

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ТРАВЯНИСТЫХ МНОГОЛЕТНИКОВ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СУРГУТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

© 2020

Турбина И.Н., Кравченко И.В.

Сургутский государственный университет

(г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Российская Федерация)

Аннотация. В статье изложены результаты интродукционных исследований травянистых многолетников сем. Asteraceae – *Centaurea dealbata* Willd., *Helenium hoopesii* Gray, *Achillea filipendulina* Lam; сем. Hemerocallidoideae – *Hemerocallis fulva* L.; сем. Scrophulariaceae – *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims в условиях культуры ботанического сада Сургутского университета. Установлено, что их сезонное развитие характеризуется длительной вегетацией, феноритмотипом – весенне-летне-осеннезеленый, с приуроченностью сроков начала цветения к позднелетнему и осеннему периодам. Количественное определение пигментов в листьях интродуцентов было проведено спектрофотометрическим методом. В результате исследования выявлено, что пигментный состав листьев опытных многолетников свидетельствует об их относительно высоком физиологическом статусе, видовой специфичности и зависимости от фазы вегетации растений. Отмечено, что содержание желтых пигментов на протяжении вегетационного периода отличалось устойчивостью и в несколько раз уступает уровню хлорофиллов. Повышение концентрации каротиноидов и флавоноидов у большинства опытных растений наблюдалось в период образования генеративных органов и созревания плодов. Полученные данные свидетельствуют о перспективности исследуемых видов как источника декоративных многолетников устойчивых в культуре, с длительной вегетацией и продолжительным цветением.

Ключевые слова: адаптация; ботанический сад; интродукция; каротиноиды; пигменты; Север; сезонное развитие; травянистые многолетники; феноритмотип; флавоноиды.

SEVERAL INTRODUCTION ASPECTS OF HERBACEOUS PERENNIALS REPRESENTATIVES FROM THE COLLECTION OF SURGUT STATE UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN

© 2020

Turbina I.N., Kravchenko I.V.

Surgut State University (Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation)

Abstract. The paper deals with the results of introduction studies of herbaceous perennials of the family Asteraceae – *Centaurea dealbata* Willd., *Helenium hoopesii* Gray, *Achillea filipendulina* Lam; family Hemerocallidoideae – *Hemerocallis fulva* L.; family Scrophulariaceae – *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims in Surgut State University Botanical Garden. It has been established that their seasonal development is characterized by long vegetation; phenorithmotype has been identified as spring-summer-autumn-green, with a flowering period starting in late summer and autumn periods. The quantitative determination of pigments of the introduced species leaves has been carried out by a spectrophotometric method. As a result, it has been revealed that the pigment composition of the leaves of experimental perennials indicates their relatively high physiological status, species specificity and dependence on the phase of plants vegetation. It has been noted that the content of yellow pigments during the growing season was stable and several times inferior to the level of chlorophylls. An increase in the concentration of carotenoids and flavonoids of most of the experimental plants has been observed during the formation of generative organs and fruits ripening. The data obtained highlight the relevance of analyzed species as a source of decorative perennials stable in culture, characterized with long vegetation and flowering periods.

Keywords: adaptation; botanical garden; introduction; carotenoids; pigments; North; seasonal development; herbaceous perennials; phenorithmotype; flavonoids.

Введение

Интродукция растений как метод сохранения и расширения ассортимента декоративных растений особенно актуальна в районах Севера, где аборигенная флора сравнительно бедна и однообразна [1, с. 100; 2, с. 4; 3, с. 220; 4]. С 2018 г. в ботаническом саду Сургутского государственного университета ведется интродукционная работа с многолетними травянистыми растениями. На сегодняшний день в коллекции декоративных растений ботанического сада около 300 видов и сортов травянистых растений.

Изучение пигментного состава листьев растений в условиях интродукции служит способом для выявления приспособительных реакций растительного

организма к варьированию экологических факторов внешней среды [5–8].

В связи с адаптивной лабильностью фотосинтетического аппарата и его значением в процессах развития растений целью данной работы являлось изучение механизмов адаптации некоторых травянистых многолетников в условиях интродукции.

