

Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2013. – № 3. – С. 35–43.

12. Фенологические наблюдения (организация, проведение, обработка). – Л.: «Наука», 1982 – 224 С.

13. Ханугин А.А., Сенчугова М.А., Чугунов Г.Г. Популяционные исследования *Iris aphylla* L. (Iridaceae) в Республике Мордовия в 2017 году // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. – 2018. – № 20. – С. 176–191.

14. Хомани Е.Е., Заякин В.В., Музачин В.В., Семенецков Ю.А., Нам И.Я. Сохранение редкого в Брянской области вида *Iris aphylla* L. (Iridaceae) в культуре *in vitro* // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2016. – № 1. – С. 102–106.

15. Nadiradze T., Eradze N. In situ conservation of some rare and endemic species of Iridaceae family in national botanical garden of Georgia // European researcher. – 2014. – № 6–2 (77). – P. 1117–1121.

Статья поступила в редакцию 12.03.2020 г.

Beksheneva L.F., Reut A.A. Study and conservation of *Iris aphylla* L. during introduction in the Southern Urals // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2020. – № 135. – P. 139–147.

The article provides information about some biological features of the rare species *Iris aphylla* L., listed in a number of regional Red books. Ten-year-old plants, introduced into the South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of RAS, were studied. Phenological features of the species, indicators of seed productivity and morphometric parameters of cultivars were studied. The assessment of decorative qualities and success of introduction of *I. aphylla* is carried out. It was revealed that the seed-grown species of *I. aphylla* in the forest-steppe zone of the Bashkir Urals passes the full cycle of development. According to the terms of flowering, the introduced species is referred to the group of early-flowering irises. Seed productivity is estimated as average. According to the assessment of the decorative qualities *I. aphylla* is referred to medium decorative plants. The early and fairly long flowering has been noted, as well as the presence of several buds on the shoot. The success of the introduction was six points, that is, the introduced species regularly mass flowering, bears fruit, reproduces vegetative, has a high resistance to local climatic conditions. *I. aphylla* is recommended to replenish the zonal assortment of cultivated plants of the Republic of Bashkortostan.

Keywords: *Iris aphylla*; phenorhythms; seed productivity; morphological parameters; introduction; category of rarity

УДК 581.4:582.4(571.1/5)

DOI: 10.36305/0513-1634-2020-135-147-153

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАНОГЕНЕЗ ВИДОВ РОДА *HOSTA* TRATT.

Людмила Леонидовна Седельникова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101
E-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Впервые проведен сравнительный анализ органогенеза у видов рода *Hosta* – *H. decorata*, *H. sieboldiana*, *H. lancifolia* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Установлено, что внутривидовое формирование генеративных органов у данных видов закладывается в период роста монокарпического побега в мае – июне. Дифференциация конуса нарастания побега возобновления происходит синхронно с III по VIII этапы органогенеза в течение 56–91 дня. У раннецветущего вида *H. decorata* органобластительный процесс наступает на 25–27 дней быстрее, чем у позднецветущего *H. lancifolia*. Генеративные органы в зачаточном соцветии формируются акропетально. Этапы

органогенеза с IX по XII соответствуют фенофазам от начала цветения до плодоношения. В предзимний период конус нарастания побега возобновления у всех видов находится на II этапе органогенеза, в его базальной части заложено от 4 до 6 листовых метамеров.

Ключевые слова: органогенез; монокарпический побег; *Hosta decorata*; *H. sieboldiana*; *H. lancifolia*; Западная Сибирь

Введение

Процессы формирования генеративных органов у растений обусловлены генетическим и эколого-географическим происхождением вида. В связи с этим, адаптационная способность вида в период сезонного развития в конкретных условиях обитания проявляется при морфогенезе. Адаптациям свойственно четыре типа морфофизиологической изменчивости растений: онтогенетической, нанической, формообразовательной, депрессивной [6]. При изучении инорайонных видов в условиях не свойственных их естественному обитанию, у растений чаще проявляется депрессивная адаптация, выраженная в морфологической изменчивости формирования органов, в том числе и на ранних этапах органогенеза. Исследование биологических возможностей растений муссонного климата, к которым относятся представители рода *Hosta* Tratt. (*Funkia* Sprend.) сем. Hostaceae В. Mathew, проводится в различных регионах России [1, 2, 3, 5, 10, 11, 12]. Известно, что меристематические ткани хост химерны, что ведет к расширенным исследованиям хост за рубежом [14, 16]. Изучение биологии цветения [15] и микрклонального размножения [7] способствует выявлению адаптационных возможностей хост. Однако работ в области сравнительного органогенеза побега возобновления хост отмечено недостаточно [13].

