

УДК 582.091:069.029]:581.522.4

ИНВАЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ГЛАВНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© 2018 Яценко И.О.*, Виноградова Ю.К.**

Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия;
email: * i_o_yatzenko@mail.ru; ** gbsad@mail.ru

Поступила в редакцию 15.05.2018

Объект исследования – территория дендрария Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН), заложенного в 1945 г. Инвазионная активность оказалась крайне низка: в дендрологической коллекции выявлено 66 таксонов из 35 родов, относящихся к 22 семействам (5% от коллекционного фонда) древесных растений, которые размножаются самосевом или вегетативно и способны к дальнейшей натурализации на территории ГБС РАН. Наибольшие темпы натурализации отмечены у видов семейств Juglandaceae и Rosaceae, плоды которых к тому же распространяются посредством зоохории. Наибольшую способность к натурализации демонстрируют растения, которые естественно произрастают в Европе (5.3%). Растения, произрастающие в Азии (3.4%) и в Северной Америке (3.0%) натурализуются менее активно. За пределами дендрария в естественных ценозах, сохранившихся на территории ГБС РАН, отмечено всего 15 видов (1.1% коллекционного фонда). Некоторые сеянцы имеют признаки, промежуточные между коллекционными видовыми образцами и, по-видимому, являются гибридами.

Сделан вывод, что, вопреки литературным данным, ботанические сады не являются прямым вектором инвазии чужеродных видов. Хотя многие инвазионные виды появились в регионах вне естественного ареала благодаря намеренной интродукции, инвазию их в природные сообщества надо связывать не с первичной интродукцией, а с их дальнейшим массовым введением в культуру.

Ключевые слова: натурализация, ботанический сад, древесные растения, инвазия.

Введение

С незапамятных времён люди занимались намеренной интродукцией многих видов растений в качестве сельскохозяйственных, садовых, лесных, лекарственных и декоративных культур. В течение последних 500 лет значительную роль в этом процессе играли ботанические сады. По предварительным оценкам, в ботанических садах Европы, например, культивируется 80 000 видов [Heywood, Sharrock, 2013].

Непредвиденным последствием интродукции многих тысяч растений стало «бегство» значительного их числа из частных питомников и ботанических садов в нарушенные местообитания и последующая натурализация и внедрение в естественные растительные со-

общества. Этот процесс активно начался в XX в., а в настоящее время инвазионные чужеродные растения считаются главной причиной снижения биологического разнообразия, имеющего серьёзные социальные и экономические последствия [Heywood, Sharrock, 2013]. В XXI в. влияние инвазионных растений на природные экосистемы и аборигенные виды – один из наиболее значимых факторов снижения естественного биоразнообразия и устойчивого развития [Fernández-Galiano, 2009; Sharrock et al., 2011].

Интродукция чужеродных растений нередко бывает и непреднамеренной (например, с грунтом или засорёнными семенами), но большинство инвазионных чужеродных растений были интродуцированы намеренно, особенно

для выращивания в качестве декоративных растений в общественных и частных садах [Hulme et al., 2008; Pyšek, Jarošik, Pergl, 2011; Hulme et al., 2018]. В Европе, например, 80% инвазивных чужеродных видов интродуцированы как декоративные растения или сельскохозяйственные культуры [Reichard, White, 2001; Dehnen-Schmutz et al., 2007; Drew et al., 2010; Hulme, 2011], и для 58% чужеродных видов вектором инвазии стала преднамеренная интродукция [Pergl et al., 2017].

Растения отбираются для культивирования не случайно, и отдельные их признаки (быстрый рост, активное размножение), которые рассматриваются в садоводстве как положительные, способствуют инвазии и для аборигенной флоры являются крайне негативными [van Kleunen et al., 2018].