Основные задачи исследования: изучить особенности сезонного развития травянистых многолетников; сравнить динамику содержания фотосинтетических пигментов в период вегетации в фазах: отрастание, бутонизация, цветение, созревание плодов; выделить виды с высокими адаптационными возможностями.

Материал и методики

Объектами исследований являлись пять представителей травянистых растений сем. Asteraceae – василек подбеленный (*Centaurea dealbata* Willd.), гелиний Хупа (*Helenium hoopesii* Gray), тысячелистник таволговый (*Achillea filipendulina* Lam); сем. Hemerocallidoideae – лилейник рыжий (*Hemerocallis fulva* L.); сем. Scrophulariaceae – пенстемон наперстянковый (*Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims), полученные из Центрального сибирского ботанического сада (г. Новосибирск) [9]. Растения были высажены на открытом участке, освещаемом в течение всего светового дня, с единым агротехническим фоном, на зимний период без укрытия. Сезонное развитие опытных растений изучали согласно методике И.Н. Бейдеман [10, с. 32], классификацию феноритмов по И.В. Борисовой [11] и Р.А. Карпионовой [12, с. 127].

Количественное определение пигментов было проведено спектрофотометрическим методом на СФ – 56 в трехкратной аналитической повторности в спиртовой растительной вытяжке [13, с. 457; 14]. Оптическую плотность экстракта определяли при следующей длине волны: 665 нм – хлорофилл *a* (хл. *a*), 649 нм – хлорофилл *b* (хл. *b*), 470 нм – каротиноидов (*Ск*), 410 нм – флавоноидные соединения [15, с. 143]. Листья растений собирали в первой половине дня по фазам: отрастание, бутонизация, цветение, созревание плодов. Средняя проба состояла из фрагментов центральной части листьев с побегов разных порядков, не имеющих повреждений, в количестве 5–8 шт. Содержание исследуемых веществ и соотношение хл. *a* / хл. *b* и хл. *a* + *b* / *Ск* приведено на грамм сухого веса. Малоновый диальдегид (МДА) является маркером интенсивности процесса перекисного окисления липидов и в связи с этим может служить для функциональной диагностики устойчивости растений в период действия стрессового фактора [16–18].

Математическая обработка данных осуществлялась с помощью статистического пакета программы «Statistica 10» [19]. Производилась идентификация данных показателей хл. *a*, хл. *b*, *Ск*, флавоноидов, МДА на соответствие закону Гаусса, с применением критерия *Shapiro-Wilks W test* (W-тест Шапиро-Уилка), при небольших выборках ($n < 30$).

Результаты и их обсуждение

В сезонном цикле развития интродуцентов отмечены видовые различия (рис. 1). Весеннее отрастание начинается во второй половине мая при сумме положительных температур 135,4°C, с продолжительность периода до начала цветения в среднем 50–

60 дней. Период от начала бутонизации до цветения составляет 20–30 дней. Цветение наступает при сумме положительных температур 722,4°C и длится 30–40 дней, у двух видов – *Centaurea dealbata*, *Achillea filipendulina* отмечено второе цветение в сентябре. Вегетация опытных растений завершается с установлением снежного покрова.

Таким образом, все исследуемые многолетники представляют длительновегетирующий весенне-летне-осеннезеленый ритм развития с позднелетним и осенним цветением.

При изучении содержания фотосинтетических пигментов в листьях изучаемых интродуцентов выявлена видовая специфичность и зависимость от фазы вегетации растений (табл. 1).

Максимальные значения суммы хлорофиллов *a* и *b* отмечены в начале вегетации у большинства интродуцентов, за исключением *Penstemon digitalis*, у которого максимум наблюдался в фазу цветения. Это связано с неблагоприятными условиями перезимовки, что привело к повреждению и выпреванию экземпляров вида, что в дальнейшем сказалось на отставании в росте и развитии.

Содержание желтых пигментов на протяжении вегетационного периода отличалось устойчивостью и в несколько раз уступало уровню хлорофиллов.

