Социально-экологические технологии
2019. Т. 9. № 2

Исследование

DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-2-131-144

А.А. Ганина, Ю.К. Виноградова

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, 127276 г. Москва, Российская Федерация

Варьирование морфологических признаков *Adenocaulon adhaerescens* (Asteraceae) во вторичном ареале

Для контроля расселения инвазионных видов и сокращения ущерба от внедрения нежелательных растений в естественные фитоценозы нужно, в первую очередь, проводить инвентаризацию чужеродной фракции флоры и исследовать биоморфологические особенности чужеродных растений. Цель исследования – определение численности спонтанных популяций и выявление биологических особенностей активно расселяющегося в Москве *Adenocaulon adhaerescens* (Asteraceae). Задачи работы – составление карт расселения *A. adhaerescens* в Главном ботаническом саду РАН и Щукинском лесопарке (Москва), выявление амплитуды изменчивости генеративных органов растений и определение их семенной продуктивности с целью прогнозирования дальнейшего расширения ареала вида. Маршрутным методом выявляли численность генеративных особей *A. adhaerescens* в обоих локалитетах. Морфологические признаки исследовали с помощью цифрового электронного микроскопа KEYENCE VHX-1000. Общее число генеративных растений составило 5891 шт. на территории Главного ботанического сада РАН и до 1500 шт. в Щукинском лесопарке. Ежегодно в Главном ботаническом саду РАН формируется 1,5 млн семянок, в Щукинском лесопарке – 127 тыс. семянок. Учитывая морфологические особенности семянок, обладающих железистыми трихомами, которые способны прилепляться к животным и человеку, не исключена возможность быстрого расселения этого чужеродного вида семенным способом. Это дает

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

основание отнести этот вид к потенциально инвазионным растениям и принимать меры контроля его численности.

Ключевые слова: *Adenocaulon*, инвазии, чужеродный вид, пыльца, семенная продуктивность.

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Ганина А.А., Виноградова Ю.К. Варьирование морфологических признаков *Adenocaulon adhaerescens* (Asteraceae) во вторичном ареале // Социально-экологические технологии. 2019. Т. 9. № 2. С. 131–144. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-2-131-144.

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-2-131-144

A. Ganina, Yu. Vinogradova

Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Moscow, 127276, Russian Federation

Variability of morphological characters of *Adenocaulon adhaerescens* (Asteraceae) in a secondary distribution range

To control the dispersal of invasive species and reduce the damage from the introduction of undesirable plants into the natural plant communities, it is necessary, first of all, to conduct an inventory of the alien flora fraction and investigate the biomorphological features of alien plants. The purpose of the study is to determine the number of spontaneous populations and to identify the biological characteristics of Adenocaulon adhaerescens (Asteraceae) that are actively settling in the Moscow. The goals of the work are mapping *A. adhaerescens* in the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences and Shchukinsky Forest Park (Moscow), identifying the amplitude of variability of the generative organs of the plants and determining their seed productivity in order to predict further expansion into the secondary distribution range. Using the route method we revealed the number of A. adhaerescens generative individuals in both localities. Morphological features were investigated using a KEYENCE VHX-1000 digital electronic microscope. The total number of generative

plants was 5891 in the territory of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, and up to 1500 plants in the Schukinsky forest park. Annually, 1.5 million seeds are formed in the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, and 127 thousand seeds – in the Shchukinsky Forest Park. Considering the morphological features of the seeds, which possess glandular trichomes, capable of clinging to animals and humans, the possibility of the rapid dispersal of this alien species by the seeds is not excluded. This gives grounds to attribute this species as a potentially invasive plant and take measures to control its numbers.
Key words: *Adenocaulon*, invasions, alien species, pollen, seed productivity.

CITATION: Ganina A.A., Vinogradova Yu.K. Variability of morphological characters of *Adenocaulon adhaerescens* (Asteraceae) in a secondary distribution range. *Environment and Human*: *Ecological Studies*. 2019. Vol. 9. № 2. Pp. 131–144. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-2-131-144.

