



БИОЛОГИЯ

УДК 581.4:582.4(571.1/5)

Морфогенез и репродуктивная способность монокарпического побега *Hosta sieboldiana* (Hook.) Engl. (Hostaceae) в условиях Новосибирской области

Л. Л. Седельникова

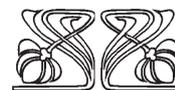
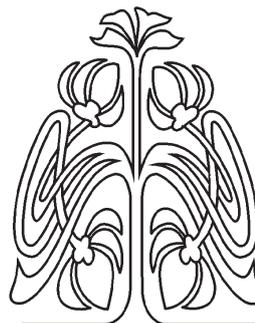
Седельникова Людмила Леонидовна, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, Новосибирск, lusedelnikova@yandex.ru

Представлены результаты изучения морфогенеза монокарпического побега в период сезонного развития *Hosta sieboldiana*. Показано, что процессы образования генеративных органов происходят у *H. sieboldiana* в период весенне-летней вегетации побега. Генеративный побег формируется за 75–76 дней до цветения. Установлено, что конус нарастания побега дифференцируется внутривеично со II по VIII этап органогенеза. Цветки закладываются в акропетальном направлении. Продолжительность цветения составляла 25–38 дней, плодоношения – 29–30 дней. Реальная семенная продуктивность в 3–4 раза ниже, чем потенциальная. Фертильность пыльцы составляет 55–60%. В предзимний период в почках возобновления формируются зачаточные вегетативные органы. Конус нарастания побега зимует на II этапе органогенеза в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

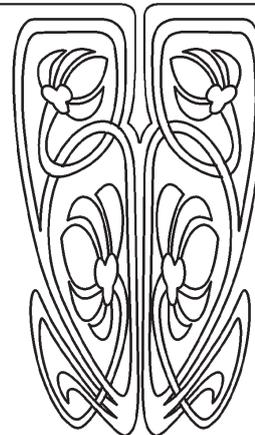
Ключевые слова: *Hosta sieboldiana*, органогенез, монокарпический побег, Западная Сибирь.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-4-421-426>

Монокарпический побег травянистых растений представляет собой побег возобновления, малый жизненный цикл которого состоит из надземного и подземного развития. После плодоношения надземный побег отмирает, а нижняя часть в виде резиды, на которой располагаются почки возобновления, входит в состав многолетней побеговой системы [1, 2]. В связи с этим формообразовательные процессы в ходе развития претерпевают адаптацию уже на ранних этапах органогенеза. Поэтому исследование растений инорайонных флор, не свойственных их эколого-географическому происхождению, требует комплексного подхода для выявления особенностей морфогенеза у видов в специфических условиях возделывания. Достаточно широкий адаптивный потенциал имеют виды и садовые культивары из рода *Hosta* Tratt., обитающие в природе в муссонном климате Японии, Китая, Кореи и Приморского края, которые используются в декоративном садоводстве во многих регионах России [3–6]. В настоящее время проявляется тенденция исследования анатомо-морфологических, ритмологических, репродуктивных, биохимических особенностей этой культуры как критериев их функциональной адаптации и репрезентативности [7–10]. Среди них *Hosta sieboldiana* (Hook.) Engl. – хоста Зибольда,



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





семейство Хостовых (*Hostaceae* Tratt.) родом из Японии (о. Хонсю). Разные аспекты биологии этого вида исследуются нами с 2008 г. [11–13], однако процесс образования репродуктивных органов монокарпического побега у этого вида не изучен, что явилось основанием выполнения данной работы.

Цель работы – определить особенности морфогенеза генеративных органов и репродуктивную способность *Hosta sieboldiana* в период сезонного развития в условиях лесостепной зоны Новосибирской области.