Анализ недавно созданной базы данных Global Naturalized Alien Flora (GloNAF) показал, что более 13 000 видов сосудистых растений натурализовались в каком-либо регионе мира [van Kleunen et al., 2015; Pyšek et al., 2017]. Кроме того, для 450 инвазивных чужеродных видов растений показано [Hulme, 2011], что число регионов, в которых каждый из этих видов является инвазивным, положительно коррелирует с их наличием в коллекциях ботанических садов по всему миру.

Культивируемые чужеродные виды встречаются в естественных ценозах чаще, чем некультивируемые. В настоящее время, по меньшей мере, 75% натурализовавшихся где-либо растений выращиваются в частных садах и 93% – в ботанических садах [van Kleunen et al., 2018]. Таким образом, есть веские доказательства того, что декоративное садоводство остаётся основным вектором, способствующим инвазии растений [Mack, Erneberg, 2002; Dehnen-Schmutz et al., 2007; Hanspach et al., 2008; Lambdon et al., 2008; Hulme, 2011; Pyšek et al., 2011; Pergl et al., 2016; Saul et al., 2017; Hulme et al., 2018].

С другой стороны, доля инвазивных видов среди общего числа культивируемых растений невелика. В Германии, например, в 80–90 ботанических садах культивировалось 50 000 таксонов, а инвазивными стали лишь 40 из

них [Heywood, Sharrock, 2013]. В ГБС РАН за 60 лет вышел за пределы сада только один вид (но травянистый!) – *Adenocaulon adhaerescens* Maxim [Виноградова, 2015].

Вероятность «побега» из культуры интродуцированных в ботанических садах растений может быть в той или иной форме определена с помощью методологии анализа оценки рисков [Reichard, 2000; Weber, Gut, 2004; Dawson et al., 2008]. Если вид демонстрирует высокий риск реализации инвазивного потенциала, наиболее разумно не допускать его интродукции. Использование схем оценки риска не только помогает снизить риск инвазии, но и позволяет садам сосредоточить свои усилия на контроле векторов внедрения тех видов, которые имеют высокий инвазивный потенциал [Essl et al., 2011; Roberts et al., 2011]. Анализ рисков включает в себя три составные части [NNSS, 2011]: 1) определение вероятности рисков, вызванных видами, и тяжести этих опасностей; 2) практическое снижение риска и 3) информирование общественности и интерпретация результатов анализа.

Уже присутствующие в коллекциях растения, являющиеся инвазивными или демонстрирующие признаки инвазивности, должны строго контролироваться и предпочтительно удаляться из сада. Если на территории ботанического сада сохранились участки естественной растительности, все инвазивные виды, обнаруженные в нём, должны контролироваться или искореняться [Виноградова, 2015].

Чтобы интерпретировать текущие тенденции и предсказать вероятность будущих инвазий, необходимо оценить количество и разнообразие чужеродных растений, выращиваемых в садах и проследить историю их интродукции. Кроме того, необходимо выявить характеристики видов, которые способствуют потенциальному успеху инвазии. Эта работа ведётся в ГБС РАН уже несколько десятков лет.

С 29 февраля 2016 г. территория Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина Российской академии наук имеет статус Особо охраняемой природной территории (ООПТ) федерального значения. Более половины тер-

ритории сада занимает хорошо сохранившийся лесной массив, в центре которого расположена заповедная дубрава с вековыми деревьями, средний возраст которых составляет 150–170 лет, хотя встречаются экземпляры и старше – до 200–300 лет [Виноградова и др., 2008]. Сопутствующими видами древесного яруса являются берёзы, липа, ель, осина, клён. Кустарниковый ярус представлен орешником *Corylus avellana* L., рябиной *Sorbus aucuparia* L., жимолостью *Lonicera xylosteum* L., крушиной *Frangula alnus* Mill., бересклетом *Euonymus verrucosus* Scop. В травянистом ярусе произрастают медуница *Pulmonaria obscura* Dumort., зеленчук *Lamium galeobdolon* (L.) L., ландыш *Convallaria majalis* L., звездчатка *Stellaria holostea* L., осока волосистая *Carex pilosa* Scop. Все эти растения – типичные элементы природного дубового леса. И даже сейчас, несмотря на сильнейшую антропогенную нагрузку крупнейшего мегаполиса, заповедную дубраву ГБС РАН по праву можно считать эталоном типичного среднерусского широколиственного леса.