Введение

В настоящее время влияние чужеродных видов растений на естественные экосистемы стало особенно выраженным. Этому способствуют глобальное изменение климата и антропогенное воздействие [Vilà et al., 2006]. Во многих случаях чужеродные виды становятся инвазионными и вытесняют представителей местной флоры за счет своей большей конкурентоспособности, что в итоге приводит к обеднению флоры конкретного региона [Crawley et al., 1996]. Число инвазионных видов стремительно увеличивается, и, по прогнозам ботаников из разных стран, в ближайшем будущем влияние биологических инвазий на флористическое разнообразие возрастет еще больше [Sala et al., 2000; Pyšek et al., 2004; Hulme, 2007; Виноградова и др., 2010; Виноградова, 2012]. Для решения этой проблемы в глобальном масштабе необходимо проведение надежных региональных исследований [Miller et al., 2006, p. 109]. Некоторые биологические инвазии, которые в настоящее время угрожают Европе, могли бы быть пресечены, если бы в отдельных странах имелся высокий уровень понимания опасности инвазионных видов, а бездействие в этом вопросе может негативно сказаться на сохранении биоразнообразия и на экономике региона.

Для сокращения ущерба от нежелательных растений нужно, в первую очередь, исследовать их биоморфологические особенности. Подобные работы ведутся в Главном ботаническом саду (ГБС РАН) уже около 45 лет. В настоящей статье мы приведем данные по морфологии

и биологии чужеродного вида дальневосточного происхождения *Adenocaulon adhaerescens* Maxim., который активно расселяется по территории ГБС РАН и является единственным видом, который «ускользнул» из культуры и внедрился в антропогенно нарушенные территории Москвы вне границ сада [Храпко и др., 2013, с. 167].

A. adhaerescens (Прилипало пристающее) – многолетнее травянистое растение. Побеги прямостоячие с очередным листорасположением, высота растений второго года жизни – до 80 см. Побег имеет густое войлочное опушение и железистые волоски. Листья простые, черешковые, длиной 3–25 см, округло-треугольные, с тремя явно выраженными жилками. Верхушка листа острая, основание выемчатое, почковидное. Край листа зубчатый. Нижняя поверхность листа покрыта густым войлочным опушением. Лишь 5% растений способны цвести на первом году жизни, основная масса проростков зацветает на второй год жизни. Соцветия – корзинки, собранные в метелку. Цветение – июнь-октябрь. Цветки размером до 1 см белого цвета. Околоцветник актиноморфный, сростнолепестный. Число лепестков – 5. Плоды – семянки зеленого цвета, с железистыми трихомами. Трихомы имеют эпидермальное происхождение и состоят из одной или многих секреторных клеток головки и нежелезистых клеток ножки [Fahn, 1988].

Естественный ареал – Центральный и Восточный Китай, Тибет, Корея, горные леса Японии. В России – Приморье, Приамурье и остров Кунашир [Meyer, Walker, 1965, p. 1067; Ворошилов, 1966; Баркалов и др., 1992].

Интродуцирован в ГБС РАН в 1953 г. Через 30 лет за пределами экспозиции были отмечены отдельные особи. В настоящее время встречается массово вдоль дорожек по всему ботаническому саду, внедряется в естественные ценозы и формирует крупные (площадью до 5 м) локальные микропопуляции плотностью 50 растений/м^2. В 2005 г. вид проник в парк Останкино и на ВДНХ, которые граничат с ГБС, а в 2007 г. отмечен в лесопарке возле метро Щукинская. Размножается преимущественно семенным способом. Одно растение продуцирует около 1,5 тыс. семян. Незначительно разрастается и за счет вегетативного размножения, закладывая 1–2 зимующие почки [Майоров и др., 2013, с. 160].