Материалы и методы

Объектом изучения служил вид *Hosta sieboldiana* – представитель восточноазиатской флоры. 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 [14]. Фертильность пыльцы определена ацетокарминовым методом [15] на временных препаратах. Семенная продуктивность изучена согласно общепринятым методикам [16–17]. Число измерений по каждому показателю проведено в десятикратной повторности. Апикальная зона состояния монокарпического побега проанализирована с помощью стереомикроскопа Carl Zeiss Stereo Discovery V 12 с использованием микрофотографий, полученных в центре коллективного пользования ЦСБС СО РАН. Статистический анализ данных выполнен с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Исследование показало, что монокарпический побег (побег возобновления) у *H. sieboldiana* закладывается за год до цветения (август–сентябрь) в виде почки возобновления на укороченной части корневища. В предзимье у побега формируются только зачаточные вегетативные органы – листья (4–5 шт.). Конус нарастания побега находится на II этапе органогенеза (10.10.2017 г.), и его размер в пределах 0,5–1,0 мм. В таком состоянии растения переходят в период зимнего покоя (рис. 1, а).

Весеннее отрастание *H. sieboldiana* наступает во второй-третьей декаде мая при сумме положительных температур 240–250° С. В ходе

морфологического анализа установлено, что в этот период в базальной части конуса нарастания побега продолжают закладываться зачаточные листья, а в апикальной зоне начинается дифференциация меристематических клеток на генеративные органы, что характерно для III этапа органогенеза (см. рис. 1, б).

В связи с ростом суммы положительных температур в период весенней вегетации внутривиточное развитие генеративных органов у *H. sieboldiana* происходит очень быстро. Уже на период 17 мая у растений наблюдали дифференциацию конуса нарастания побега на цветочные бугорки и формирование соцветия – IV–V этапы органогенеза (см. рис. 1, в). А через семь дней (24.05) отмечено начало образования органов у первых нижних цветков, что соответствует VI этапу органогенеза (рис. 1, г). При этом внутривиточное формирование цветков и дальнейшее их внепочечное распускание в соцветии происходит строго в акропетальном порядке. Процессы формирования мужского и женского гаметофита (VII–VIII этапы органогенеза) происходят в течение июня–июля и требуют дополнительного дальнейшего исследования. Таким образом, зачаточное соцветие формируется за 75–76 дней до надземного развития.

Цветение монокарпического побега *H. sieboldiana* (IX этап органогенеза), по многолетним данным, в условиях лесостепной зоны Западной Сибири отмечено с 02.08 по 10.09, а плодоношение 27.08–25.09 (X–XII этапы органогенеза). Цветение одного цветка продолжается 5–7 дней, причем у генеративного побега одновременно наблюдается плодоношение нижних цветков и цветение верхних. Это обеспечивает достаточно продолжительное цветение одного соцветия в течение 25–38 дней и плодоношение 29–30 дней. В целом сумма положительных температур на развитие данных фаз составляла 1238–1829° С. Однако многолетнее изучение показало, что репродуктивная способность у *H. sieboldiana* низкая. Плод характеризуется как локулицидная трехстворчатая коробочка длиной 1,3–1,6 см и шириной 0,5–0,6 см. Семена мелкие, коричневого цвета, продолговатой формы, однокрылые (рис. 2).

Морфометрические показатели семян представлены в таблице. Несмотря на то что в соцветии формируется от 7 до 16 коробочек, их продуктивность низкая. Реальная семенная продуктивность составляла 4,7–5,3 шт. семян в коробочке, что в 3–4 раза меньше потенциальной продуктивности. Диссеминации за все годы наблюдения

