

Биологические особенности *Tulipa riparia* в культуре *ex situ* на Южном Урале**Biological features of *Tulipa riparia* in culture *ex situ* in the South Ural**

Реут А. А., Биглова А. Р., Аллаярова И. Н.

Reut A. A., Biglova A. R., Allayarova I. N.

Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа, Россия

E-mail: cvetok.79@mail.ru

South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of the RAS, Ufa, Russia

Реферат. В статье приведены результаты исследования биологических особенностей эндемичного вида *Tulipa riparia* Knjaz., Kulikov et E. G. Philippov (Liliaceae) в условиях акклиматизации в Южно-Уральском ботаническом саду-институте Уфимского федерального исследовательского центра РАН. По ритму сезонного развития тюльпан причислен к группе ранневесенних быстро цветущих эфемероидов, характеризующихся ранним цветением, коротким периодом надземной вегетации и летним периодом покоя с устойчивым ритмом сезонного развития. В динамике суточного прироста наблюдаются два пика роста. В условиях культуры очень низкими значениями коэффициентов вариации характеризуются следующие признаки: длина листа, число цветков на особь, диаметр цветка, длина пыльника, длина и ширина пестика. *Tulipa riparia* характеризуется стабильностью ритмических процессов и приспособленностью к почвенно-климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья; жизненное состояние высокое; продуктивность и размеры соответствует природным, а чаще существенно превышают их; мало повреждаются вредителями и болезнями; жизненная форма сохраняется; растение способно к самовозобновлению, а иногда и расширению занимаемой площади. По результатам оценки успешности акклиматизации изученный вид рекомендован для культивирования в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья.

Ключевые слова. Динамика роста, оценка адаптационного потенциала, Республика Башкортостан, тюльпан причисленный, фенология.

Summary. The article presents the results of a study of the biological characteristics of the endemic species *Tulipa riparia* Knjaz., Kulikov et E. G. Philippov (Liliaceae) under acclimatization conditions in the South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences. According to the rhythm of seasonal development, the *Tulipa riparia* is classified as a group of early spring, fast-flowering ephemeroids, characterized by early flowering, a short period of above-ground vegetation and a summer dormant period with a stable rhythm of seasonal development. In the dynamics of daily growth, two growth peaks are observed. Under cultural conditions, the following features are characterized by very low coefficients of variation: leaf length, number of flowers per individual, flower diameter, anther length, pistil length and width. *Tulipa riparia* is characterized by the stability of rhythmic processes and adaptability to the soil and climatic conditions of the forest-steppe zone of the Bashkir Cis-Ural; high state of life; productivity and size correspond to natural ones, and more often significantly exceed them; little damage from pests and diseases; the life form is preserved; the plant is capable of self-renewal and sometimes expansion of the occupied area. Based on the results of assessing the success of acclimatization, the studied species was recommended for cultivation in the forest-steppe zone of the Bashkir Cis-Ural.

Key words. Assessment of adaptive potential, growth dynamics, Republic of Bashkortostan, phenology, *Tulipa riparia*.

Введение. Род Тюльпан (*Tulipa* L.) относится к семейству Лилейных (Liliaceae Juss.) и включает по различным источникам от 100 до 160 видов (Hall, 1940). Дикорастущие виды тюльпана очень декоративны и являются ценными растениями для использования в озеленении. В то же время ареалы многих видов тюльпана в природе постоянно сокращаются. Приспособленность тюльпана имеет относительный характер и определяется его способностью адаптироваться к различным условиям среды (Флора и растительность..., 2008).

Чрезвычайно актуальны сейчас исследования в отношении редких и исчезающих видов флоры при мониторинге современного состояния популяций этих видов и изучении возможных причин сокращения их численности (Кашин и др., 2016).