Цель работы – изучить особенности органогенеза в течение малого жизненного цикла развития монокарпического побега у *Hosta decorata*, *H. sieboldiana*, *H. lancifolia*, в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили виды сем. Хостовых (Hostaceae): *Hosta decorata* L.H. Bailey – Хоста Декората [17], *H. sieboldiana* (Hook.) Engl. – Х. Зибольда, *H. lancifolia* Engl. – Х. ланцетолистная [8] (рис.1). При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534. Изучение морфогенеза, с описанием этапов органогенеза конуса нарастания монокарпического побега, проведено по методике Ф.М. Куперман [6] у особей генеративного возрастного состояния. Апикальная зона монокарпического побега проанализирована с помощью стереомикроскопа Carl Zeiss Stereo Discovery V 12, с использованием микрофотографий полученных в центре коллективного пользования ЦСБС СО РАН. Морфологическая терминология принята согласно работе [4]. Морфоанализ растений проведен в 2017–2018 гг. Определено, что 2017 г. отличался очень засушливым, недостаточно увлажненным вегетационным периодом, гидротермический коэффициент (ГТК = 0,63), 2018 г. был избыточно увлажненный (ГТК = 2,11).



Рис. 1 *Hosta decorata* (а), *Hosta sieboldiana* (б), *Hosta lancifolia* (в) в коллекции ЦСБС

Результаты и обсуждение

Отрастание побега возобновления хост весной наблюдается в Сибири при переходе устойчивых среднесуточных температур $> +15^{\circ}\text{C}$ со второй по третью декады мая (11.05–22.05). Установлено, что состояние конуса нарастания побега у *H. decorata* (12.05) и *H. sieboldiana* (15.05) характеризуется началом дифференциации главной оси побега на зачаточное соцветие и переходом на III этап органогенеза (рис. 2 а). При этом образование настоящих стеблевых листьев не прекращается, которые формируются в базальной части оси соцветия, их от 7 до 15 шт. Определено, что апикальная зона конуса нарастания побега у *H. lancifolia* в этот период остается еще на II этапе органогенеза, в базальной части закладываются листья в числе 3–4 шт.

Переход конуса нарастания у *H. decorata* на IV этап органогенеза отмечен через 2–4 дня (14.05–16.05), где отчетливо наблюдали на оси зачаточного соцветия появление 1–2 боковых конусов, из которых формируются по одному зачаточному цветку. Причем у *H. sieboldiana* это состояние наступает позднее на 3–5 дней (17.05–21.05), чем у *H. decorata* (рис. 2 б). На этом этапе органогенеза преимущественное значение приобретает закладка боковых конусов нарастания, развитие которых быстро обгоняет рост верхушечного центрального конуса нарастания, который продолжительный период не дифференцирован. Это обуславливает быстрый переход нижних цветков на V этап органогенеза и свидетельствует об усилении явления разнокачественности внутривершинного развития органов. Цветки формируются в акропетальном направлении и на нижних цветках уже заложены покровные органы цветка – чашелистики. Это состояние характерно для V этапа органогенеза, на котором происходит также закладка тычинок и пестика. На этом этапе усиливается проявление формирования органов у 1–3-х нижних цветков, которое выражено в их быстром развитии, по сравнению с верхними (рис. 1 в). Шестой этап органогенеза наступает через 7 дней у *H. decorata* (21.05) и *H. sieboldiana* (24.05). В начале первой декады июня (06.06) на оси соцветия у *H. decorata* формируются зачаточные цветки 9–10 шт., у *H. sieboldiana* 5–8 шт. Морфоанализ побега возобновления *H. lancifolia* показал, что конус его нарастания только в первой декаде июня переходит на III этап органогенеза, т.е. через 14–15 дней от начала отрастания надземной части побега.

