис. 1а). Луковицы высотой 1,5—3,0 см и диаметром 1,0—2,0 см, покровная чешуя темно-коричневая, жесткая, с внутренней стороны на верхушке прижато-густоволосистая (рис. 1с). Линейные листья числом 2—4, нижние сильно отогнутые, волнистые, длиной 9—17 см и шириной 1—3 см, верхние — ровные, узкие, не сильно отогнутые, длиной 6—14 см и шириной 0,4—1 см. Цветоносы длиной 4—21 см, снизу опушенные. Цветки лилейной формы одиночные, листочки околоцветника ярко-желтые. Листочки наружного круга по спинке имеют серый или бордовый прокрас, длиной 2—4 см и шириной 0,6—2 см, листочки внутреннего круга длиной 2—4 см и шириной 1—2 см (рис. 1d, e). Пыльники и нити одного цвета с околоцветником (рис. 1b), тычинки длиной 0,6—1,7 см, нити без опушения длиной 0,3—0,7 см. Завязь меньше или равна тычинкам, зеленая, со слабо выраженным столбиком (рис. 1b), длиной 0,4—1,5 см и шириной 0,2—0,5 см. Плод — коробочка длиной 5—7 см и шириной 1,2—

2,5 см с карпофором длиной до 1,2 см (рис. 1*f*). Семена треугольной формы, коричневые, имеют широкую кайму (рис. 1*g*).

В условиях ЦСБС размножение дочерними луковицами наблюдалось только в прегенеративном состоянии, у цветущих растений отсутствовало.

Обобщающие значения морфометрических признаков за 2020—2024 гг. имеют нормальное варьирование (табл. 1).

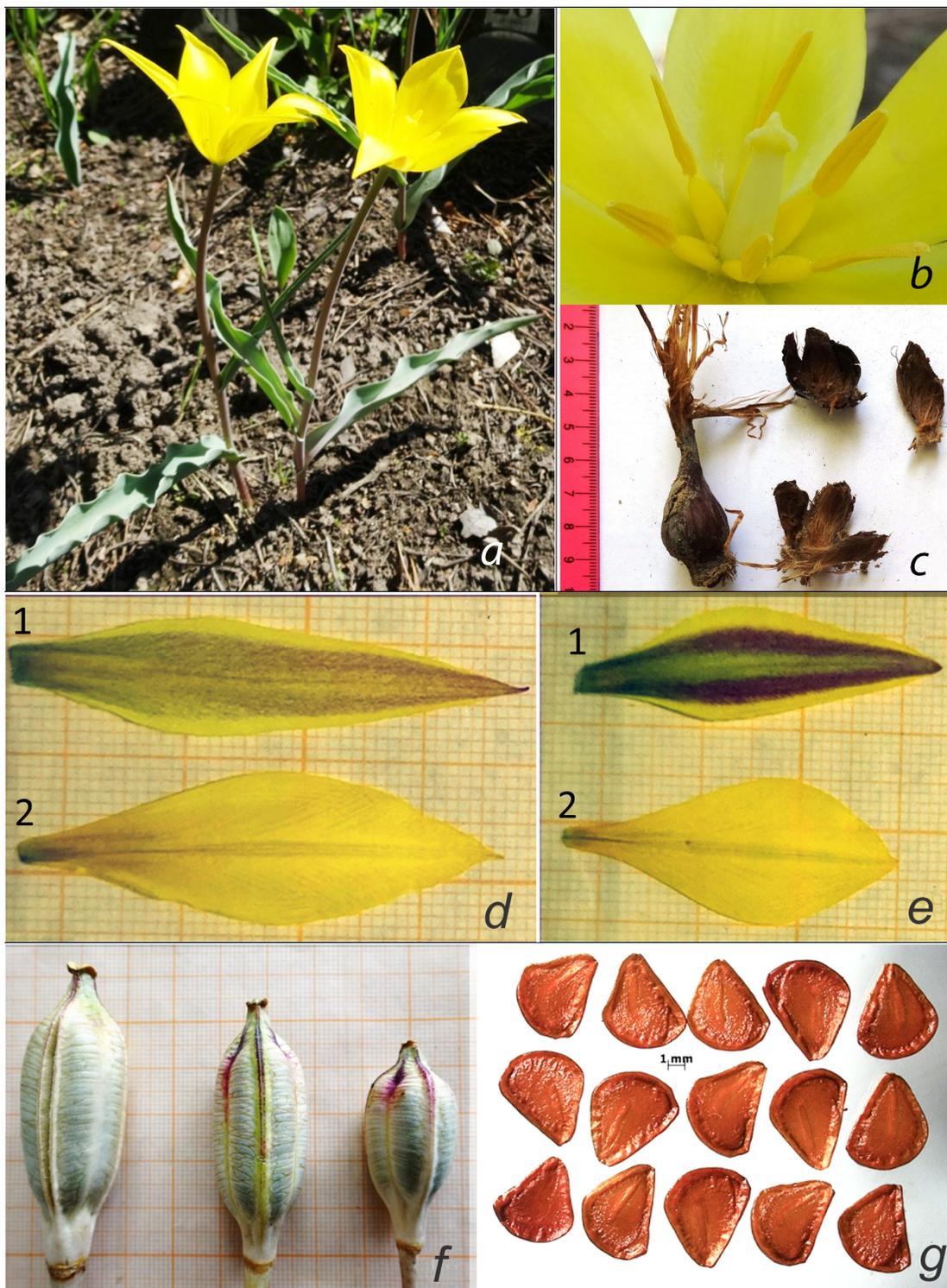


Рис. 1. *Tulipa altaica* в условиях *ex situ* (коллекция ЦСБС): *a* — цветущее растение; *b* — тычинки и завязь; *c* — луковица; *d–e* — листочки околоцветника двух растений: 1 — наружного круга, 2 — внутреннего круга; *f* — плоды; *g* — семена