В основном повышение концентрации каротиноидов у большинства опытных растений наблюдается в период отрастания и созревания плодов, что связано с адаптивной реакцией растений на неустойчивые условия внешней среды и репродуктивным периодом развития.

Аналогично для большинства видов с содержанием флавоноидов повышение отмечено в период образования генеративных органов и созревании плодов, только у *Penstemon digitalis* и *Helenium hoopesii* максимальные значения отслеживаются в начале вегетации, что связано с защитной ролью данного фотосинтетического пигмента. Анализ полученных данных МДА показал характерную закономерность для всех изучаемых видов многолетников, а именно высокие его значения от 4,05 до 12,37 мкмоль/г в период бутонизации и цветения. Среднее значение соотношения хл. *a* / *b* у многолетников составило от 1,9 до 3,1 с максимальными значениями у *Penstemon digitalis* и *Hemerocallis fulva* в фазу цветения (рис. 2).

Максимальная величина соотношения хл. *a* / хл. *b* в летний период говорит о достаточно благоприятных экологических (освещение) условиях произрастания многолетников.

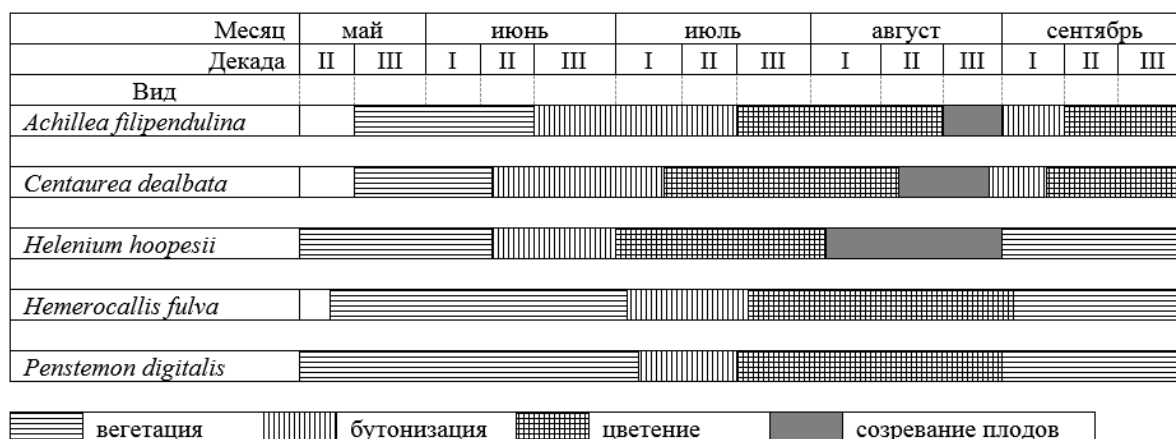


Рисунок 1 – Феноспектр развития травянистых интродуцентов в 2019 году

Таблица 1 – Содержание фотосинтетических пигментов в листьях травянистых многолетников в условиях интродукции, мг/г