Дальнейшее внутривершинное развитие зачаточного соцветия у *H. decorata* и *H. sieboldiana* продолжено в течение июня – июля мес. и связано с формированием с VII по VIII этапы органогенеза (рис. 2 г). На этих этапах у зачаточного генеративного побега наблюдали усиленный рост не только прицветников (брактеей), чашелистиков, но и формирование тычиночных нитей, пыльников, плодolistика и рыльца у первого – второго цветков. На седьмом этапе осуществляется формирование мужского и

женского гаметофита. Для VIII этапа характерно окрашивание первых сформировавшихся цветков в соцветии, находящихся в фазе бутонов. Установлено, что в этот же период в течение июня–августа мес. у *H. lancifolia* наблюдали постепенный переход конуса нарастания побега с IV по VIII этапы органогенеза (см. рис. 2 б, в, г).

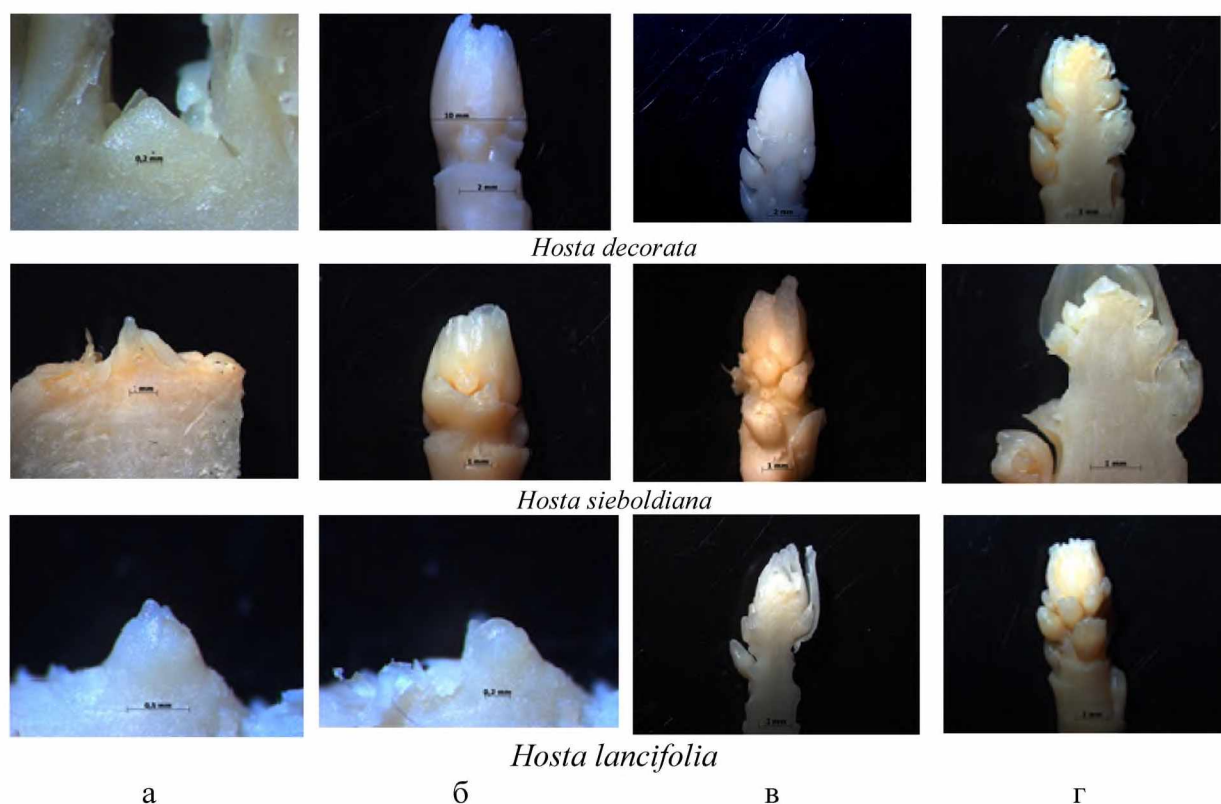


Рис. 2 Этапы органогенеза (III – VIII) видов хост в условиях лесостепной зоны Западной Сибири
Примечание: а – III, б – IV, в – V–VI, г – VII–VIII