Задача работы – выявить амплитуду изменчивости генеративных органов *A. adhaerescens* и определить его семенную продуктивность с целью прогнозирования дальнейшего расширения ареала вида.

Материалы и методы

Исследовали растения из инвазионной популяции ГБС РАН. Изучены следующие признаки генеративных органов: число цветков на генеративном побеге, размер пыльцевых зерен, размеры и численность семянок. Произведен количественный учет растений второго года жизни на территории ГБС РАН и Щукинского лесопарка (Москва). Координаты в местах наличия микропопуляций фиксировали приемником GPS.

Для занесения атрибутов каждой точки популяции растений были условно разделены на группы. Критерии каждой группы приведены в табл. 1. Число точек, соответствующих группам учета, составило 795 штук на территории ГБС РАН и 11 точек в Щукинском лесопарке. Общая протяженность троп, пройденных для учета *Adenocaulon adhaerescens*, составила 35 км.

Таблица 1

Группы учета
[Accounting Groups]

Группа учета [Accounting Groups]	**Критерии выделения группы [Group selection criteria]**	**Число популяций [Number of populations]**
1	Единично встречающиеся экземпляры, не более 1–2 растения [Single occurrence, no more than 1–2 plants]	301
2	Малые группы растений числом 3–5 экз. [Small plant groups of 3–5]	214
3	Растения, равномерно встречающиеся вдоль тропы и/или с прерыванием (6–14 шт.) [Plants evenly occurring along the trail and/or with interruption (6–14 pcs.)]	118
4	Участки площадью 1–2 м^2 (15–30 растений). В таких микропопуляциях встречаются растения высотой до 40–30 см [Plots with an area of 1–2 m^2 (15–30 plants). Plants up to 40–30 cm high are found in such micro populations]	71
5	Участок площадью 3–6 м^2 и более (свыше 30 растений). В этих микропопуляциях отмечены особи высотой до 60 см [A plot of 3–6 m^2 or more (over 30 plants). In these micro populations, individuals up to 60 cm high were noted]	91
Итого [Total]		**795**

Изучение морфологических признаков проводили на цифровом микроскопе KEYENCE VHX-1000 с увеличением ×300. Размеры пыльцы определяли с увеличением ×1500. Объем выборки пыльцевых зерен – 30 шт.

Полученные данные были обработаны в программе SPSS Statistics. Для выявления связи между признаками генеративных органов проводили корреляционный анализ. Строили диаграммы рассеивания для переменных: длина и ширина семянок.

Результаты и обсуждение

На территории ГБС РАН (площадью около 360 га) общее число растений второго года жизни составило 5891 шт. (рис. 1). Наиболее часто встречаются группы из единичных экземпляров – 301 микропопуляция растений. Наиболее опасные по расселению группы, насчитывающие наибольшее число растений, это группы 4 и 5 (1065 и 2275 экземпляров соответственно). Таким образом, в ГБС РАН число растений в генеративной фазе развития составило в среднем 0,0016/м^2. Территориальное расположение групп представлено на рис. 2.

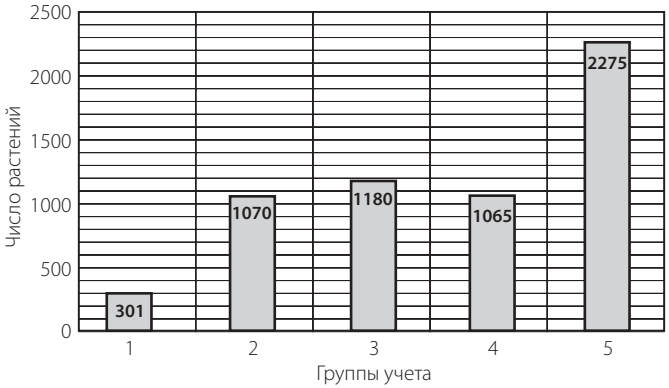

Рис. 1. Численность растений в генеративной фазе развития в ГБС РАН по группам учета

Fig. 1. The number of the generative plants in Main Botanical Garden of RAS (at the accounting groups)

Территории Щукинского лесопарка на северо-западе Москвы составляет 22 га и практически не имеет напочвенного покрова. Здесь выявлено 47 группировок *Adenocaulon adhaerescens* второго года жизни (табл. 2) общим числом до полутысячи растений. Расположение группировок отображено на тематической карте-схеме (рис. 3).