Морфометрические характеристики вегетативно-репродуктивного побега *Tulipa altaica*
 при интродукции (г. Новосибирск, ЦСБС СО РАН)

Параметр	min—max	$\bar{x} \pm S_x$	V(%)	$S_x\%$
Высота растения, см	9,5—35,0	19,00±1,32	30	7
Длина цветоноса, см	4,0—20,5	9,20±0,81	38	9
Длина верхнего листа, см	6,0—13,5	9,00±0,58	28	6
Ширина верхнего листа, см	0,4—1,0	0,60±0,04	29	7
Длина среднего листа, см	8,0—17,0	11,80±0,73	25	6
Ширина среднего листа, см	0,5—1,5	1,10±0,07	28	7
Длина нижнего листа, см	9,0—17,3	13,10±0,61	20	5
Ширина нижнего листа, см	1,2—3,3	2,10±0,12	26	6
Число листьев	2,0—4,0	2,90±0,07	11	2
Длина нижнего междоузлия, см	0,5—7,0	2,50±0,37	61	15
Длина среднего междоузлия, см	1,0—4,0	2,80±0,21	31	7
Длина верхнего междоузлия, см	1,0—4,0	2,30±0,19	36	8
Длина листочков наружного круга, см	2,0—4,0	3,30±0,14	19	4
Ширина листочков наружного круга, см	0,6—1,9	1,30±0,08	27	6
Длина листочков внутреннего круга, см	2,0—3,9	3,20±0,16	17	5
Ширина листочков внутреннего круга, см	1,0—1,8	1,40±0,07	18	5
Длина завязи, см	0,4—1,5	0,90±0,11	44	12
Ширина завязи, см	0,2—0,5	0,30±0,04	34	13
Длина столбика с рыльцем, см	0,5—1,0	0,70±0,04	21	5
Длина плода, см	5,0—7,0	2,60±0,15	22	6
Ширина плода, см	1,2—2,5	1,60±0,06	14	4
Длина карпофора, см	0,4—1,2	0,80±0,07	34	9
Длина тычинки, см	0,6—1,7	1,30±0,10	28	8
Длина пыльника, см	0,3—1,0	0,80±0,06	28	8
Длина тычиночной нити, см	0,3—0,7	0,60±0,05	29	8

Примечание: min—max — минимальное и максимальное значения признака; остальные обозначения в графах этой и последующих таблиц указаны в разделе «Материалы и методы».

Фенология

Растения *Tulipa altaica* в условиях коллекции ЦСБС проходят полный фенологический цикл развития, которое заканчивается плодоношением. Полученные по результатам исследования графики феноспектров с 2020 по 2025 г. (рис. 2) указывают на прямую и значительную зависимость наступления фенофаз от эко-факторов (табл. 2), так как четкое разделение показателей сумм температур выше нуля подтверждает значительный контроль этим параметром сроков наступления фенофаз. Начало отрастания происходит во второй половине апреля, побеги появляются через 10—15 дней после схода снега. Период бутонизации имеет диапазон от 7 до 26 дней. Декоративный период цветения чаще всего приходится на вторую и третью декады мая.

В таблице 2 даны показатели некоторых эко-факторов, характерные для наступления фенофаз. Так, например, цветение начинается при средних температурах от плюс 9 до плюс 16 °С, при сумме положительных температур 260—380 °С, что составляет примерно 23—29 солнечных дней. Существенное разделение значений сумм температур выше

нуля и сумм солнечных дней указывает на их контролирующие функции в процессе развития генеративного побега.

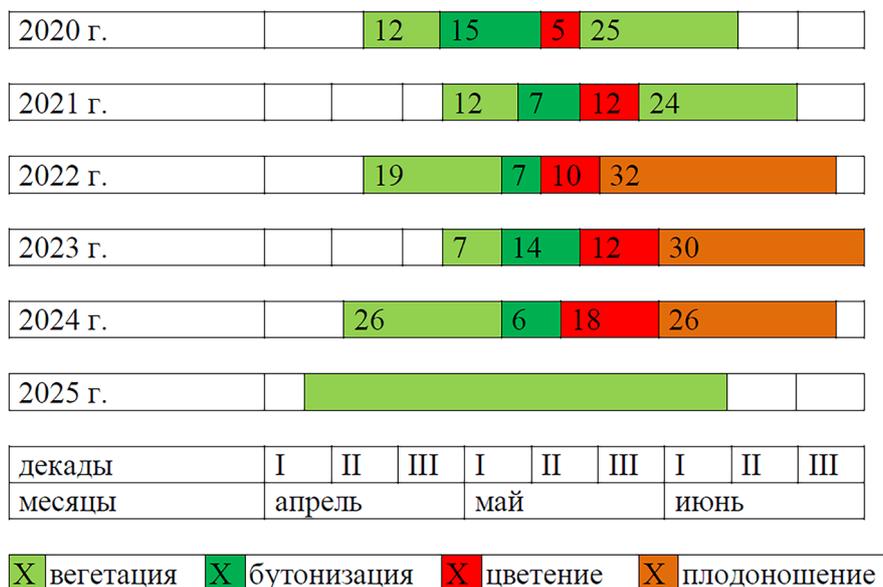


Рис. 2. Феноспектры по годам для *Tulipa altaica*. X — количество дней

Таблица 2

Некоторые характеристики начальных этапов фенофаз у *Tulipa altaica* в условиях *ex situ*, коллекция ЦСБС, 2020—2024 гг.