С 1945 г. сотрудники сада вели интенсивное введение в культуру растений природной флоры СССР, декоративных травянистых растений лесных зон Голарктики и древесных растений умеренного пояса планеты. Первичное интродукционное испытание прошло более 8 тыс. таксонов [Главный..., 2005]. Кроме того, находившийся ранее на окраине Москвы участок оказался в центре городской застройки и транспортных путей. Оба этих фактора – интенсивная интродукционная работа и изменение микроклимата – привели к серьёзной трансформации состава флоры Главного ботанического сада. Естественная растительность в значительной степени пополнилась «сбежавшими» с коллекционных участков натурализующимися растениями и сорными чужеродными видами, случайно занесёнными на эту территорию извне. К 2015 г. спонтанная флора территории ГБС РАН насчитывала 856 видов, 60% которых относились к аборигенной фракции флоры. Чужеродная фракция флоры включала 40% произрастающих в саду таксонов, из которых 33% «беженцы» из куль-

туры, а 7% – чужеродные сорные растения [Vinogradova et al., 2015; 2016].

Однако при составлении списка спонтанной флоры не были учтены виды, самовозобновляющиеся семенным или вегетативным способом в дендрарии ГБС РАН. Между тем, в этой дендрологической коллекции прошли первичное интродукционное испытание более 2400 таксонов [Древесные растения..., 2005], и произрастающие в настоящее время экземпляры уже достаточно успешно приспособлены к условиям московского климата. На данный момент дендрарий ГБС РАН является крупнейшей в России коллекцией древесных растений умеренного климата. Она содержит 137 родов и 972 вида (1317 таксонов, включая сорта и разновидности). Процессы, приводящие к появлению самосева древесных интродуцированных видов на территории ботанического сада, интенсифицировались в последние 15–20 лет. Это связано как с тем, что большинство растений, составляющих коллекцию дендрария, уже вступило в генеративную фазу, так и с тем, что при ослаблении ухода коллекционные участки зарастают и становятся более инвазибельными.

Огромное число интродуцированных видов, длительный период их культивирования, мозаика местообитаний – от классического парка и зон с высокой антропогенной нагрузкой до практически нетронутых природных сообществ, изоляция территории от лесных массивов Подмосковья делают ботанический сад идеальным объектом для изучения инвазионного потенциала растений. В задачу настоящей работы входила оценка инвазионной активности древесных видов растений из дендрологической коллекции ГБС РАН.

Методика

Отрывочные наблюдения за наличием самосева в дендрарии ГБС РАН проводились с 2010 г. для оценки степени адаптации коллекционных деревьев и кустарников. В 2017 г. проведено детальное обследование территории дендрария со сбором гербария самосевных экземпляров. Собранные и определённые авторами образцы хранятся в Гербарии ГБС РАН [МНА].

Способность растений к спонтанному расселению оценивали по четырёхбалльной шкале: 1) не дичает, 2) расселяется вегетативным способом или самосевом единично, 3) спорадически, 4) массово (к последней группе относятся виды, уже внедрившиеся в естественный лес на территории Сада).

Для хорологического анализа древесных растений, культивируемых в дендрарии ГБС РАН, мы разделили все виды на 3 основные группы: растения нативно встречающиеся во флоре 1) Европы, Малой Азии и Кавказа, 2) Азии (Сибири, Средней Азии, Дальнего Востока и Восточной Азии) и 3) Северной Америки. Если вид естественно произрастает и в Европе, и в Азии, его включали в обе группы, а широкоареальные виды, произрастающие на всей территории Голарктики, включали во все три группы. Учитывая относительно небольшое число натурализующихся таксонов, и ограниченное число регионов, где произрастают древесные растения, пригодные для интродукции в условия московского региона, использование более дробной классификации показалось нам нецелесообразным.