Таблица 2

Численность растений в генеративной фазе развития в Щукинском лесопарке [The number of the generative plants in the Shchukinsky forest park]

Группы учета [Groups of monitoring]	Число популяций [Number of populations]	Среднее число в популяции [The average number (of plants) in a population]	Итого [Total]
1	7	1	7
2	2	5	10
3	–	10	–
4	2	15	30
5	–	25	–
Общий итог [The overall result]	**11**	–	**47**

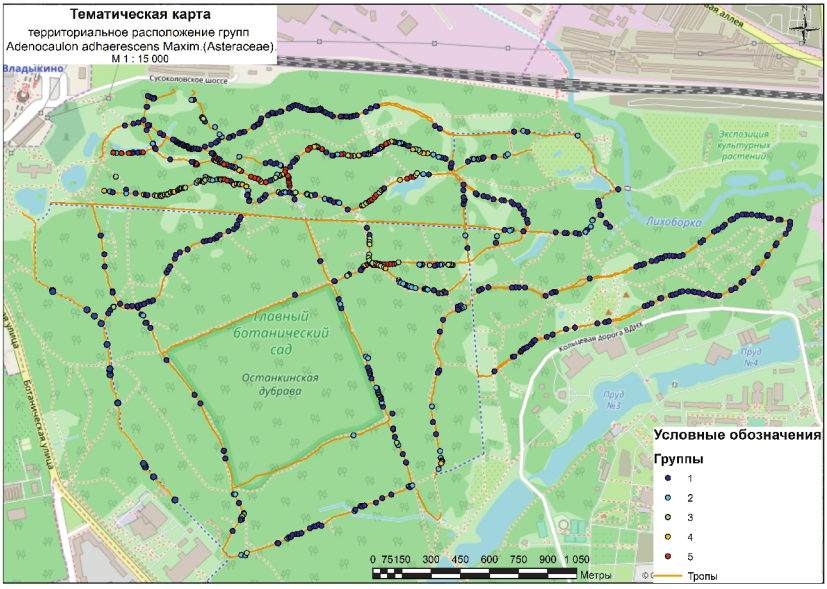

Рис. 2. Территориальное расположение групп *Adenocaulon adhaerescens* в ГБС РАН

Fig. 2. The location of *Adenocaulon adhaerescens* groups in the Main Botanical Garden of RAS