Параметр	Начало фенофазы			
	отрастания	бутонизации	цветения	плодоношения
Средняя температура, °С	+4 ... +8	+5 ... +13	+9 ... +16	+14 ... +18
Сумма температур выше нуля, °С	32—92	110—210	260—380	420—470
Сумма солнечных дней	6—18	17—23	23—29	29—34

Длительность цветения определяет тип фенофазы: короткий (до 10 дней), средний (10—15 дней) и длительный (16—20 дней) (рис. 3).

Путем сравнения гидротермических характеристик выбранных модельных спектров (табл. 3) было установлено, что короткие и средние периоды отличаются отсутствием осадков и отрицательных температур. Короткий период отличается от среднего наличием более высоких минимальных и максимальных температур.

Таблица 3

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

Диапазон температур	2020 г.	2022 г.	2024 г.
	короткий	средний	длительный
min	+8 ... +14	+3 ... +15	-2 ... +12
max	+24 ... +30	+19 ... +30	+5 ... +27

Единственный длительный период отличается существенными осадками, наличием отрицательных температур и низкими значениями минимальных и максимальных температур. По показателям средних температур отмечено, что длительный период характеризуется диапазоном средних температур от плюс 5 до плюс 17, средний — от плюс 11 до плюс 22, а короткий — от плюс 17 до плюс 22 °С. Общий температурный диапазон для

короткого периода составляет 22° (от плюс 8 °С до плюс 30°С), для среднего — 27° (от плюс 3 °С до плюс 30 °С), для длительного — 29° (от минус 2 °С до плюс 27 °С).

В 2025 г. растения *Tulipa altaica* не цвели, причинами отсутствия формирования почек замещения с генеративным побегом, на наш взгляд, являются обильные осадки в 2024 г. (табл. 4) как в период вегетации, так и в период подземного развития дочерней луковицы.

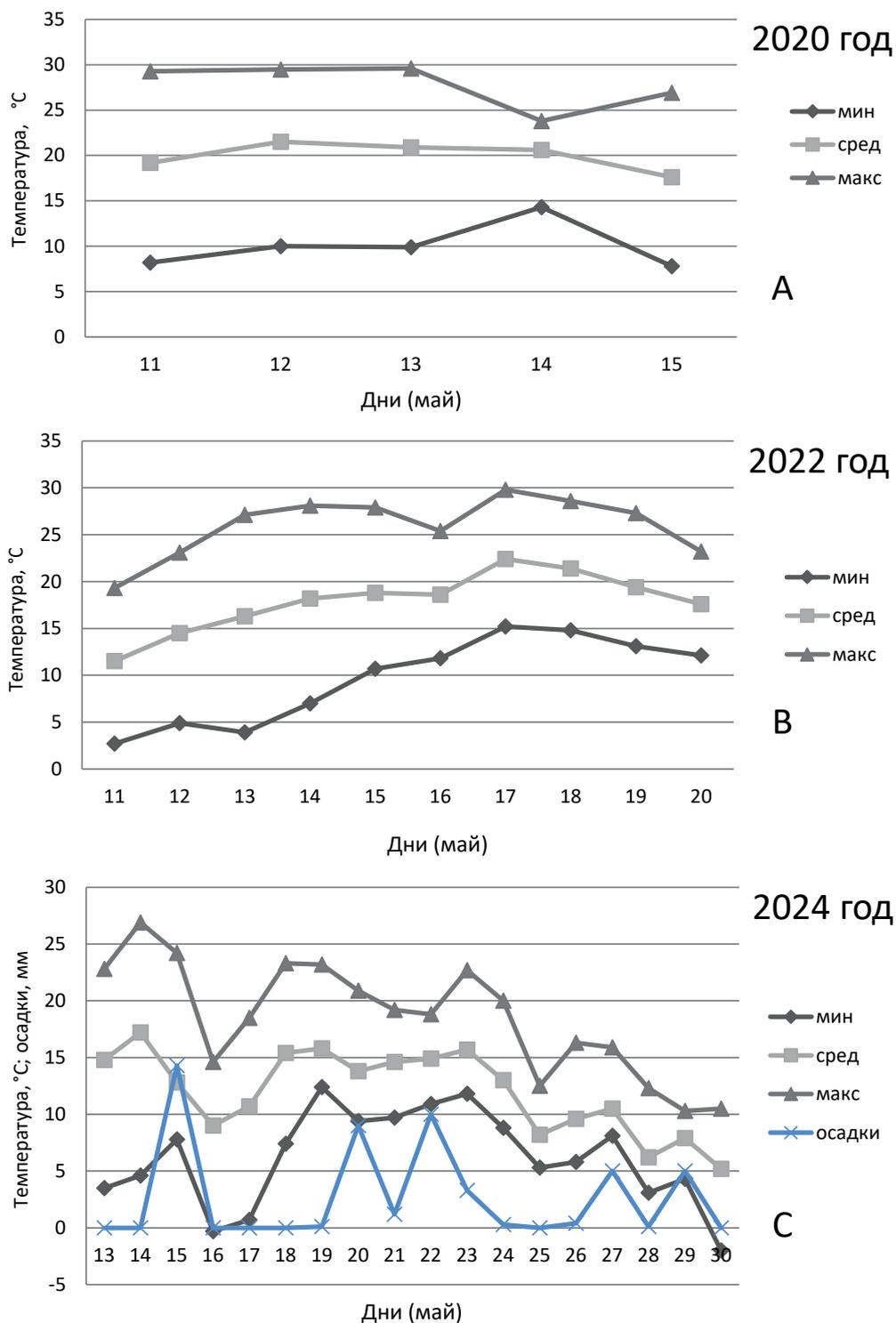


Рис. 3. Температура и количество осадков для фазы цветения *Tulipa altaica* в условиях *ex situ* (коллекция ЦСБС) на примере модельных периодов. Периоды цветения: А — короткий, В — средний, С — длительный