Вид	Фаза	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>	Хл (<i>a</i> + <i>b</i>)	Ск	Флавоноиды	МДА, мкмоль/г
<i>Hemerocallis fulva</i>	1	2,94 ± 0,01	1,01 ± 0,01	3,95 ± 0,02	0,81 ± 0,01	1,02 ± 0,001	5,88 ± 0,003
	2	1,99 ± 0,004	0,68 ± 0,01	2,68 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,89 ± 0,002	11,03 ± 0,02
	3	0,23 ± 0,004	0,09 ± 0,001	0,33 ± 0,01	0,04 ± 0,001	0,75 ± 0,002	8,49 ± 0,01
	4	2,69 ± 0,001	0,86 ± 0,003	3,56 ± 0,01	0,76 ± 0,002	1,07 ± 0,002	10,29 ± 0,01
<i>Achillea filipendulina</i>	1	4,09 ± 0,01	1,72 ± 0,01	5,81 ± 0,01	0,58 ± 0,01	0,98 ± 0,003	1,27 ± 0,001
	2	2,64 ± 0,001	1,06 ± 0,01	3,7 ± 0,01	0,17 ± 0,003	0,94 ± 0,001	7,78 ± 0,01
	3	3,97 ± 0,01	1,72 ± 0,01	5,69 ± 0,02	0,38 ± 0,01	1,0 ± 0,01	8,9 ± 0,01
	4	3,59 ± 0,01	1,24 ± 0,1	4,83 ± 0,1	0,79 ± 0,02	1,07 ± 0,002	7,29 ± 0,01
<i>Centaurea dealbata</i>	1	4,54 ± 0,02	1,9 ± 0,01	6,46 ± 0,02	0,61 ± 0,01	1,71 ± 0,003	2,58 ± 0,001
	2	3,57 ± 0,01	1,31 ± 0,01	4,87 ± 0,01	0,62 ± 0,01	2,42 ± 0,001	1,39 ± 0,001
	3	3,17 ± 0,004	1,55 ± 0,01	4,71 ± 0,02	0,33 ± 0,01	2,37 ± 0,03	5,02 ± 0,01
	4	2,75 ± 0,003	1,16 ± 0,003	3,92 ± 0,01	0,49 ± 0,001	2,33 ± 0,6	1,88 ± 0,002
<i>Helenium hoopesii</i>	1	2,85 ± 0,01	1,22 ± 0,003	4,07 ± 0,04	0,56 ± 0,003	3,31 ± 0,004	2,02 ± 0,002
	2	3,42 ± 0,003	1,35 ± 0,01	4,77 ± 0,01	0,78 ± 0,004	2,16 ± 0,003	1,47 ± 0,01
	3	2,77 ± 0,01	1,43 ± 0,01	4,19 ± 0,02	0,38 ± 0,01	1,61 ± 0,004	4,05 ± 0,01
	4	3,12 ± 0,003	1,36 ± 0,01	4,48 ± 0,01	0,62 ± 0,002	1,49 ± 0,01	2,97 ± 0,01
<i>Penstemon digitalis</i>	1	2,39 ± 0,02	0,91 ± 0,003	3,3 ± 0,02	0,4 ± 0,01	1,46 ± 0,001	0,95 ± 0,001
	2	2,24 ± 0,01	1,09 ± 0,003	3,34 ± 0,01	0,38 ± 0,002	1,17 ± 0,001	10,71 ± 0,02
	3	2,95 ± 0,01	1,25 ± 0,01	4,2 ± 0,01	0,65 ± 0,004	1,22 ± 0,01	12,37 ± 0,2
	4	2,22 ± 0,001	0,74 ± 0,01	2,96 ± 0,01	0,6 ± 0,002	1,07 ± 0,001	7,82 ± 0,01

Примечание. Фазы: 1 – отрастание, 2 – бутонизация, 3 – цветение, 4 – созревание плодов.