Последующие этапы органогенеза связаны не только с продолжением формирования роста органов, но и с их специфическими особенностями, которые характерны для вида. Рост побега с IX по XII этапы органогенеза дает возможность для визуального наблюдения за развитием хост. Девятый этап органогенеза характеризуется процессами цветения и оплодотворения, X–XII плодоношения и формирования полноценных семян. Эти процессы в развитии хост соответствуют таким фенофазам, как бутонизация, цветение, плодоношение, которые индивидуально проявляются у видов хост в условиях Новосибирска. Для вида *H. decorata* характерен раннецветущий тип развития, для *H. sieboldiana* – среднецветущий, *H. lancifolia* – позднецветущий [12], что нами установлено в развитии монокарпического побега в ходе органогенеза и отражено в фенологических фазах за 2017–2018 гг. (табл. 1). Все виды формируют семена, при их прорастании инициальное состояние клеток апикальной зоны проростка отнесено к I этапу органогенеза [6].

Таблица 1

Фенологические фазы развития хост в условиях Новосибирска (2017–2018 гг.)

Вид	Бутонизация	Цветение	Плодоношение	Сумма t*
<i>Hosta decorata</i>	23.06 – 06.07	05.07 – 30.08	21.07 – 20.09	>1156°C
<i>Hosta sieboldiana</i>	20.07 – 02.08	02.08 – 10.09	27.08 – 25.09	>1238°C
<i>Hosta lancifolia</i>	08.07 – 30.08	20.08 – 15.09	05.09 – 30.09	>1378°C

Примечание: * сумма положительных температур > + 15 °C к началу цветения

Исследование монокарпического побега с дициклическим типом развития у трех видов хост с ранней весны до поздней осени показало, что последующий за ним побег возобновления n -ого порядка закладывается за год до цветения (август – сентябрь месяц) в виде почки на укороченной части корневища. В предзимний период в почке возобновления сформировано от 4 до 6-ти листовых метамеров. Анализ состояния почек возобновления у видов: *H. decorata*, *H. sieboldiana*, *H. lancifolia*, несмотря на то, что они отличаются по срокам цветения, показал, что в предзимний период (10.10.2017 г.) их конус нарастания находился на втором этапе органогенеза (рис. 3 а, б, в). По всей вероятности это свидетельствует об адаптации теплолюбивых по происхождению видов рода *Hosta* к сохранению генеративных органов побега возобновления в период зимнего длительного покоя (7 мес.) от неблагоприятных погодных факторов.

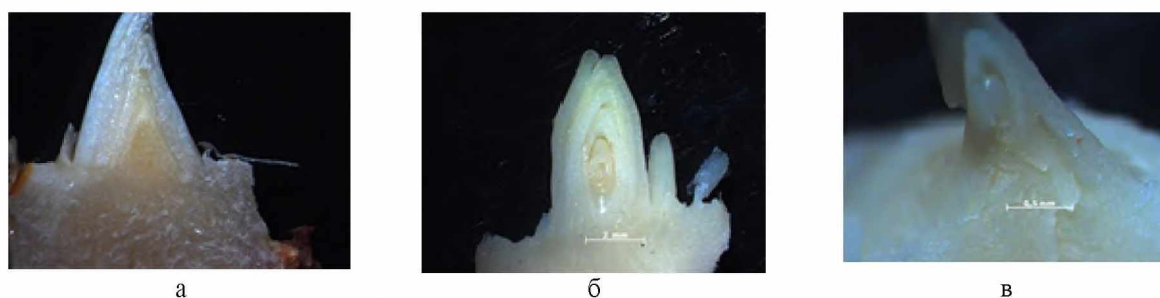


Рис. 3 Почки возобновления *Hosta decorata* (а), *Hosta sieboldiana* (б), *Hosta lancifolia* (в) на II этапе органогенеза в предзимний период