Показатели экологических факторов за 2020—2024 гг., ЦСБС

Параметры экологические*	Год (с 01.04 по 20.10)				
	2020	2021	2022	2023	2024
Сумма температур выше нуля °С	2829 (741)	2560 (559)	2689 (635)	2768 (457)	2666 (476)
Сумма солнечных дней	73 (31)	86 (37)	93 (40)	80 (29)	86 (30)
Количество осадков	349 (62)	271 (36)	180 (20)	260 (13)	487 (93)

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

Изменчивость морфологических признаков

Морфометрические признаки растений *Tulipa altaica* характеризуются изменчивостью, что наглядно представлено в таблице 5, где приводятся метрические данные и статистический анализ по морфологическим критериям за 5 лет непрерывных наблюдений.

В 2021 г. длина цветоноса имела небольшое варьирование. Три года из четырех длина нижнего междоузлия имела значительное варьирование. В 2023 г. варьирование длины завязи составило 53%. Гидротермические условия 2024 г. (длительный период цветения) стали благоприятными для появления крупных цветков.

Таблица 5

Морфометрические характеристики вегетативно-репродуктивного побега *Tulipa altaica* при интродукции (г. Новосибирск, ЦСБС СО РАН) (2020—2024 гг.)

Параметр	min-max	$x \pm S_x$	V (%)
2020 г. (одно растение)			
Длина растения	22	—	—
Длина цветоноса	9,5	—	—
Длина верхнего листа	7	—	—
Ширина верхнего листа	0,6	—	—
Длина среднего листа	9	—	—
Ширина среднего листа	1,2	—	—
Длина нижнего листа	11	—	—
Ширина нижнего листа	2,5	—	—
Число листьев	3	—	—
Длина нижнего междоузлия		—	—
Длина среднего междоузлия	3,3	—	—
Длина верхнего междоузлия	2,2	—	—
Длина листочков наружного круга	3,4	—	—
Ширина листочков наружного круга	1	—	—
Длина листочков внутреннего круга	3,4	—	—
Ширина листочков внутреннего круга	1,2	—	—
Длина завязи	1,1	—	—
Ширина завязи	0,3	—	—
Длина тычинки	1,55—1,65	—	—
Длина пыльника	0,85—0,95	—	—
Длина тычиночной нити	0,70	—	—
2021 г.			
Длина растения	18,00—21,50	19,75±1,76	12,53
Длина цветоноса	7,70—8,00	7,85±0,15	2,70

Параметр	min-max	$\bar{x} \pm S_x$	V (%)
Длина верхнего листа	6,50—9,00	7,75±1,25	22,81
Ширина верхнего листа	0,50—0,60	0,55±0,05	12,86
Длина среднего листа	8,70—15,30	12,00±3,31	38,89
Ширина среднего листа	0,80—0,90	0,85±0,05	8,32
Длина нижнего листа	10,00—15,00	12,50±2,51	28,28
Ширина нижнего листа	1,50—1,80	1,65±0,15	12,86
Число листьев	3	3±0,00	0,00
Длина нижнего междоузлия	3,50—7,00	5,25±1,76	47,14
Длина среднего междоузлия	2,50—3,00	2,75±0,25	12,86
Длина верхнего междоузлия	2,50	2,50±0,00	0,00
Длина листочков наружного круга	3,00	3,00±0,00	0,00
Ширина листочков наружного круга	1,20—1,30	1,25±0,05	5,66
Длина листочков внутреннего круга	2,70—3,00	2,85±0,15	7,44
Ширина листочков внутреннего круга	1,20—1,30	1,25±0,05	5,66
Длина завязи	0,50	0,50±0,00	0,00
Ширина завязи	0,20	0,20±0,00	0,00
Длина тычинки	0,70—0,80	0,75±0,04	9,43
Длина пыльника	0,40—0,50	0,45±0,04	15,71
Длина тычиночной нити	0,30	0,30±0,00	0,00
2022 г.			
Длина растения	25,00—35,00	24,88±3,71	29,83
Длина цветоноса	12,50—20,50	13,50±2,39	35,40
Длина верхнего листа	11,00—13,50	11,43±1,04	18,27
Ширина верхнего листа	0,80—0,90	0,75±0,06	17,21
Длина среднего листа	13,50—16,00	13,93±1,04	14,99
Ширина среднего листа	1,40—1,50	1,30±0,09	14,04
Длина нижнего листа	15,50—17,30	15,33±1,33	17,41
Ширина нижнего листа	2,60—3,00	2,45±0,22	18,10
Число листьев	3	3±0,00	0,00
Длина нижнего междоузлия	2,00—3,50	2,83±0,38	26,96
Длина среднего междоузлия	3,50—4,00	3,38±0,24	14,18
Длина верхнего междоузлия	3,00—3,00	2,50±0,29	23,09
Длина листочков наружного круга	3,30—4,00	3,50±0,18	10,17
Ширина листочков наружного круга	1,80—1,90	1,63±0,15	19,05
Длина листочков внутреннего круга	3,00—3,80	3,20±0,20	12,50
Ширина листочков внутреннего круга	1,50—1,80	1,43±0,17	23,19
Длина завязи	1,10—1,50	1,20±0,11	18,00
Ширина завязи	0,30—0,40	0,38±0,05	25,53
2023 г.			
Длина растения	9,50—24,00	16,71±1,27	26,32
Длина цветоноса	4,00—12,00	8,03±0,67	29,03
Длина верхнего листа	6,00—13,50	8,56±0,71	28,82
Ширина верхнего листа	0,40—1,00	0,58±0,06	33,36