Из природных видов рода *Tulipa* в коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН начато изучение адаптационного потенциала тюльпана прибрежного, известного также как тюльпан приречный (*Tulipa riparia* Knjaz., Kulikov et E. G. Philippov) – вид многолетних луковичных травянистых растений с летним периодом покоя. *Tulipa riparia* был описан относительно недавно (Князев и др., 2001) и представляет северную триплоидную стерильную расу родства *T. biebersteiniana* s. l. и относится к неморальным эндемикам Южного Урала (Куликов, 2005). Этот вид является новым для флоры Республики Башкортостан и малоизучен на данной территории (Мухаметшина и др., 2015). Произрастает на лугах, в кустарниках и по опушкам лесов в долинах рек лесной зоны западного склона Южного Урала, в бассейне реки Белая (Князев и др., 2001); а также в пойменных лугах и в пойме реки Малый Инзер (Мухаметшина и др., 2014); реже встречается в лесной и лесостепной зоне Предуралья (Куликов, 2005). Цветки гелиофильные. Тюльпан прибрежный включён в Красную книгу Челябинской области (Князев, 2017). По систематике на основе анализа размера генома и по ряду других признаков (Zonneveld, 2009) *T. riparia* относятся к секции *Sylvestres* (Baker) Baker, подрода *Eriostemones* Raamsd. (Кутлунина и др., 2013). По жизненной форме изученный вид – весенний эфемероид, геофит, луковичный поликарпик, мезофит (Мухаметшина и др., 2014).

Одним из основных способов сохранения биоразнообразия дикорастущих редких и малораспространенных видов является размножение и изучение их при акклиматизации.

Цель работы – исследование биологических особенностей *Tulipa riparia* в культуре и оценка адаптационного потенциала в лесостепной зоне Башкирского Предуралья.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН с 2013 г. Посадочный материал получен из ботанического сада – института Поволжского государственного технологического университета (г. Йошкар-Ола).

Климат Республики Башкортостан характеризуется, как умеренно континентальный, со среднегодовой температурой воздуха $+2,8$ °С, с суммой осадков – 586 мм. Среднемесячная температура воздуха летом составляет 18 ± 2 °С; зимой -15 ± 3 °С. Весной и в начале лета часто дуют сухие юго-западные ветры. Безморозный период продолжается в среднем 140 ± 2 суток (Абрамова и др., 2019). Почвенный профиль характеризуется большой уплотненностью. Содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте серых лесных почв – 3–5,5 % (Яппаров и др., 1990).

Для анализа сезонного ритма развития растений применяли методику фенологических наблюдений в ботанических садах (1972). Динамику роста определяли путем измерения высоты растений каждые 5 дней. Уровень индивидуальной изменчивости определяли по эмпирической шкале С. А. Мамаева (Мамаев, 1972). В этой шкале выделены следующие уровни изменчивости: очень низкий – меньше 7 %; низкий – 8–12 %; средний – 13–20 %; повышенный – 21–30 %; высокий – 31–40 %; очень высокий – больше 40 %. В качестве меры взаимообусловленности признаков использовали парный коэффициент корреляции Пирсона (Злобин, 1989). Анализ фитоценотической пластичности морфометрических параметров проведен по модели, предложенной Ю. А. Злобиным (Злобин и др., 2013). Знаком «–» отмечают индексы фитоценотической пластичности, соответствующие негативным эффектам действия фитоценотической обстановки на морфологический параметр, а знаком «+» – позитивным. Значения индекса фитоценотической пластичности лежат в интервале от 0 до 1. Чем ближе к единице значение индекса (по модулю), тем выше уровень пластичности рассматриваемого признака.

Жизненность популяций оценивали с помощью индекса виталитета ценопопуляций (IVC) по размерному спектру особей (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004; Ишбирдин и др., 2005):

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N X_i / \bar{X}_i}{N}$$
, где X_i – значение i -го признака в популяции; \bar{X}_i – среднее значение i -го признака для всех сравниваемых популяций; N – число признаков.

Об экологической амплитуде вида судили по индексу размерной пластичности, который рассчитывали по формуле $ISP = IVC_{\max} / IVC_{\min}$ (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004).

Оценку успешности адаптации проводили по 15-балльной шкале Главного ботанического сада (Карпионовна, 1985), основанной на определении состояния интродуцентов по пяти показателям (семенное размножение, вегетативное размножение, размеры побегов по сравнению с природными, хо-

лодостойкость, повреждаемость болезнями и вредителями). При оценке каждого показателя использовали трехбалльную шкалу, в которой баллом 3 оценивали наилучшее состояние растения по данному признаку, баллом 2 – среднее, а баллом 1 – наихудшее.

Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью программы Microsoft Excel. Данные представлены в виде средней арифметической и ошибки средней ($M \pm m$).