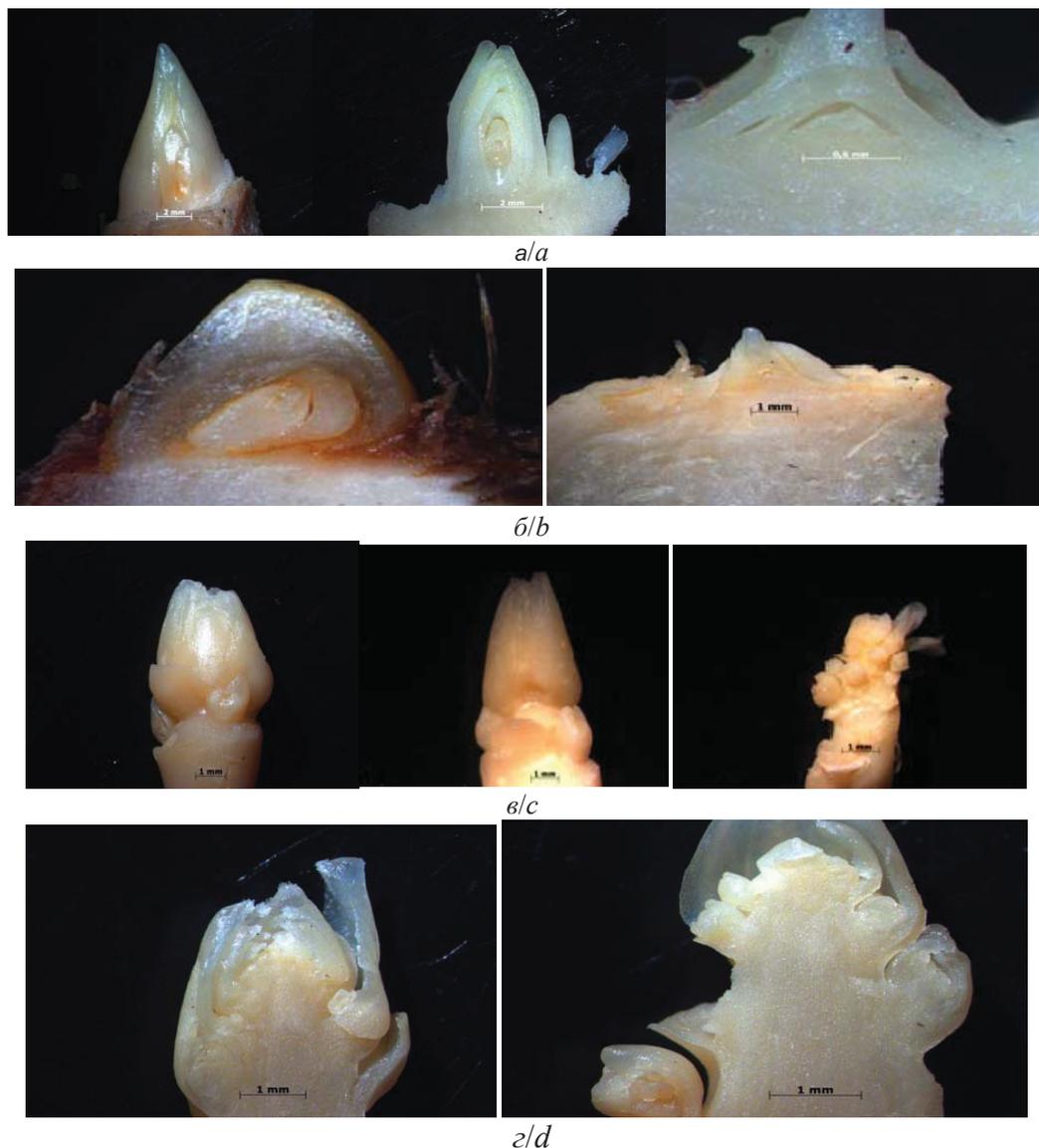


Рис. 1. Этапы органогенеза монокарпического побега *H. Sieboldiana*: а – II, б – III, в – IV–V, г – VI
 Fig. 1. Stages of organogenesis of *H. sieboldiana* monocarpic shoot: а – II, б – III, в – IV–V, г – VI



Рис. 2. Семена *H. sieboldiana*
 Fig. 2. *H. sieboldiana* seeds

не обнаружено. Причин низкой репродуктивной способности семян, требующих дальнейших исследований, несколько – среди них длительный период зачаточного развития цветков в соцветии, наличие неблагоприятных погодных факторов в период цветения, отсутствие лета насекомых-опылителей в период повышенной влажности, а также стерильность пыльцы и семязачатков.