Параметр	min-max	$\bar{x} \pm S_x$	V (%)
Длина среднего листа	8,00—17,00	11,22±0,94	26,45
Ширина среднего листа	0,50—1,50	1,07±0,11	32,39
Длина нижнего листа	9,00—17,00	12,65±0,70	19,28
Ширина нижнего листа	1,20—3,30	2,02±0,16	27,88
Число листьев	2—3	2,83±0,11	13,74
Длина нижнего междоузлия	0,50—3,00	1,95±0,28	49,55
Длина среднего междоузлия	1,00—4,00	2,60±0,32	39,31
Длина верхнего междоузлия	1,00—4,00	2,21±0,29	45,43
Длина листочков наружного круга	2,00—4,00	3,21±0,21	22,65
Ширина листочков наружного круга	0,60—1,50	1,15±0,09	26,09
Длина листочков внутреннего круга	2,00—3,90	3,30±0,35	23,76
Ширина листочков внутреннего круга	1,10—1,80	1,46±0,12	17,86
Длина завязи	0,40—1,20	0,72±0,15	52,52
Длина плода	1,80—3,90	2,63±0,15	22,03
Ширина плода	1,20—1,90	1,57±0,06	13,79
Длина карпофора	0,40—1,20	0,75±0,07	34,35
Длина тычинки	1,30—1,55	1,41±0,07	9,31
Длина пыльника	0,70—0,85	0,79±0,04	9,52
Длина тычиночной нити	0,55—0,70	0,63±0,03	10,33
2024 г.			
Длина растения	10,00—35,00	24,40±1,17	22,03
Длина цветоноса	4,00—18,00	11,63±0,71	27,91
Длина верхнего листа	4,00—19,00	12,20±0,87	32,62
Ширина верхнего листа	0,20—1,00	0,53±0,04	37,43
Длина среднего листа	5,60—23,00	15,67±0,97	28,24
Ширина среднего листа	0,50—1,90	1,22±0,08	30,10
Длина нижнего листа	7,00—28,50	16,88±1,14	31,04
Ширина нижнего листа	1,00—3,50	2,17±0,15	32,44
Число листьев	3—4	3,05±0,05	7,16
Длина нижнего междоузлия	0,00—7,00	3,42±0,36	47,50
Длина среднего междоузлия	1,00—5,00	3,21±0,23	33,22
Длина верхнего междоузлия	0,50—5,00	2,73±0,23	38,38
Длина листочков наружного круга	2,00—5,00	3,43±0,17	22,46
Ширина листочков наружного круга	0,50—1,60	1,24±0,06	23,05
Длина листочков внутреннего круга	2,00—4,00	3,27±0,15	19,92
Ширина листочков внутреннего круга	1,00—2,50	1,45±0,08	26,05
Длина завязи	0,60—1,10	0,89±0,04	18,18
Ширина завязи	0,20—0,50	0,27±0,02	30,62
Длина тычинки	0,50—1,80	0,91±0,06	30,88
Длина пыльника	0,30—1,50	0,65±0,05	42,09
Длина тычиночной нити	0,20—0,40	0,27±0,01	23,89

Примечание: единицы измерения параметров указаны в таблице 1.

В отличие от других изученных видов растения *Tulipa altaica* не имеют существенной зависимости морфометрических признаков от эко-факторов, кроме прямой зависимости числа листьев от количества осадков (0,70) и обратной зависимости размера пыльника от количества солнечных дней (-0,78).

В таблице 6 приведены сравнительные данные по метрическим параметрам растений *ex situ* в условиях коллекции ЦСБС с параметрами у растений *in situ* Казахстана и Западной Сибири. Следует отметить, что значительных отличий в морфометрических показателях не наблюдалось.

Таблица 6

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

Параметр	<i>ex situ</i>	<i>in situ</i> *	<i>in situ</i> **
Высота растения, см	9,5—35,0	10,0—35,0	10,0—40
Длина верхнего листа, см	6,0—13,5	—	—
Ширина верхнего листа, см	0,4—1,0	—	—
Длина нижнего листа, см	9,0—17,3	8,0—20,0	—
Ширина нижнего листа, см	1,2—3,3	1,5—4,0	1,0—4,0
Число листьев	2—4	2—4	3—4
Длина околоцветника, см	2,0—4,0	3,0—5,0	2,5—5,0
Длина пыльника, см	0,3—1,0	—	—
Длина тычиночной нити, см	0,6—1,7	—	—
Длина плода, см	1,8—3,9	до 4,0	2,0—4,5
Ширина плода, см	1,2—1,9	—	1,5—2,0

Примечание: *ex situ* — в культуре ЦСБС; *in situ** — в природе, Западная Сибирь [7; 19]; *in situ*** — в природе, Казахстан [2; 15].