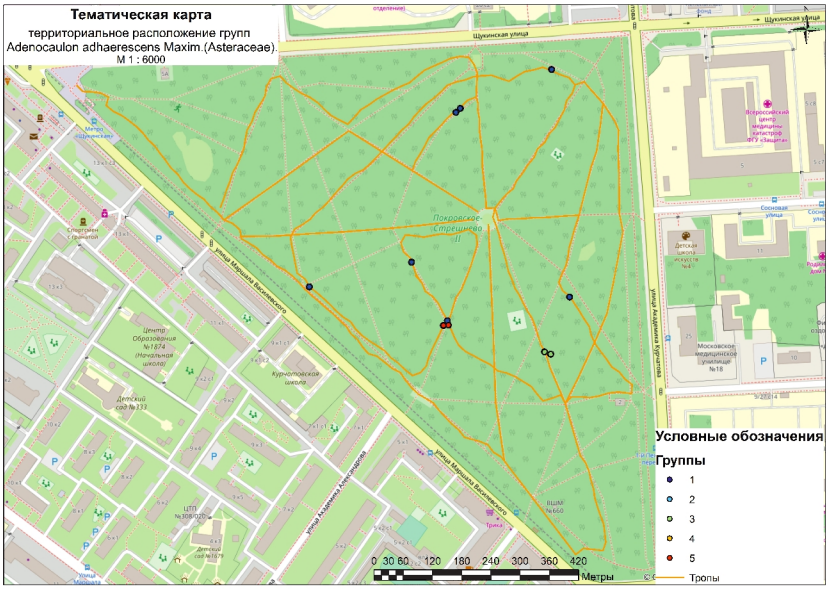

Рис. 3. Территориальное расположение групп *Adenocaulon adhaerescens*, Щукинский лесопарк

Fig. 3. The location of *Adenocaulon adhaerescens* groups in the Schukinsky Forest Park

На одном растении формируется около 25–30 корзинок, каждая из них содержит 6–8 цветков (рис. 4).

Рис. 4. Корзинка и цветок *Adenocaulon Adhaerescens*

Fig. 4. Head and flowers of *Adenocaulon adhaerescens*

Пыльцевые зерна *Adenocaulon adhaerescens* не деформированные, жизнеспособные, имеют среднюю длину полярной оси 0,033 ± 0,44 мм и средний экваториальный диаметр 0,021 ± 0,3 мм (рис. 5, 6). Выявлена слабая отрицательная взаимосвязь между этими параметрами на высоком уровне значимости: $r = 0{,}038$ при $p < 0{,}01$. Диаграмма рассеивания пыльцевых зерен демонстрирует отсутствие кореляции данных параметров (рис. 7).

Рис. 5. Пыльцевые зерна (увеличение ×1000)

Fig. 5. Pollen grains (×1000)

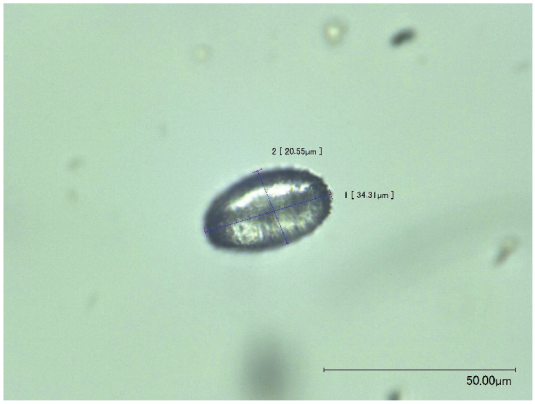

Рис. 6. Пыльцевое зерно (увеличение ×2500)

Fig. 6. Pollen grain (×2500)