Результаты исследования и обсуждение. Одним из основных критериев успешности адаптации видов является способность проходить полный цикл сезонного развития (Галимова, 2011). По ритму сезонного развития тюльпан приречный относится к группе ранневесенних быстро цветущих эфемероидов, характеризующихся ранним цветением, коротким периодом надземной вегетации (61 сутки) и летним периодом покоя. Начало весеннего отрастания *T. riparia* в ЮУБСИ УФИЦ РАН приходится на первую декаду апреля. Фаза бутонизации отмечена во второй декаде того же месяца и составляет 11 суток. Начало цветения наблюдается в мае. Продолжительность цветения составила 10 ± 2 суток. Семенное размножение не наблюдается – коробочек с семенами не образовал. По литературным данным (Жеребцова, 2005), вид является триплоидом, поэтому семенное размножение угнетено.

Анализ динамики суточного прироста за период с 2013 по 2023 гг. показал, что самый интенсивный рост наблюдается в фазы бутонизации (III декада апреля) и цветения (I декада мая). Максимальный прирост отмечен в фазу цветения – около 9 см в сутки.

Цветонос в основании восходящий, толщиной $0,35 \pm 0,07$ см. Стеблевые листья, направленные вверх, отклоненные, сизоватые, ланцетные, не превышающие цветок. Цветок одиночный, $3,20 \pm 0,10$ см в диаметре. Листочки околоцветника розово-лиловые, у основания желтые, внешние листочки околоцветника – ланцетные; внутренние эллиптические. Пыльники $0,41 \pm 0,03$ см длиной, $0,18 \pm 0,03$ см шириной. Длина тычиночной нити $1,57 \pm 0,17$ см. Луковицы яйцевидной формы, высотой $2,63 \pm 0,23$ см, диаметром $1,24 \pm 0,19$. Размножается луковицами, формирующимися на плагиотропных столонах.

Выявлено, что уровень индивидуальной изменчивости биометрических показателей у тюльпана приречного значительно различается. Изменчивость вариационного ряда очень низкая по длине листа, по числу цветков на особь, по диаметру цветка, по длине пыльника, по длине и ширине пестика ($C_v = 0-6\%$), что предположительно может указывать на их видовую специфичность и в дальнейшем, использовано при уточнении таксономической принадлежности определенного вида к той или иной группе, категории. Изменчивость вариационного ряда низкая по высоте растения, по ширине внутреннего и внешнего лепестка околоцветника, по длине тычиночной нити, по высоте луковиц ($C_v = 8-11\%$). Число листьев на особь, длина внутреннего лепестка, ширина пыльника, диаметр луковиц и стебля характеризуются средней степенью изменчивости ($C_v = 16-20\%$). Повышенный уровень изменчивости выявлен по ширине листа и по высоте внешнего лепестка ($C_v = 25-30\%$).

В отличие от изменчивости, пластичность проявляется в обратимых изменениях структур и функций организма при воздействии новых условий обитания. Обычно пластичность адаптивна и обеспечивает сохранение жизнеспособности особей. Одним из методов обнаружения пластичности является сопоставление средних арифметических значений для растений разных популяций, разных условий обитания. Уровень пластичности каждого отдельного признака обусловлен также видовыми особенностями растения, что может рассматриваться как видоспецифичность пластичности у растений (Методы изучения..., 2015).

Из результата анализа индексов фитоценотической пластичности видно, что у *T. riparia* наиболее отзывчивыми на изменение условий местообитания являются такие признаки, как высота растения и диаметр стебля (I_p составил 0,61 и 0,58 соответственно). Наименее пластичным признаком оказалось число листьев ($I_p = 0,27$).

Индекс размерной пластичности (ISP) вида составил 1,6. Очевидно, что размерная пластичность вида относительно невысока по сравнению с индексами, рассчитанными А. Р. Ишбирдиным с соавторами (2005) для ряда видов рудеральных травянистых растений. Например, для циклохены дурнишничколистной (*Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen.) ISP составил 4,95, для лебеды татарской – 6,28. Но размерная пластичность *T. riparia* соответствует пределам размерной пластичности для многолетних травянистых растений (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004) и близка, например, размерной пластичности, рассчитанной для *Cephalanthera rubra* L. (Ишбирдин и др., 2005). Исходя из анализа индекса размерной пластичности, мы приходим к заключению о том, что *T. riparia* обладает сравнительно узкой экологической амплитудой.