Семена и семенная продуктивность

Было посеяно 1523 шт. семян. Всхожесть семян из природы составила 90—100%, значительные потери наблюдались на второй год, выжило 45% (686 шт.) от числа посеянных семян, к моменту массового цветения в 2021 г. доля составила 4% (61 шт.).

Хорошие семена образовывались только в 2022 и 2023 гг. Зрелые и нераскрытые два плода были собраны в 2022 г. Фактическая семенная продуктивность составила 209 и 239 шт. семян, процент семинификации 83 и 88% соответственно. Для сравнения: в природе было собрано 11 плодов, у которых ФСП составила 75—209 шт. семян, ПС — 34—76% (табл. 7).

Таблица 7

Семенная продуктивность 11 плодов *in situ* за 2013 г.

Параметр	ПСП	ФСП	ПС
$x \pm S_x$	224,75±19,59	126,92±21,48	57,46±8,70
V (%)	28,91	30,82	20,44
$S_x\%$	8,72	16,92	15,15
min—max	118—365	75—209	34,1—76,3

Семена *Tulipa altaica* крупные с характерной морфометрической изменчивостью (табл. 8). Для семян *Tulipa altaica* соотношение длины семени к длине зародыша лежит в диапазоне 1,4—3,8. Коэффициент вариации за два года не превышает средних показателей нормального варьирования, самой высокой вариабельностью обладает длина зародыша. Для семян *Tulipa altaica* характерна корреляционная зависимость между размерами семян и их зародышей, что указывает на влияние количества эндосперма на размер зародыша.

Морфометрические характеристики зрелых семян у *Tulipa altaica*

Параметр	$x \pm S_x$, мм	V (%)	min—max, мм	$S_x\%$	r	
					1	2
2022 г.						
Длина семян	5,62±0,06	9	4,81—6,65	1,15	0,82	0,62
Ширина семян	4,45±0,06	12	3,56—5,52	1,44		
Длина зародышей	2,63±0,04	11	1,83—3,49	1,39		
2023 г.						
Длина семян	6,42±0,06	10	4,90—7,60	0,97	0,67	0,72
Ширина семян	5,37±0,05	10	4,00—6,60	1,00		
Длина зародышей	3,05±0,06	20	1,60—4,60	2,02		
2022—2023 гг.						
Длина семян	5,82±0,06	15	3,60—7,60	1,05	0,85	0,75
Ширина семян	4,87±0,05	15	3,30—6,60	1,05		
Длина зародышей	2,82±0,04	20	1,60—4,60	1,41		

Примечание. Значения коэффициента корреляции r между: 1 — длиной и шириной семян; 2 — длиной семян и длиной зародышей.

На основе интенсивности плодоношения (2 балла), динамики численности особей (1 балл), размеров надземной части растений (2 балла), устойчивости к болезням и вредителям (3 балла), а также длительности выращивания в культуре (2 балла) показатель успешности интродукции составил 10 баллов из 15 возможных (по Н. С. Даниловой [12]). Вид не рекомендован для озеленения города Новосибирска. Необходимы дальнейшие исследования и выявление форм, для которых климатические условия Приобья будут благоприятны.

Заключение

По результатам исследования представителей вида *Tulipa altaica* установлено, что начало отрастания происходит во второй половине апреля, побеги появляются через 10—15 дней после схода снега. Генеративные растения проходят полный фенологический цикл. При высоких показателях семенной продуктивности и всхожести семян в открытом грунте доля растений, достигших генеративной фазы онтогенеза, очень низкая.

Показатели морфометрических параметров генеративных побегов практически не отличаются от показателей у растений *in situ*. Семена, собранные *ex situ*, обладают морфометрической изменчивостью с высокой корреляционной зависимостью между длиной и шириной семян, между размерами семян и их зародышей, что указывает на влияние количества эндосперма на размер зародыша.

Фенологические наблюдения выявили прямое влияние изученных экологических факторов на начало фенофаз и возможное влияние большого количества осадков на отсутствие заложения генеративных почек возобновления.

По показателям успешности интродукции вид не рекомендован для озеленения города Новосибирска.

Список источников

1. Анькова Т. В. Редкие растения во флоре Ульбинского хребта (Казахстан, Рудный Алтай) // Флора и растительность Алтая. Труды Южно-Сибирского ботанического сада. Барнаул : АзБука, 2004. Т. 9. С. 5—10.