Названия семейств и видов приведены в соответствии с базой данных «The Plant List» [2018].

Результаты

При обследовании территории дендрария авторы выявили 66 таксонов, способных к дальнейшей натурализации и внедрению в естественную растительность ООПТ. Часть этих видов уже была включена в список [Vinogradova et al., 2015, 2016], поскольку иные географические образцы этих же таксонов «сбежали» с экспозиционных участков других отделов ГБС РАН. Например, *Juglans mandshurica* Maxim. активно «сбегает» с экспозиции флоры Дальнего Востока, многочисленные молодые деревья и всходы *Acer pseudoplatanus* L. отмечены вблизи экспозиции флоры Кавказа. *Rubus caucasicus* Focke в массе «расползается» с той же экспозиции флоры Кавказа, а однолетние сеянцы *Robinia pseudoacacia* L. ежегодно наблюдаются на про-

изводственной территории ГБС РАН. Кроме этих видов в спонтанной флоре ГБС РАН уже числились *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch, *Acer campestre* L., *Acer negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Cornus alba* L., *Euonymus europaeus* L. *Euonymus maackii* Rupr., *Prunus avium* (L.) L., *Quercus rubra* L., *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake, *Syringa josikaea* Jacq. f. ex Rehb.

Ниже мы приводим перечень всех видов древесных растений, дичающих на территории дендрария ГБС РАН. Названия видов, впервые отмеченные для чужеродной фракции флоры ботанического сада, выделены жирным шрифтом и звёздочкой.

1. *Acer campestre* L. В ГБС с 1938 г., сейчас (2017 г.) в коллекции 29 экземпляров.

В дендрарии отмечается наличие многочисленного самосева полевого клёна в непосредственной близости от коллекционных растений, часть этих экземпляров уже достигли генеративной фазы.

2. *Acer negundo* L. В ГБС с 1937 г., в 2017 г. в коллекции 12 экземпляров.

Экземпляры клёна ясенелистного, в том числе цветущие и плодоносящие, встречаются на всей территории ГБС. Наличие на участке дендрария, окружающем коллекцию рода Клён, большего числа молодых растений данного вида, чем в среднем на территории ботанического сада, является основанием полагать, что часть из них имеют происхождение именно с коллекционных деревьев, а не с деревьев, растущих на прилегающих к саду территориях.

3. – 4. *Acer pseudoplatanus* L. В ГБС с 1941 г., сейчас в коллекции 60 экземпляров.

Обильный самосев явора отмечается на территории коллекции клёнов, многие растения имеют существенный размер (до 7 м в высоту), однако генеративные самосевные особи пока не были отмечены. Часть самосевных экземпляров относится к форме *f. *purpureum* (Loudon) Rehder.

5. **Acer rubrum* L. В ГБС с 1939 г., сейчас в коллекции дендрария 25 экземпляров (включая сорта).

Ежегодно появляются всходы на прикорневых возвышениях коллекционных экземпля-

ров, они редко достигают размера большего, чем несколько сантиметров, так как этот участок дендрария регулярно окашивается.

6. **Acer spicatum* Lam. В ГБС с 1939 г., сейчас в коллекции дендрария 36 экземпляров.

Единичные молодые (4–5-летние) самосевные экземпляры отмечались на небольшом расстоянии от коллекционных.

7. **Acer tegmentosum* Maxim. В ГБС с 1937 г., сейчас в коллекции дендрария 29 экземпляров.

В непосредственной близости от коллекционных экземпляров появляется большое количество самосева, который, как правило, погибает на 2–3-й год в результате скашивания.

8. *Aesculus hippocastanum* L. В ГБС с 1941 г., сейчас в коллекции 22 экземпляра.