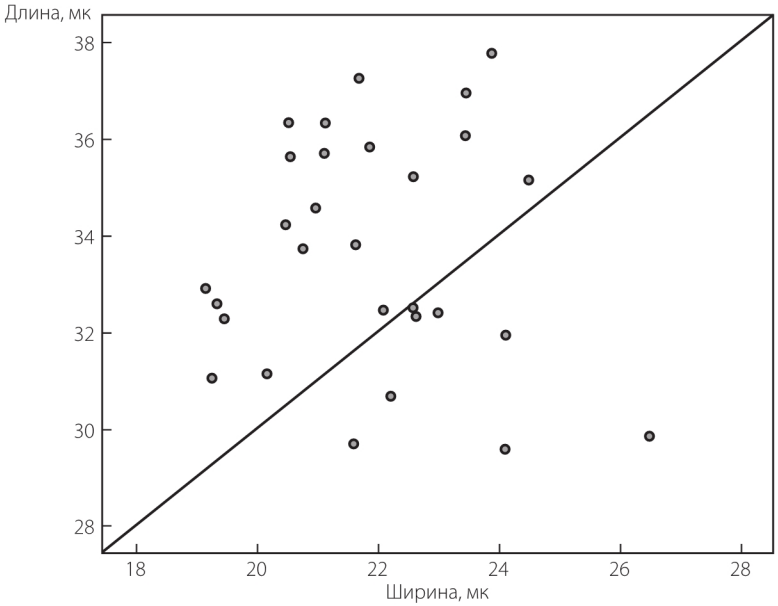

Рис. 7. Диаграмма рассеивания размеров пыльцевых зерен

Fig. 7. The size of the pollen grains

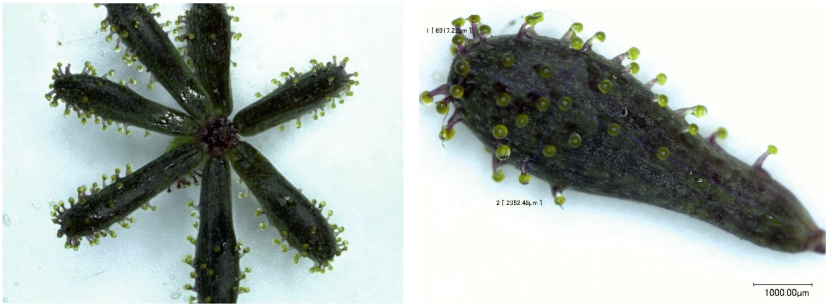

Рис. 8. Семянки *Adenocaulon adhaerescens*

Fig. 8. Seeds of *Adenocaulon adhaerescens*

В каждой корзинке формируется 5–7 семянок (рис. 8). Статистически среднее значение их длины составляет 6,75 ± 0,093 мм, ширины – 2,54 ± 0,040 мм. Выявлена высокая положительная связь длины и ширины семени на высоком уровне значимости: $r = 0{,}813$ при $p < 0{,}01$ (рис. 9).

Характер связи между переменными является линейной, т.е. совокупность выборки расположена ближе к средней линии.

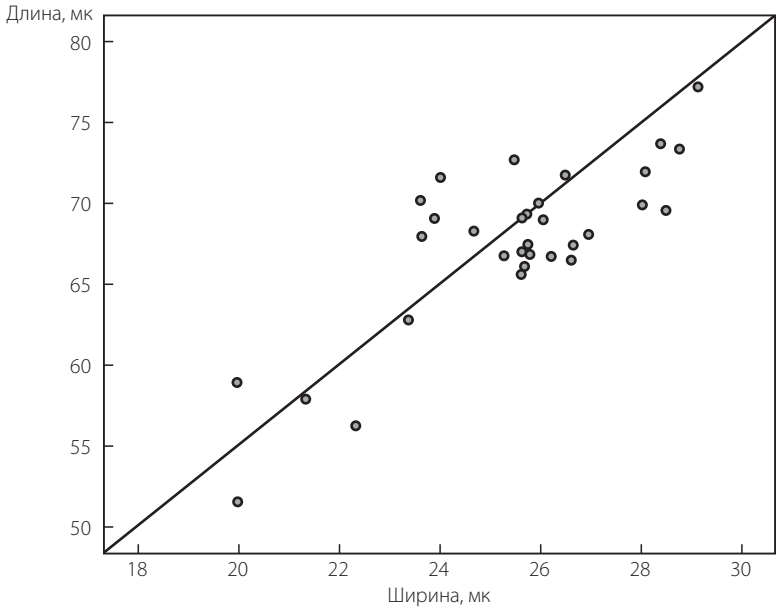

Рис. 9. Диаграмма рассеивания размеров семян

Fig. 9. The size of the seeds of *Adenocaulon adhaerescens*

Произведенные подсчеты показали: в корзинке содержится от 5 до 7 семянок, на одном растении формируется около 25–30 корзинок, что составляет порядка 250 семян на одном растении. Следовательно, за вегетационный сезон популяция *Adenocaulon adhaerescens* в ГБС РАН формирует семенной банк объемом около 1,5 млн семянок, а в Щукинском лесопарке – около 127 тыс. семянок.