2. Байтенов М. Б., Голоскоков В. П., Дмитриева А. А., Доброхотова К. В., Кузнецов Н. М., Павлов Н. В., Поляков П. П. Флора Казахстана. Т. 2 / гл. ред. Н. В. Павлов. Алма-Ата : Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1958. 299 с.
3. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / отв. ред. чл.-кор. АН СССР Г. И. Галазий ; АН СССР. Сиб. отд-ние. Лимнол. ин-т. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 155 с.
4. Бочанцева З. П. Тюльпаны. Ташкент : Изд-во Академии наук Узбекской ССР, 1962. 408 с.
5. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. 1974. Т. 59, № 6. С. 826—831.
6. Введенский А. И. Род *Tulipa* L. // Флора СССР. Л. : Изд-во Академии наук СССР, 1935. Т. 4. С. 246—280.
7. Власова Н. В. *Tulipa* L. — Тюльпан // Флора Западной Сибири. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1987. Т. 4. С. 102—103.
8. Герасимович Л. В. Фенологические и морфологические особенности *Tulipa tarda* Stapf в условиях лесостепного Приобья // Социально-экологические технологии. 2021. Т. 11, № 2. С. 184—203. DOI: 10.31862/2500-2961-2021-11-2-184-203.
9. Герасимович Л. В. *Tulipa sylvestris* L. в коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. 2022. Т. 22, № 2. С. 177—186. DOI: 10.18500/1816-9775-2022-22-2-177-186.
10. Герасимович Л. В. *Tulipa urumiensis* Stapf в коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 2 (46). С. 22—32. URL: http://vestospu.ru/archive/2023/articles/2_46_2023.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.46.2.
11. 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.
12. Данилова Н. С. Интродукционное изучение растений природной флоры Якутии : метод. пособие по учеб.-произв. и произв. практике. Якутск : Изд-во ЯГУ, 2002. 39 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1990. 296 с.
15. Иващенко А. А. Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана. Алматы : Two Capitals, 2005. 192 с.
16. Красная книга Алтайского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений. Барнаул : ИПП Алтай, 2006. 262 с.
17. Красная книга Омской области / отв. ред. Г. Н. Сидоров, В. Н. Русаков. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2005. 460 с.
18. Красная книга Омской области / отв. ред. Г. Н. Сидоров, Н. В. Пликина. 2-е изд., перераб. и доп. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2015. 636 с.
19. Крылов П. Н. Флора Западной Сибири. Вып. 3. Томск : Томское отд-ние Рус. ботан. о-ва, 1929. 731 с.
20. Малышев Л. И., Пешкова Г. А., Байков К. С., Никифорова О. Д., Власова Н. В., Доронькин В. М., Зуев В. В., Ковтонюк Н. К., Овчинникова С. В. Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения. Новосибирск : Наука, 2005. 362 с.
21. Kubentayev S. A., Baasanmunkh S., Alibekov D. T., Tojibaev K. Sh., Nyamgerel N., Ivashchenko A. A., Tsegmed Z., Epiktetov V. G., Sitpayeva G. T., Izbastina K. S., Idrissova Z. T., Mukhtubayeva S. K., Abubakirova N. B., Gil H.-Y., Choi H. J. Revisiting the genus *Tulipa* (Liliaceae) in Kazakhstan, the country with the richest tulip diversity worldwide // PhytoKeys. 2024. Vol. 250. P. 95—163. DOI: 10.3897/phytokeys.250.136736.
22. Qu L., Xue L., Xing G., Zhang Y., Chen J., Zhang W., Lei J. Karyotype analysis of eight wild *Tulipa* species native to China and the interspecific hybridization with tulip cultivars // Euphytica. 2018. Vol. 214, N 65. DOI: 10.1007/s10681-018-2151-1.
23. Xing G. M., Zhang Y. Q., Zhang H. H., Wu T. Y., Lu J. J., Qu L. W. Breeding of new *Tulipa* cultivar through interspecific hybridization between tulip cultivar 'Bolroyal Dream' and *Tulipa altaica* // Acta Hort. 2022. Vol. 1345. P. 445—450. DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1345.61.
24. Zonneveld B. J. M. The systematic value of nuclear genome size for “all” species of *Tulipa* L. (Liliaceae) // Plant Systematics and Evolution. 2009. Vol. 281. P. 217—245. DOI: 10.1007/s00606-009-0203-7.