Молодые самосевные растения встречаются как в непосредственной близости от коллекции рода Конский каштан, так и на существенном удалении от неё.

9. – 11. **Amelanchier alnifolia* (Nutt.) Nutt. ex M. Roem. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции дендрария 18 экземпляров. **Amelanchier arborea* (F. Michx.) Fernald. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции дендрария 14 экземпляров. *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch. В ГБС с 1937 г., сейчас в коллекции 39 экземпляров.

Перечисленные виды ирги спорадически дают разновозрастный самосев по всей территории ботанического сада, многие из экземпляров вступают в генеративную фазу.

12. **Carpinus betulus* L. В ГБС с 1937 г., сейчас в коллекции 62 экземпляра (включая сорта).

Имеются 2 крупных (15–20-летних) самосевных дерева, располагающихся на некотором удалении от коллекционного участка, они цветут и плодоносят.

13. **Carpinus cordata* Blume. В ГБС с 1946 г., сейчас в коллекции 6 экземпляров.

Размножается многочисленными отводками поникающих ветвей.

14. *Cornus alba* L. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции 43 экземпляра.

Единичные экземпляры отмечены в нескольких местонахождениях на территории дендрария ГБС, часть из них достигают существенных размеров, вступают в генеративную фазу

и активно размножаются отводками, образуя целые колонии и заросли.

15. **Corylus sieboldiana* var. *mandshurica* (Maxim.) S.K. Schneid. В ГБС с 1939 г., сейчас в коллекции 27 экземпляров.

Несколько молодых самосевных экземпляров обнаружено на территории коллекции рода Лещина.

16. *Cotoneaster* aff. *lucidus* Schltldl. В ГБС с 1939 г., сейчас в коллекции 19 экземпляров.

На территории дендрария ГБС спорадически встречаются сеянцы кизильников, они цветут и плодоносят. Достоверно установить их видовую принадлежность не удаётся в силу таксономической сложности рода и того факта, что кизильники, развивающиеся в сильно притенённых условиях дендрария, не проявляют типичных для вида признаков.

17. *Crataegus submollis* Sarg. В ГБС с 1939 г., сейчас в коллекции 19 экземпляров.

Разновозрастные экземпляры встречаются спорадически на территории, часть из них цветёт и плодоносит.

18. **Crataegus* spp. В дендрарии ГБС культивируется 82 вида и разновидности боярышника.

На всей территории дендрария ГБС встречаются разновозрастные боярышники, обладающие самыми разнообразными морфологическими признаками. Определение видовой принадлежности затруднено не только сложностью рода Боярышник как таксономической группы, но и тем, что определение боярышников по вегетативным признакам оказывается невозможным: в тенистых условиях дендрария многие экземпляры не проявляют типичных черт строения. Кроме того, мы предполагаем гибридное происхождение многих сеянцев, поскольку коллекция боярышников не является единственным источником семян на территории ГБС: птицы заносят семена также с боярышников, используемых в дворовом озеленении близлежащих районов.

19. **Eleutherococcus sessiliflorus* (Rupr. et Maxim.) S.Y. Hu. В ГБС с 1947 г., сейчас в коллекции 34 экземпляра.

Обнаружен единственный молодой самосевный экземпляр на небольшом расстоянии от

коллекции рода. Имея достаточно малый размер, он уже вступил в генеративную фазу.

20. *Euonymus europaeus* L. В ГБС с 1940 г., сейчас в коллекции 48 экземпляров.

Спорадически экземпляры бересклета европейского встречаются по всей территории дендрария, зачастую они достигают свойственных виду размеров, цветут и плодоносят. Обильный самосев молодых растений отмечается на коллекции рода Бересклет.

21. *Euonymus maackii* Rupr. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции 21 экземпляр.

Многочисленные сеянцы и молодые растения встречаются под коллекционными растениями, изредка самосев можно встретить на небольшом удалении от коллекционных экземпляров. Лишь отдельные молодые растения успели вступить в генеративную фазу.