Нами была определена фертильность пыльцы в период массового цветения. Она составляла 55–60%, что, очевидно, в дальнейшем частично не обеспечивало формирования полноценных семян. Фертильная пыльца круглая, в диаметре 100 мкм, стерильная – серповидная, продолговатой формы (рис. 3).



Морфометрические показатели семян *Hosta sieboldiana* новосибирской репродукции
Morphometric parameters of *Hosta sieboldiana* seeds of Novosibirsk reproduction

№	Показатели / Indicators	Min	Max	M ± m
1	Длина, мм / Length, mm	7,40	9,38	8,43 ± 0,51
2	Ширина, мм / Width, mm	2,38	1,85	2,03 ± 0,17
3	Соотношение, ширина : длина, мм / Ratio, width : length, mm	0,20	0,29	0,25 ± 0,03
4	Периметр, мм / perimeter, mm	18,33	20,90	19,37 ± 0,80
5	Площадь, кв. мм / Area, mm	10,79	15,13	12,77 ± 1,32

Примечание. Min – минимальное, Max – максимальное значение, M – среднее значение, ± m – ошибка средней.

Note. Min – minimum, Max – maximum value, M – average value, ± m – average error.



Рис. 3. Пыльца *H. sieboldiana*
Fig. 3. The pollen of *H. sieboldiana*

Заключение

Таким образом, особенность надземного развития генеративного монокарпического побега выражена в формировании цветков в соцветии от 20 до 30 шт., причем растения средневозрастного состояния формируют ежегодно 5–6 шт. генеративных побегов. Однако длительный период развития цветков в соцветии с невысокой фертильностью пыльцы способствует низкой семенной продуктивности. Почки возобновления формируются в летне-осенний период и уходят в зиму в вегетативном состоянии на II этапе органогенеза. По всей вероятности, меристематические ткани побега *H. sieboldiana* как теплолюбивого по происхождению растения чувствительны к низким положительным температурам в предзимье, что предохраняет от вымерзания в период вынужденного зимнего покоя апекс побега, на котором лишь весной с ростом сумм положительных температур формируются репродуктивные органы.

Формирование генеративных органов происходит в период весенне-летней вегетации за 2,5 месяца до надземного развития. У монокарпического побега в акропетальном направлении закладываются зачатки цветков, что соответствует последовательному прохождению III–VIII этапов органогенеза. Состояние монокарпического побега *H. sieboldiana* в предзимний и его внутрипочечное развитие в весенне-раннелетний период связано с адаптивной стратегией вида к условиям лесостепной зоны Западной Сибири.