References

1. An'kova T. V. Redkie rasteniya vo flore Ul'binskogo khrebtta (Kazakhstan, Rudnyi Altai) [Rare plants in the flora of the Ulbinsky ridge (Kazakhstan, Rudny Altai)]. *Flora i rastitel'nost' Altaya. Trudy Yuzhno-Sibirskogo botanicheskogo sada* [Flora and vegetation of Altai. Works of the South Siberian Botanical Garden]. Barnaul, AzBuka Publ., 2004, vol. 9, pp. 5—10. (In Russian)
2. Baitenov M. B., Goloskokov V. P., Dmitrieva A. A., Dobrokhotova K. V., Kuznetsov N. M., Pavlov N. V., Polyakov P. P. *Flora Kazakhstana. T. 2* [Flora of Kazakhstan. Vol. 2]. Alma-Ata, Izd-vo Akademii nauk Kazakhskoi SSR Publ., 1958. 299 p. (In Russian)
3. Beideman I. N. *Metodika izucheniya fenologii rastenii i rastitel'nykh soobshchestv* [Methods of studying the phenology of plants and plant communities]. Novosibirsk, Nauka. Sib. otd-nie Publ., 1974. 155 p. (In Russian)
4. Bochantseva Z. P. *Tyul'pany* [Tulips]. Tashkent, Izd-vo Akademii nauk Uzbekskoi SSR Publ., 1962. 408 p. (In Russian)
5. Vainagii I. V. O metodike izucheniya semennoi produktivnosti rastenii [On the methodology of studying the seed productivity of plants]. *Botanicheskii zhurnal*, 1974, vol. 59, no. 6, pp. 826—831. (In Russian)
6. Vvedenskii A. I. Rod *Tulipa* L. [Genus *Tulipa* L.]. *Flora SSSR* [Flora of the USSR]. Leningrad. Izd-vo Akademii nauk SSSR Publ., 1935, vol. 4, pp. 246—280. (In Russian)
7. Vlasova N. V. *Tulipa* L. — Tyul'pan [*Tulipa* L. — Tulip]. *Flora Zapadnoi Sibiri* [Flora of Western Siberia]. Novosibirsk, Nauka. Sib. otd-nie Publ., 1987, vol. 4, pp. 102—103. (In Russian)
8. Gerasimovich L. V. Fenologicheskie i morfologicheskie osobennosti *Tulipa tarda* Stapf v usloviyakh lesostepnogo Priob'ya [Phenological and morphological features of *Tulipa tarda* Stapf in the conditions of the forest-steppe zone of the Ob-river region]. *Sotsial'no-ekologicheskie tekhnologii — Environment and Human: Ecological Studies*, 2021, vol. 11, no. 2, pp. 184—203. DOI: 10.31862/2500-2961-2021-11-2-184-203. (In Russian)
9. Gerasimovich L. V. *Tulipa sylvestris* L. v kollektzii Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN [*Tulipa sylvestris* L. in the collection of the Central Siberian Botanical Garden of the SB RAS]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Ser. Khimiya. Biologiya. Ekologiya — Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2022, vol. 22, no. 2, pp. 177—186. DOI: 10.18500/1816-9775-2022-22-2-177-186. (In Russian)
10. Gerasimovich L. V. *Tulipa urumiensis* Stapf v kollektzii Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN [*Tulipa urumiensis* Stapf in the collection of the Central Siberian Botanical Garden of the SB RAS]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2023, no. 2 (46), pp. 22—32. Available at: http://vestospu.ru/archive/2023/articles/2_46_2023.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.46.2. (In Russian)
11. Gerasimovich L. V. *Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. v kollektzii Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN [*Tulipa patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil. in the collection of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2024, no. 3 (51), pp. 6—20. Available at: http://vestospu.ru/archive/2024/articles/51/1_51_2024.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2024.51.1. (In Russian)
12. Danilova N. S. *Introduktsionnoe izuchenie rastenii prirodnoi flory Yakutii: metod. posobie po ucheb.-proizv. i proizv. praktike* [Introductory study of plants of the natural flora of Yakutia. Method. manual for educational-productive and productive practice]. Yakutsk, Izd-vo YaGU Publ., 2002. 39 p. (In Russian)
13. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experiment]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (In Russian)
14. Zaitsev G. N. *Matematika v eksperimental'noi botanike* [Mathematics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1990. 296 p. (In Russian)
15. Ivashchenko A. A. *Tyul'pany i drugie lukovichnye rasteniya Kazakhstana* [Tulips and other bulbous plants of Kazakhstan]. Almaty, Two Capitals Publ., 2005. 192 p. (In Russian)
16. *Krasnaya kniga Altaiskogo kraya. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya vidy rastenii* [Red Book of the Altai Territory. Rare and endangered plant species]. Barnaul, IPP Altai Publ., 2006. 262 p. (In Russian)
17. *Krasnaya kniga Omskoi oblasti* [Red Book of the Omsk region]. Omsk, OmGPU Publ., 2005. 460 p. (In Russian)
18. *Krasnaya kniga Omskoi oblasti. 2-e izd., pererab. i dop.* [Red Book of Omsk region. 2nd ed., rev. and suppl.]. Omsk, OmGPU Publ., 2015. 636 p. (In Russian)
19. Krylov P. N. *Flora Zapadnoi Sibiri. Vyp. 3* [Flora of Western Siberia. Iss. 3]. Tomsk, Tomskoe otd-nie Rus. botan. o-va Publ., 1929. 731 p. (In Russian)

20. Malyshev L. I., Peshkova G. A., Baikov K. S., Nikiforova O. D., Vlasova N. V., Doron'kin V. M., Zuev V. V., Kovtonyuk N. K., Ovchinnikova S. V. *Konspekt flory Sibiri: Sosudistye rasteniya* [Abstract of Siberian flora: Vascular plants]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2005. 362 p. (In Russian)

21. Kubentayev S. A., Baasanmunkh S., Alibekov D. T., Tojibaev K. Sh., Nyamgerel N., Ivashchenko A. A., Tsegmed Z., Epiktetov V. G., Sitpayeva G. T., Izbastina K. S., Idrissova Z. T., Mukhtubayeva S. K., Abubakirova N. B., Gil H.-Y., Choi H. J. Revisiting the genus *Tulipa* (Liliaceae) in Kazakhstan, the country with the richest tulip diversity worldwide. *PhytoKeys*, 2024, vol. 250, pp. 95—163. DOI: 10.3897/phytokeys.250.136736.

22. Qu L., Xue L., Xing G., Zhang Y., Chen J., Zhang W., Lei J. Karyotype analysis of eight wild *Tulipa* species native to China and the interspecific hybridization with tulip cultivars. *Euphytica*, 2018, vol. 214, no. 65. DOI: 10.1007/s10681-018-2151-1.

23. Xing G. M., Zhang Y. Q., Zhang H. H., Wu T. Y., Lu J. J., Qu L. W. Breeding of new *Tulipa* cultivar through interspecific hybridization between tulip cultivar 'Bolroyal Dream' and *Tulipa altaica*. *Acta Horti*, 2022, vol. 1345, pp. 445—450. DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1345.61.

24. Zonneveld B. J. M. The systematic value of nuclear genome size for “all” species of *Tulipa* L. (Liliaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 2009, vol. 281, pp. 217—245. DOI: 10.1007/s00606-009-0203-7.

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 21.05.2025; одобрена после рецензирования 18.06.2025;
принята к публикации 20.08.2025

The article was submitted 21.05.2025; approved after reviewing 18.06.2025;
accepted for publication 20.08.2025