22. **Euonymus macropterus* Rupr. В ГБС с 1937 г., сейчас в коллекции 7 экземпляров.

Многочисленные молодые растения и сеянцы обнаруживаются под коллекционными экземплярами.

23. **Fraxinus excelsior* 'Diversifolia' (= *Fraxinus monophylla* Dum. Cours.) В ГБС с 1952 г., сейчас в коллекции отсутствует ввиду гибели от изумрудной златки.

На месте пострадавшей от златки коллекции рода Ясень, обнаруживаются молодые разновозрастные экземпляры, обладающие признаками этого сорта.

24. **Fraxinus sogdiana* Bunge В ГБС с 1938 г., сейчас (в 2017 г.) в коллекции отсутствует ввиду гибели от изумрудной златки.

Несколько самосевных растений обнаружено на месте, где располагалась коллекция рода Ясень. Однако изученные экземпляры не проявляли характерные для вида признаки достаточно ярко, что связано либо с адаптацией к тенистым условиям дендрария, либо объясняется гибридным происхождением сеянцев.

25. **Hypericum androsaemum* L. В ГБС с 1962 г.

Демонстрирует вегетативное размножение при помощи подземных столонов, постепенно расплозаясь с коллекционных куртин.

26. – 30. **Juglans ailantifolia* Carrigre и его вариация var. *cordiformis* (Makino) Rehder в

ГБС с 1950 г., сейчас в коллекции 22 экземпляра. **Juglans cinerea* L. В ГБС с 1937 г., сейчас в коллекции 6 экземпляров. *Juglans mandshurica* Maxim. В ГБС с 1937 г., сейчас в коллекции 30 экземпляров.

Различные виды орехов самостоятельно рассеиваются на территории ГБС РАН. Плоды распространяются белками, сойками и воронами, поэтому сеянцы зачастую оказываются на значительном расстоянии от материнских растений. Определение видов на основании вегетативных признаков, как правило, затруднительно, но можно утверждать, что массовое распространение свойственно ореху маньчжурскому, тогда как орех серый и орех айлантолистный образуют самосев реже. Часть сеянцев орехов может иметь гибридное происхождение, так, несколько обнаруженных растений имели черты строения листьев, характерные для грецкого ореха (*Juglans regia* L.)

31. **Kerria japonica* (L.) DC. В ГБС с 1949 г.

Как видовая Керрия, так и сорт **'Pleniflora'*, расплозаются с коллекционных куртин при помощи подземных столонов и укореняющихся плетей.

32. *Ligustrum vulgare* L. В ГБС с 1941 г.

Несколько самосевных экземпляров было отмечено на разводочном питомнике, на производственной территории. Растения демонстрируют хорошие темпы роста, но не переходят в генеративную фазу.

33. *Malus domestica* Borkh. В ГБС с 1939 г., сейчас в коллекции 4 экземпляра.

Имеющиеся на территории дендрария экземпляры домашней яблони, по всей видимости, имеют разное происхождение: были принесены посетителями (часто самосевные экземпляры обнаруживаются в непосредственной близости от дорог и тропинок) или птицами (экземпляры под кронами крупных деревьев). Источниками для последних могли послужить как посадки яблонь вдоль Ботанической улицы, так и коллекции сортов отдела культурных растений. В пользу последнего говорит то, что некоторые экземпляры демонстрируют необычные особенности, например, колоновидную форму роста.

34. **Menispermum canadense* L. В ГБС с 1948 г., сейчас отсутствует в коллекции.

На территории дендрария ГБС имеется две вегетативно размножающихся колонии луносемянника канадского, сами колонии, вероятнее всего, имеют самосевное происхождение.

35. **Mespilus germanica* L. В ГБС с 1949 г., сейчас в коллекции 19 экземпляров.

Известен один самосевный экземпляр мушмулы на небольшом удалении от коллекционных растений, он имеет крупные размеры, цветёт и плодоносит.