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. Серебрякова Т. И. Типы большого жизненного цикла и структура наземных побегов у цветковых растений // Бюл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол. 1971. Т. 76, № 1. С. 105–119.
2. Жмылев П. Ю., Алексеев Ю. Е., Карпущина Е. А. Основные термины и понятия современной биоморфологии. М. : Изд-во МГУ, 1993. 147 с.
3. Бойко И. В. Сучасний ареал поширення представників роду *Hosta* Tratt. // Автохтонні та інтродуковані рослини. 2015. Вип. 11. С. 16–20.
4. Давлетбаева С. Ф., Миронова Л. Н., Реут А. А. Хосты для зеленого строительства на Южном Урале // Вестн. Удмурт. гос. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 5, вып. 2. С. 51–57.
5. Казакова И. С. Интродукция видов рода хоста (*Hosta* Tratt.) в предгорном Крыму // Вестн. КрасГАУ. 2015. № 10. С. 45–51.
6. Игнатова Е. Д. Методика оценки декоративных качеств сортов рода Хоста (*Hosta* Tratt.) // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/04/66618> (дата обращения: 10.05.18).
7. Казакова И. С., Репецкая А. И., Бирюлева Э. Г., Дильдина О. О., Бурилова В. Д. Анатомо-морфологические особенности видов рода *Hosta* Tratt. как реализация адаптивного потенциала в условиях интродукции в предгорном Крыму // Ученые записки Тавр. нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Сер. Биология, химия. 2011. Т. 24 (63), № 4. С. 83–94.
8. 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, № 1/2. P. 29–38.
9. Jia-Xi Liu, Chun-Hai Zhao, Xiao-Rui Liu, Yi-Zhen Xi, Yu-Long Zhang. Pollen morphology of *Hosta* Tratt. in China and its taxonomic significance // Plant Systematics and Evolution. 2011. Vol. 294, № 1/2. P. 99–107.
10. Jia-Xi Liu, Jiao Zhang, Hong-Juan Liu, Min Wang, Zu-Keng Chen, Yi-Zhen Xi. Anther structure and pollen ontogeny of *Hosta* Tratt. and its systematic significance // Plant Systematics and Evolution. 2011. Vol. 297, № 3/4. P. 253–260.
11. Седельникова Л. Л. Анатомическое строение эпидермы листа у видов рода *Hosta* Tratt. // Вестн. Оренб. гос. ун-та. 2008. № 12. С. 23–28.
12. Седельникова Л. Л. Сравнительный морфогенез интродуцентов из рода *Hemerocallis*, *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.
13. 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
14. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. М. : Высш. школа, 1977. 288 с.
15. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М. : Изд-во МГУ, 2004. 312 с.
16. Методические указания по семеноведению интродуцентов / под ред. В. Ф. Войтенко, Л. Л. Еременко. Р. Е. Левиной. М. : Наука, 1980. 64 с.
17. Николаева М. Г., Лянгузова И. В., Поздова Л. М. Биология семян. СПб. : НИИ химии СПбГУ, 1999. 232 с.

Образец для цитирования:

Седельникова Л. Л. Морфогенез и репродуктивная способность монокарпического побега *Hosta sieboldiana* (Hook.) Engl. (Hostaceae) в условиях Новосибирской области // Изв. Саратов. 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>

Morphogenesis and Reproductive Ability Monocarpic Escape *Hosta sieboldiana* (Hook.) Engl. (Hostaceae) in the Conditions of the Novosibirsk Region

L. L. Sedelnikova

Lyudmila L. Sedelnikova, <https://orcid.org/0000-0002-1122-2421>, Central Siberian Botanical garden of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, 101 Zolotodolinskay St., Novosibirsk 630090, Russia, lusedelnikova@yandex.ru

The results of studying the morphogenesis of monocarpic escape during the seasonal development of *Hosta sieboldiana* are presented. It is shown that organ-forming processes of generative organs occur in the spring-summer vegetation of the shoot. Generative shoot is formed at 75–76 of days to flowering. Established, that the cone of increase of the escape differentiates intrarenal II to

VIII stages of organogenesis. The flowers are laid in the acropolis direction. Duration of flowering was 25–38 days, fruiting 29–30 days. Real seed productivity is 3–4 times lower than potential. Pollen fertility is 55–60%. In the pre-winter period, rudimentary vegetative organs are formed in the kidneys of renewal. The cone of growth of escape winters at the II stage of organogenesis in the forest-steppe zone of Western Siberia.

Keywords: *Hosta sieboldiana*, organogenesis, monocarpic escape, Western Siberia.

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the state task of the Central Siberian Botanical garden SB RAS under the project No. AAA-A17-1170126100053-9 “Identification of ways of adaptation of plants to contrasting living conditions at the population and organizational levels.”