Выявлена слабая корреляционная взаимосвязь между параметрами длины и ширины листа ($r = 0,60$) и внешнего лепестка околоцветника ($r = 0,31$), высоты и диаметра луковицы ($r = 0,56$), при уровне значимости – $p\text{-level} < 0,05$.

Подтверждением успешности адаптации видов флоры РБ в условиях культуры являются результаты сравнения морфометрических характеристик тюльпана приречного в естественных условиях произрастания и при акклиматизации (табл. 1). Выявлено, что в культуре существенно увеличиваются высота растения (до 1,9 раза), длина и ширина листа (до 1,5 раза), длина внешних и внутренних лепестков (до 1,1 раза), ширина внешнего лепестка (до 1,6 раза), т.е. улучшаются признаки, определяющие габитус и декоративность растения.

Таблица 1

Морфометрические характеристики *Tulipa riparia* в естественных условиях произрастания и в культуре *ex situ*

Параметры	ЮУБСИ		ЮУГПЗ*		Челябинская область, Ашинский район**	
	М ± m	C _v , %	М ± m	C _v , %	М ± m	C _v , %
Высота растения, см	34,88 ± 3,01	9	31,3 ± 0,78	2	18,84 ± 4,42	23
Число листьев на особь, шт.	2,17 ± 0,37	17	2,00 ± 0,00	0	2,45 ± 0,50	20
Длина листа, см	20,73 ± 1,30	6	14,85 ± 0,51	3	14,86 ± 4,11	28
Ширина листа, см	1,93 ± 0,58	30	1,55 ± 0,05	3	1,28 ± 0,36	28
Число цветков на особь, шт.	1,00 ± 0,00	0	1,00 ± 0,00	0	1,00 ± 0,00	0
Длина внешнего лепестка, см	4,17 ± 1,06	25	3,82 ± 0,08	2	***	–
Ширина внешнего лепестка, см	2,37 ± 0,21	9	1,47 ± 0,06	4	–	–
Длина внутреннего лепестка, см	3,90 ± 0,61	16	3,61 ± 0,07	2	–	–
Ширина внутреннего лепестка, см	1,37 ± 0,12	8	1,52 ± 0,06	4	–	–

Примеч.: * – Мухаметшина и др., 2014; ** – Кутлунина и др., 2013; *** – данные отсутствуют.

T. riparia отнесен к высокоустойчивым растениям (12 баллов), т. к. он проходит полный годичный цикл развития побегов, характеризуется стабильностью ритмических процессов и приспособленностью к почвенно-климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья; жизненное состояние высокое; продуктивность и размеры соответствуют природным, а чаще существенно превышают их; жизненная форма сохраняется; мало повреждаются вредителями и болезнями; растение способно к самовозобновлению, а иногда и расширению занимаемой площади (табл. 2).

Таблица 2

Оценка успешности адаптации *Tulipa riparia* по 15-балльной шкале

Показатели					
Семенное размножение	Вегетативное размножение	Размеры побегов	Холодостойкость	Повреждаемость болезнями и вредителями	Итого
-	3	3	3	3	12

Выводы. По ритму сезонного развития тюльпан приречный относится к группе ранневесенних быстро цветущих эфемероидов, характеризующихся ранним цветением, коротким периодом наземной вегетации (61 сутки) и летним периодом покоя. Динамика суточного прироста характеризуется двумя пиками роста в фазы бутонизации и цветения.

Установлено, что очень низкий уровень индивидуальной изменчивости характерен длине листа, числу цветков на особь, диаметру цветка, длине пыльника, длине и ширине пестика ($C_v = 0-6\%$), что предположительно может указывать на их видовую специфичность и в дальнейшем, использовано при уточнении таксономической принадлежности определенного вида к той или иной группе, категории. Остальные изученные биометрические показатели характеризуются лабильностью признаков, что указывает на их высокую гетерогенность морфометрических параметров, как проявление высоких адаптивных свойств.

Оценка успешности акклиматизации показала, что *T. riparia* характеризуется стабильностью ритмических процессов и приспособленностью к почвенно-климатическим условиям лесостепной

зоны Башкирского Предуралья; жизненное состояние высокое; продуктивность и размеры соответствуют природным, а чаще существенно превышают их; мало повреждаются вредителями и болезнями; жизненная форма сохраняется; растение способно к самовозобновлению, а иногда и расширению занимаемой площади. Изученный вид отнесен к высокоустойчивым растениям и рекомендуется для культивирования в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания № 122033100041-9 по программе «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования».