В целом, изученные нами виды хост по происхождению представители Восточноазиатской флоры. Они успешно адаптируются в условиях лесостепной зоны Западной Сибири уже на ранних этапах органогенеза. Проявление видоспецифичности выражено в последовательном формировании зачаточных органов, свойственных их генотипу. Отмечено, что начальные этапы органогенеза формирования первых цветков в соцветии (III–V) проходят ускоренно (3–5 дней) по сравнению с последующими. Установлено, что формирование генеративных органов с VI по VIII этапы органогенеза более продолжительное и у раннецветущего вида *H. decorata* происходит в среднем за 32–45 дней, у среднецветущего вида *H. sieboldiana* за 56–68 дней, позднецветущего *H. lancifolia* за 58–76 дней. Причем цветки формируются акропетально (15–28 шт.), что в дальнейшем в период роста хост в соцветии одновременно наблюдается цветение верхних цветков и плодоношение нижних. Известно, что на формирование органов растений влияет температурный градиент [9]. Раннецветущий вид зацветает при сумме положительных температур $>1156^{\circ}\text{C}$, среднецветущий $>1238^{\circ}\text{C}$, позднецветущий $>1378^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 1). Цветение *H. decorata* наступает на 26–27 дней быстрее, чем у *H. sieboldiana* и на 45–47 дней, чем у *H. lancifolia*. Гидротермические режимы в разные вегетационные периоды различны и влияют на рост и развитие хост. Так в засушливый, недостаточно увлажненный вегетационный период 2017 г. (ГТК = 0,63) развитие фенофаз ускорено, в холодный увлажненный 2018 г. (ГТК = 2,11) растянуто, но цветение всегда наступает в пределах нормы соответствующей сумме указанных выше положительных температур для изученных видов хост.

Выводы

1. Специфика органогенеза монокарпического побега хост в условиях лесостепной зоны Западной Сибири заключается в формировании генеративных органов в весенне-ранне-летний период роста. У раннецветущего вида *H. decorata* дифференциация конуса нарастания на соцветие (III этап органогенеза)

наступает на 3–5 дней быстрее, чем у среднецветущего *H. sieboldiana* и на 25–27 дней, чем у позднецветущего вида *H. lancifolia*.

2. Цветки в соцветии закладываются синхронно в акропетальной последовательности и быстрее дифференцируют репродуктивные органы (IV–VIII этапы) по сравнению с верхушечным центральным конусом нарастания, который до начала цветения остается не дифференцированным. Продолжительность с III по VIII этапы органогенеза монокарпического побега у хост составляла 56–91 день.

3. В период сезонного развития (120–130 дней) побег проходит с II по XII этапы органогенеза. В предзимний период побеги возобновления у *H. decorata*, *H. sieboldiana*, *H. lancifolia* зимуют в вегетативном состоянии.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проекту № АААА-А17-1170126100053-9 “Выявление путей адаптации растений к контрастным условиям обитания на популяционном и организменном уровнях”.

Список литературы

1. Бойко И.В. Сучасний ареал поширення представників роду *Hosta* Tratt. // Автохтонні та інтродуковані рослини. – 2015. – Вип. 11. – С. 16 – 20.
2. Волкова С.А., Солохин А.В. Числа хромосом некоторых видов флоры Сахалина // *Turczaninowia*. – 2014. – 17(3). – С. 20 – 26.
3. Давлетбаева С.Ф., Реут А.А. Итоги интродукции представителей рода *Hosta* Tratt. В Южно-Уральском ботаническом саду – институт УФИИ РАН // Научное обеспечение устойчивого развития плодородства и декоративного садоводства: материалы международной научно-практической конференции (Сочи, 23 – 29 сентября 2019 г.). – С. 109 – 113.
4. Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А. Основные термины и понятия современной биоморфологии. – М. : МГУ, 1993. – 147 с.
5. Казакова И.С. Интродукция видов рода хоста (*Hosta* Tratt.) в Предгорном Крыму // Вест. Крас. ГАУ. – 2015. – №10. – С. 45–51.
6. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высш. школа, 1977. 288 с.
7. Мухаметвафина А.А., Миронова Л.Н. Опыт микроклонального размножения хост корневыми почками // Изв. Уф. Науч. Центра РАН. – 2013. – №1. – С. 38 – 41.
8. Полетико О.М. *Hosta* Tratt. – Хоста // Декоративные травянистые растения. – Л.: Наука, 1977. – Т.2. – С. 105–110.
9. Радченко С.И. Температурные градиенты и растение. – М. Л.: Наука, 1966. – 203 с.
10. Седельникова Л.Л. Виды рода *Hosta* (Hostaceae) при интродукции в Западной Сибири // Вест. Крас. ГАУ. – 2012. – № 11. – С. 151 – 158.
11. Седельникова Л.Л. Сравнительный морфогенез интродуцентов из рода *Nemerocallis*, *Hosta*, *Iris* в лесостепной зоне Западной Сибири // Ученые записки Тавр. нац. ун-та им. В. И. Вернадского, Сер. Биология, химия. – 2014. – Т.27 (66). – №5. – С. 148 – 153.
12. Седельникова Л.Л. Декоративнолиственные хосты при интродукции в Сибири // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. – 2018. – Т.13. – №1. – С. 25–31. DOI: 10.21209/2500-1701-2018-13-1-25-31
13. Седельникова Л.Л. Морфогенез и репродуктивная способность монокарпического побега *Hosta sieboldiana* (Hook.) Engl. (*Hostaceae*) в условиях Новосибирской области. // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология.