References

1. Serebryakova T. I. Types of large life cycle and structure of ground shoots in flowering plants. *Bulletin Moscow Societies Experienced Natures. Ser. Biology*, 1971, vol. 76, no. 1, pp. 105–119 (in Russian).
2. Zhmylev P. Yu., Alekseev Yu. E., Karpukhina E. A. *Osnovnye terminy i ponyatiya sovremennoy biomorfologii* [Basic terms and concepts of modern biomorphology]. Moscow, Izd-vo MGU, 1993. 147 p. (in Russian).
3. Boyko I. V. The modern distribution range of representatives of the genus *Hosta* Tratt. *Autochthonous and Introduced Plants*, 2015, iss. 11, pp. 16–20 (in Ukraine).
4. Davletbaeva S. F., Mironova L. N., Reut A. A. Hosts for green construction in the southern Urals. *Bulletin of the Udmurt State University, Ser. Biology, Earth Science*, 2015, vol. 5, iss. 2, pp. 51–57 (in Russian).
5. Kazakova I. S. Introduction of species of the genus *Hosta* (*Hosta* Tratt.) in the Foothills of the Crimea. *The Bulletin Krasnoyarsk State Agrarian University*, 2015, no. 10, pp. 45–51 (in Russian).
6. Ignatova E. D. Methods of assessing the decorative qualities of varieties of the genus *Hosta* (*Hosta* Tratt.). *Modern Scientific Research and Innovation*, 2016, no. 4. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2016/04/66618> (accessed 10 May 2018) (in Russian).
7. Kazakova I. S., Repetskaya A. I., Biruleva E. G., Dildina O. O., Burilova V. D. Anatomical and morphological features of species of the genus *Hosta* Tratt. as realization of adaptive potential in conditions of introduction in foothill Crimea. *Scientific Notes Taurida National University Named V. I. Vernadsky, Ser. Biology, Chemistry*, 2011, vol. 24 (63), no. 4, pp. 83–94 (in Russian).
8. 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, pp. 29–38.
9. Jia-Xi Liu, Chun-Hai Zhao, Xiao-Rui Liu, Yi-Zhen Xi, Yu-Long Zhang. Pollen morphology of *Hosta* Tratt. in China and its taxonomic significance. *Plant Systematics and Evolution*, 2011, vol. 294, no. 1–2, pp. 99–107.
10. Jia-Xi Liu, Jiao Zhang, Hong-Juan Liu, Min Wang, Zu-Keng Chen, Yi-Zhen Xi. Anther structure and pollen ontogeny of *Hosta* Tratt. and its systematic significance. *Plant Systematics and Evolution*, 2011, vol. 297, no. 3/4, pp. 253–260.
11. Sedelnikova L. L. Anatomical structure of the leaf epidermis in species of the genus *Hosta* Tratt. *Westn. Orenburg State University*, 2008, no. 12, pp. 23–28 (in Russian).
12. Sedelnikova L. L. Comparative morphogenesis of introducers from the genus *Hemerocallis*, *Hosta*, *Iris* in the forest-steppe zone of Western Siberia. *Scientific Notes Taurida National University named V. I. Vernadsky, Ser. Biology, Chemistry*, 2014, vol. 27 (66), no. 5, pp. 148–153 (in Russian).
13. Sedelnikova L. L. Decorative leaf hosts at introduction in Siberia. *Scientific Notes of Transbaikal State University, Ser. Biological Science*, 2018, vol. 13, no. 1, pp. 25–31 (in Russian). DOI: 10.21209/2500-1701-2018-13-1-25-31
14. Kuperman F. M. *Morfofiziologiya rasteniy* [Morphophysiology of Plants]. Moscow, Vyssh. shkola Publ., 1977. 288 p. (in Russian).
15. *Spravochnik po botanicheskoy mikrotekhnike. Osnovy i metody* [Handbook of Botanical Microtechnics. Basics and Methods]. Moscow, Izd-vo MGU, 2004. 312 p. (in Russian).
16. *Metodicheskie ukazaniya po semenovedeniyu introducentov* [Methodical Instructions on Seed Science of Introducers]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 64 p. (in Russian).
17. Nikolaeva M. G., Lyanguzova I. V., Pozdova L. M. *Biologiya semyan* [Seed Biology]. St. Petersburg, NII khimii SPbGU, 1999. 232 p. (in Russian).

Cite this article as:

Sedelnikova L. L. Morphogenesis and Reproductive Ability Monocarpic Escape *Hosta sieboldiana* (Hook.) Engl. (Hostaceae) in the Conditions of the Novosibirsk Region. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2019, vol. 19, iss. 4, pp. 421–426 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-4-421-426>