Заключение

Семенная продуктивность *A. adhaerescens*, в сравнении с другими видами семейства Asteraceae, невысока (250 семянок/растение). Однако, учитывая морфологические особенности семянок, обладающих железистыми трихомами, которые способны прилепляться к животным и человеку, не исключена возможность быстрого расселения этого чужеродного вида семенным способом.

Поэтому представляется необходимым контролировать численность *Adenocaulon adhaerescens* в обоих местообитаниях Москвы для замедления расширения его вторичного ареала.

Библиографический список / References

Баркалов В.Ю., Коробков А.А., Цвелев Н.Н. Asteraceae Dumort (Compositae Giseke) // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб., 1992. Т. 6. С. 9–427. [Barkalov V.Yu., Korobkov A.A., Tsvelev N.N. Asteraceae Dumort (Compositae Giseke). *Sosudistye rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka*. St. Petersburg, 1992. Vol. 6. Pp. 9–427.]

Виноградова Ю.К. Модусы микроэволюции при формировании вторичного ареала (на примере *Adenocaulon adhaerescens* Maxim.) // Материалы XII Московского совещания по филогении растений, посвященное 250-летию со дня рождения Г.Ф. Гофмана. М., 2010. С. 110–114. [Vinogradova Yu.K. Microevolution modes while formation of a secondary distribution range (exemplified by *Adenocaulon adhaerescens* Maxim., Asteraceae). *Materialy XII Moskovskogo soveshchaniya po filogenii rasteniy*, *posvyashchennoe 250-letiyu so dnya rozhdeniya G.F. Gofmana*. Moscow, 2010. Pp. 110–114.]

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М., 2010. [Vinogradova Y.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. Chernaya kniga flory Sredney Rossii (Chuzherodnye vidy rasteniy v ekosistemakh Sredney Rossii) [The Black-book of the flora of the Middle Russia (Alien species in the plant communities of the Middle Russia]. Moscow, 2010.]

Виноградова Ю.К. Очередные задачи инвазионной биологии // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: Материалы IV Международной научной конференции (Ижевск, 4–7 декабря 2012 г.). Ижевск, 2012. С. 56–59. [Vinogradova Yu.K. The next tasks of invasive biology. *Problemy izucheniya adventivnoy i sinantropnoy flor Rossii i stran blizhnego zarubezhya: Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* (*Izhevsk*, *4–7 dekabrya 2012 g*.). Izhevsk, 2012. Pp. 56–59.]

Ворошилов В.Н. Флора Советского Дальнего Востока. М., 1966. [Voroshilov V.N. Flora Sovetskogo Dalnego Vostoka [Flora of the Soviet Far East]. Moscow, 1966.]

Майоров С.Р., Виноградова Ю.К., Бочкин В.Д. Иллюстрированный каталог растений, дичающих в ботанических садах Москвы. М., 2013. [Mayorov S.R., Vinogradova Y.K., Bochkin V.D. Illyustrirovannyy katalog rasteniy, dichayushchikh v botanicheskikh sadakh Moskvy [An illustrated catalogue of plants, escaping from cultivation in botanical gardens of Moscow, Russia]. Moscow, 2013.]

Рыхликова А.А., Виноградова Ю.К. Начальная стадия процесса инвазии *Adenocaulon adhaerescens* // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы. Ижевск, 2006. С. 89–91. [Ryhlikova A.A., Vinogradova Y.K. The initial stage of the invasion of *Adenocaulon adhaerescens*. *Adventivnaya i sinantropnaya flora Rossii i stran blizhnego zarubezhya: sostoyanie i perspektivy*. Izhevsk, 2006. Pp. 89–91.]