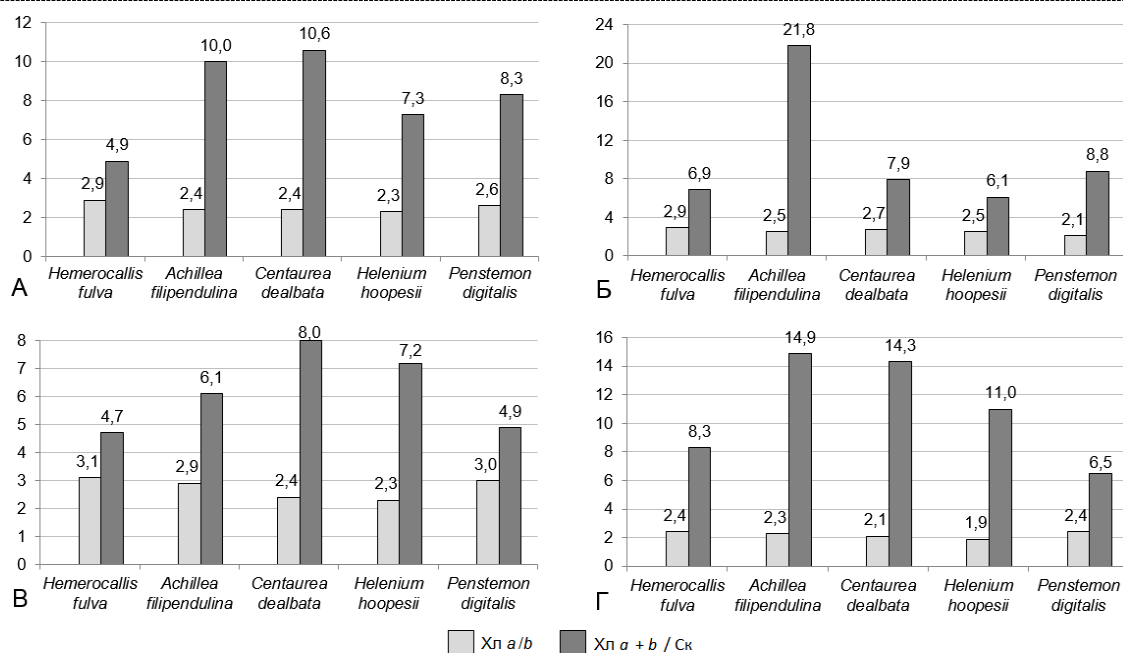


Рисунок 2 – Сравнительный анализ средних значений отношений Хл. *a*/*b*, Хл. *a* + *b* / Ск) в листьях травянистых растений в период вегетации:
А – отрастание, Б – бутонизация, В – цветение, Г – созревание плодов

Высокая величина хл. *a* + *b* / Ск (8,3–21,8) в листьях большинства интродуцентов отмечена в фазу образования генеративных побегов (бутонизация, цветение, созревание плодов). Для *Hemerocallis fulva* характерны более низкие величины соотношений хлорофилл / каротиноиды (4,8–8,3) по сравнению с другими опытными растениями, что связано с видовой специфичностью и особенностью метаболизма растений.

Содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях и отношение их суммы к содержанию каротиноидов являются надежными показателями физиологического состояния растений и индикаторами стресса. Таким образом, пигментный состав листьев опытных многолетников свидетельствует об их относительно высоком физиологическом статусе, что согласуется с аналогичными исследованиями 2018 г. [20].

Заключение

При изучении сезонного развития травянистых многолетников установлен феноритмотип – весенне-летне-осеннезеленый. Все исследованные виды длительновегетирующие с позднелетним и осенним ритмом цветения. Максимальные значения суммы хлорофиллов *a* и *b* (3,95–6,46 мг/г), каротиноидов (0,56–0,81 мг/г), флавоноидов (1,07–3,31 мг/г) у большинства исследуемых видов отмечены в период весеннего отрастания и в репродуктивный период. Высокая величина хл. *a* + *b* / Ск (8,3–21,8 мг/г) в фазу образования генеративных побегов свидетельствует о высоком физиологическом статусе растений и благоприятных условиях произрастания. Наиболее высокими адаптационными возможностями характеризуются виды семейства Asteraceae и Hemerocallidoi-

deae, которые отличаются устойчивостью, зимостойкостью, длительным цветением. Представитель семейства Scrophulariaceae – *Penstemon digitalis* подвержен вымоканию и выпреванию, что сказывается на отставании роста и декоративных качествах растения.

Список литературы:

1. Афанасьева Е.А. Интродукционная оценка высокодекоративных травянистых многолетников в Центральной Якутии // Вестник Алтайского государственного аграрного ун-та. 2017. № 7 (153). С. 100–104.
2. Волкова Г.А. Интродукция многолетних травянистых декоративных растений на Севере // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2018. Т. 16, вып. 1. С. 3–11. DOI: 10.18500/1682-1637-2018-1-3-12.
3. Реут А.А. Интродукция представителей рода *Penstemon* Schmidel. в республике Башкортостан // Эпоха науки. Биологические науки. 2017. № 12. С. 219–225.
4. Тростенюк Н.Н., Святковская Е.А., Салтан Н.В. Интродукционные исследования рода *Heimerocallis* L. в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. Т. 21, № 2 (2). С. 142–146.
5. Kancheva R., Borisova D., Georgiev G. Chlorophyll assessment and stress detection from vegetation optical properties // Ecological Engineering and Environment Protection. 2014. № 1. Р. 34–43.
6. Hazrati S., Tahmasebi-Sarvestani Z., Modarres-Sanavy S.A.M., Mokhtassi-Bidgoli A., Nicola S. Effects of water stress and light intensity on chlorophyll fluorescence parameters and pigments of *Aloe vera* L. // Plant Physiology and Biochemistry. 2016. Vol. 106. Р. 141–148.
7. Петров К.А., Перк А.А., Чепалов В.А., Софронова В.Е., Ильин А.Н., Иванов Р.В. Эколого-физиологические и биохимические основы формирования зеленого криокорма в Якутии (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 6. С. 1129–1138. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.6.1129rus.
8. Kuczynska P., Jemiola-Rzeminska M., Strzalka K. Characterisation of carotenoids involved in the xanthophyll cycle // Carotenoids. Intech. 2017. № 2. Р. 3–16. DOI: 10.5772/67786.
9. Фомина Т.И. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск: Гео, 2012. 179 с.
10. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1974. 156 с.
11. Борисова И.В. Ритмы сезонного развития степных растений и зональных типов степной растительности Центрального Казахстана // Труды БИН им. В.Л. Комарова. Сер. 3. Геоботаника. 1965. Вып. 17. С. 64–99.
12. Карпионов Р.А. Перспективность интродукции многолетников разного географического и фитоценологического происхождения // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: мат-лы междунар. конф. Ч. 2 (г. Минск, 19–22 июня 2012 г.). Минск, 2012. С. 127–128.
13. Барковский Е.В. Современные проблемы биохимии. Методы исследований / под ред. А.А. Чиркин. Минск: Выш. шк., 2013. 491 с.
14. Сальников А.И., Маслов И.Л. Физиология и биохимия растений: практикум. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2014. 300 с.
15. Карпова Е.А., Фершалова Т.Д. Динамика содержания пигментов в листьях *Begonia grandis* Dryander subsp. *grandis* при интродукции в Западной Сибири (г. Новосибирск) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2016. № 1 (33). С. 140–158.
16. Рогожин В.В., Рогожина Т.В. Практикум по физиологии и биохимии растений: учеб. пособие. СПб.: Гиорд, 2013. 352 с.
17. Прудников П.С., Кривушина Д.А., Голяева О.Д. Влияние кинетина на перекисное окисление липидов в условиях гипертермии и продукционный процесс смородины красной // Селекция и сортоведение садовых культур. 2017. Т. 4, № 1–2. С. 108–111.
18. Кузнецов В.В. Физиология растений. Т. 1. М.: Юрайт, 2018. 437 с.
19. Матицкий С.Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований. Минск: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2009. 76 с.
20. Турбина И.Н., Филимонова М.В. Статус пигментного аппарата травянистых многолетников из коллекции ботанического сада Сургутского государственного университета // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2019. С. 627–629. DOI: 10.14258/pbssm.2019132.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 1281 от 25.08.2017 г. по теме: «Ботанический сад СурГУ».

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Турбина Ирина Николаевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научно-образовательного центра Института естественных и технических наук; Сургутский государственный университет (г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Российская Федерация). E-mail: scilla3@yandex.ru.</p> <p>Кравченко Инесса Вячеславовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научно-образовательного центра Института естественных и технических наук; Сургутский государственный университет (г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Российская Федерация). E-mail: kravinessa@mail.ru.</p>	<p>Turbina Irina Nikolaevna, candidate of biological sciences, leading researcher of Scientific and Educational Center of Institute of Natural and Technical Sciences; Surgut State University (Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation). E-mail: scilla3@yandex.ru.</p> <p>Kravchenko Inessa Vyacheslavovna, candidate of biological sciences, leading researcher of Scientific and Educational Center of Institute of Natural and Technical Sciences; Surgut State University (Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation). E-mail: kravinessa@mail.ru.</p>

Для цитирования:

Турбина И.Н., Кравченко И.В. Некоторые аспекты интродукции представителей травянистых многолетников из коллекции ботанического сада Сургутского университета // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 3. С. 148–151. DOI: 10.17816/snv202093124.