Экология. – 2019. – Т.19. – Вып. 4. – С. 421 – 426. DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-4-421-426>.

14. Zonneveld B. J. M. Nuclear DNA content of ploidy chimeras of *Hosta* Tratt. (*Hostaceae*) demonstrate three apical layers in all organs, but not in the adventitious root // Plant Systematics and Evolution. – 2007. – Vol. 269, No. 1/2. – P. 29 – 38.

15. Denisow B., Pogroszewska E., Laskowska H. The effect of silicon on nectar and pollen production in *Hosta* Tratt. “*Krossa Regal*” // Acta Sci. Pol. Hortorum Culrus. – 2015. – Vol. 14 (4). – P. 131 – 142

16. Witomska M., Lukaszewska A., Tyszkiewicz A. In vitro storage of *Hosta* Tratt. cultures // Journal of Fruit Ornamental Plant Research. – 2008. – Vol. 16. – P. 371 – 382.

17. <https://procvetok.com/ru/plants/hosta-decorata>

Статья поступила в редакцию 27.01.2020 г.

Sedelnikova L.L. Comparative organogenesis of the species of the genus *Hosta* Tratt. // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2020. – № 135. – P. 147-153.

For the first time, a comparative analysis of organogenesis in *Hosta* species – *H. decorate*, *H. sieboldiana*, and *H. lancifolia* in the forest-steppe zone of Western Siberia was performed. It was found that the intrarenal formation of generative organs in these species is laid during the growth of monocarpic shoot in May-June. Differentiation of the growth cone of the renewal shoot occurs synchronously from stages III to VIII of organogenesis for 56 – 91 days. In the early-flowering species *H. decorate*, the organ-forming process occurs 25 – 27 days faster than in the late-flowering *H. lancifolia*. Generative organs in the rudimentary inflorescence are formed acropetally. Stages of organogenesis from IX to XII correspond to phenophases from the beginning of flowering to fruiting. In the pre-winter period, the cone of growth of the renewal shoot in all species is at the II stage of organogenesis, with 4 to 6 leaf metamers embedded in its basal part.

Keywords: *organogenesis; monocarpic escape; Hosta decorate; H. sieboldiana; H. lancifolia; Western Siberia*

УДК 581.14

DOI: 10.36305/0513-1634-2020-135-153-158

ОНТОГЕНЕЗ *DIANTHUS ANDRZEJOWSKIANUS* (ZAPAL.) KULCZ. В УСЛОВИЯХ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Ляйсан Хамзаевна Узянбаева, Антонина Анатольевна Реут

Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450080, Республика Башкортостан, Россия, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3
E-mail: cvetok.79@mail.ru

Статья посвящена результатам интродукционного изучения *Dianthus andrzejowskianus* (Zapal.) Kulcz. на базе Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН. Приведены данные по онтогенезу данного вида. Описаны три возрастных периода (латентный, прегенеративный и генеративный) и 6 онтогенетических состояний (проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное, молодое и средневозрастное генеративные состояния). Индикаторными признаками возрастных состояний являются: для проростков – наличие тонкого зародышевого корешка, двух семядолей овальной формы; для ювенильных особей – появление первых настоящих листьев; для имматурных особей – переход растений к симподиальному нарастанию и разрастание корневой системы. В виргинильном состоянии увеличивается вегетативная сфера, растение приобретает черты взрослых особей. У молодых генеративных растений появляются немногочисленные репродуктивные побеги. Средневозрастное генеративное состояние характеризуется наиболее мощно развитой вегетативной и репродуктивной сферами.