Храпко О.В., Беркутенко А.Н., Виноградова Ю.К. Биология *Adenocaulon adhaerescens* Maxim // Биология и экология растений российского Дальнего

Востока / Отв. ред. Храпко О.В. Уссурийск, 2013. С. 99–106. [Khrapko O.V., Berkutenko A.N., Vinogradova Yu.K. Biology of *Adenocaulon adhaerescens* Maxim.) *Biologiya i ekologiya rasteniy rossiyskogo Dalnego Vostoka*. Khrapko O.V. (ed.). Ussuriysk, 2013. Pp. 99–106.]

Crawley M.J., Harvey P.H., Purvis A. Comparative Ecology of the Native and Alien Floras of the British Isles. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*. 1996. Vol. 351. Issue 1345.

Fahn A. Secretory tissues in vascular plants. *New Phytologist*. 1988. Vol. 108. Pp. 229–257.

Hulme Ph.E. Biological invasions in Europe: Drivers, pressures, states, impacts and responses. *Biodiversity under threat*. R.M. Harrison, R.E. Hester (eds.). Cambridge, 2007. Pp. 56–80.

Meyer F.G., Walker E.H. Flora of Japan. J. Ohwi (ed.). Tokio, 1965.

Miller C., Kettunen M., Shine C. Scope options for EU action on invasive alien species (IAS). Final report for the European Commission. Brussels, 2006.

Pyšek P., Richardson D.M., Rejmánek M., Webster G.L., Willamson M., Kirschner J. Alien plant in checklist and floras: Towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*. 2004. Vol. 53. № 1. Pp. 131–143.

Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., LeRoy P.N., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M., Wall D.H. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*. 2000. Vol. 287. № 5459. Pp. 1770–1774.

Vilà M., Tessier M., Suehs C.M., Brundu G., Carta L., Galanidis A., Lambdon P., Manca M., Medail F., Moragues E., Traveset A., Troumbis A.Y., Hulme Ph.E. Local and regional assessment of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *Journal of Biogeography*. 2006. Vol. 33. № 5. Pp. 853–861. DOI: 10.1111/j.1365–2699.2005.01430.x

Vinogradova Yu.K. Experiments on reduction of abundance of invasive species (*Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea*, *Adenocaulon adhaerescens*). *Bridging the gap between scientific knowledge and management practice*. *11th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions*. *Szombathely*. *Hungary*. 2011. Pp. 111.

Vinogradova Yu.K. The biology of *Adenocaulon adhaerescens* in initial invasive population. *Biological invasions in a changing world from science to management*. *Neobiota 2010*. *Copenhagen*, *14–17 September 2010*. Book of abstracts. Pp. 184.

Статья поступила в редакцию 18.03.2019, принята к публикации 18.04.2019
The article was received on 18.03.2019, accepted for publication 18.04.2019

Сведения об авторах / About the authors

Ганина Анастасия Анатольевна – аспирант направления подготовки «Биологические науки», Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, г. Москва

Anastasia A. Ganina – post graduate student, Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Moscow

ORCID: 0000-0002-9712-5330

E-mail: gbsad@mail.ru

Виноградова Юлия Константиновна – доктор биологических наук; главный научный сотрудник отдела природной флоры, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, г. Москва

Yulia K. Vinogradova – Dr. Biol. Hab.; chief researcher at the Department of the Native Flora, Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Moscow

ORCID: 0000-0003-4891-4904

Заявленный вклад авторов

А.А. Ганина – проведение полевых экспериментов, анализ первичных данных, участие в подготовке текста статьи

Ю.К. Виноградова – общее руководство направлением исследования, организация и участие в проведении полевых и лабораторных экспериментов, анализ первичных данных, участие в подготовке текста статьи

Contribution of the authors

A.A. Ganina – conducting field experiments, analysis of primary data, participation in the preparation of the text of the article

Yu.K. Vinogradova – general direction of research, organization and participation in field and laboratory experiments, analysis of primary data, participation in the preparation of the text of the article

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи
All authors have read and approved the final manuscrip