ЛИТЕРАТУРА

Абрамова Л. М., Анищенко И. Е., Вафин Р. В., Голованов Я. М., Жигунов О. Ю., Зарипова А. А., Кашаева Г. Г., Лебедева М. В., Полякова Н. В., Реут А. А., Шигапов З. Х. Растения Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН. – Уфа: Мир печати, 2019. – 304 с.

Галимова О. В. Флористические находки в Южно-Уральском заповеднике за 2011 год // Природа, наука и туризм: сборник. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2011. – С. 43–45.

Жеребцова М. И. Пространственная и генетическая структура популяции тюльпана приречного (*Tulipa riparia*) в нижнем течении р. Куряк // Экология: от генов до экосистем: Материалы конференции молодых учёных (Екатеринбург, 25–29 апреля 2005 г.). – Екатеринбург, 2005. – С. 90–94.

Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений: Учеб.-метод. пособие. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1989. – 146 с.

Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. – Сумы: Университетская книга, 2013. – 439 с.

Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценологические стратегии выживания травянистых растений // VII Всерос. популяционный семинар «Методы популяционной биологии»: материалы. Ч. 2. – Сыктывкар, 2004. – С. 113–120.

Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М., Журнова Т. В. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского государственного заповедника // Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология, 2005. – Вып. 1 (9). – С. 85–98.

Карписонова Р. А. Травянистые растения широколиственных лесов СССР. – М.: Наука, 1985. – 264 с.

Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. Особенности экологической стратегии *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida) // Поволжский экологический журнал, 2016. – № 2. – С. 209–221.

Князев М. С., Куликов П. В., Филиппов Е. Г. Тюльпаны родства *Tulipa biebersteiniana* (Liliaceae) на Южном Урале // Бот. журн., 2001. – Т. 86, № 3. – С. 109–119.

Князев М. С. *Tulipa riparia* // Красная книга Челябинской области: Животные, растения, грибы / отв. ред. А. В. Лагунов. – М.: Реарт, 2017. – С. 246.

Куликов П. В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). – Екатеринбург; Миасс: Геотур, 2005. – 537 с.

Кутлунина Н. А., Полежаева М. А., Пермьякова М. В. Морфологический и генетический (AFLP) анализы видов тюльпанов родства *T. biebersteiniana* (Liliaceae) // Генетика, 2013. – Т. 49, № 4. – С. 461–471.

Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1972. – 283 с.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах / Под ред. Л. И. Лапина. – М.: ГБС АН СССР, 1972. – 135 с.

Методы изучения ценопопуляций цветковых растений. – Саратов: Саратовский гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского, 2015. – 127 с.

Мухаметшина Л. В., Барлыбаева М. Ш., Ишмуратова М. М., Муллабаева Э. З. Оценка состояния ценопопуляции *Tulipa riparia* Knjasev, Kulikov et Philiprov при мониторинговых исследованиях на территории Южно-Уральского государственного природного заповедника // Труды Южно-Уральского государственного природного заповедника: сборник. – Уфа, 2014. – С. 117–131.

Мухаметшина Л. В., Ишмуратова М. М., Муллабаева Э. З. Особенности биологии и ценопопуляционные характеристики видов рода *Tulipa* L. на Южном Урале // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле, 2015. – Т. 25, вып. 2. – С. 101–108.

Флора и растительность Южно-Уральского государственного природного заповедника. – Уфа: Гилем, 2008. – 528 с.

Яптаров Ф. Ш., Хайбуллин Р. И., Мукатанов А. Х. Рациональное использование почвенных ландшафтов ботанических садов // Ботанические исследования на Урале: сборник. – Свердловск: Уро АН СССР, 1990. – 128 с.

Hall A. D. The Genus *Tulipa* L. – London: Royal. Hort. Soc., 1940. – 171 pp.

Zonneveld B. J. M. The systematic value of nuclear genome size for “all” species of *Tulipa* L. (Liliaceae). – Plant. Syst. Evol., 2009. – Vol. 281. – P. 217–245.