36. *Prunus avium* (L.) L. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции 7 экземпляров.

Самосевные растения черешни встречаются по всей территории дендрария и ботанического сада, большая часть из них имеет происхождение от коллекционных растений дендрария, однако некоторые происходят от сортовых растений, выращиваемых в отделе природной флоры и отделе культурных растений. Многие самосевные черешни обильно цветут, однако регулярное и обильное плодоношение отмечается только на двух самых крупных самосевных экземплярах, имеющих высоту более 18 м.

37. *Prunus cerasifera* Ehrh. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции 11 экземпляров.

Самосевные экземпляры спорадически встречаются по всей территории дендрария ГБС, часть экземпляров вступает в генеративную фазу и при этом демонстрирует разнообразие по размерам и окраске плодов.

38. – 39. **Prunus incisa* Thunb. В ГБС с 1966 г., сейчас в коллекции 6 экземпляров. **Prunus sachalinensis* (F. Schmidt) Koidz. В ГБС с 1953 г., сейчас в коллекции 6 экземпляров.

Самосев нескольких видов сакуры спорадически встречается на территории дендрария ГБС, иногда в нескольких сотнях метров от коллекционных растений, часть экземпляров вступило в генеративную фазу.

40. **Prunus maackii* Rupr. В ГБС с 1937 г., сейчас в коллекции 13 экземпляров.

В дендрарии есть несколько экземпляров самосевого происхождения, некоторые из них достигли крупных размеров, ежегодно цветут и плодоносят.

41. **Prunus maximowiczii* Rupr. В ГБС с 1953 г., сейчас в коллекции 21 экземпляр.

Разновозрастные экземпляры этого вида черёмухи встречаются практически по всей территории дендрария, многие из них вступили в генеративную фазу.

42. **Prunus ssiori* F. Schmidt. В ГБС с 1965 г., сейчас в коллекции 2 экземпляра.

Несколько самосевных экземпляров отмечено в непосредственной близости от коллекционных, самые крупные из них начинают цвести и плодоносить.

43. – 44. **Pterocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach. В ГБС с 1950 г., сейчас в коллекции 2 экземпляра. **Pterocarya rhoifolia* Siebold & Zucc. В ГБС с 1947 г., сейчас в коллекции 4 экземпляра.

Массовый молодой самосев *Pterocarya fraxinifolia* отмечается на полянах, соседствующих с коллекцией рода Лапина. Отсутствие более старых экземпляров связано с тем, что ранее эти поляны не были расчищены от подрастающих лесных растений. Кроме самосева, оба имеющихся в коллекции вида Лапины возобновляются при помощи корневой поросли.

45. **Quercus bicolor* Willd. В ГБС с 1978 г., сейчас в коллекции 1 экземпляр.

В дендрарии имеется единственный 4-летний сеянец непосредственно под коллекционным экземпляром.

46. *Quercus rubra* L. В ГБС с 1951 г., сейчас в коллекции 133 экземпляра и несколько десятков экземпляров, посаженных на территории дендрария в качестве декоративных групп.

Обильный самосев отмечается непосредственно под кронами коллекционных растений дендрария и декоративных групп. Экземпляры, находящиеся на значительном удалении от материнских растений, встречаются крайне редко и при этом существенно превосходят по размеру самосев под коллекциями.

47. **Rhamnus cathartica* L. В ГБС с 1948 г., сейчас в коллекции 12 экземпляров.

Разновозрастные экземпляры жостера слабительного спорадически встречаются не только на территории всего ботанического сада, но и в соседствующем с ним парке Останкино.

48. *Robinia pseudoacacia* L. В ГБС с 1935 г., сейчас в коллекции 28 экземпляров.

Коллекционные экземпляры размножаются корневой порослью, часть дочерних экземпляров имеет высоту более 10 м и уже вступили в генеративную фазу.

49. *Rubus caucasicus* Focke. В ГБС с 1976 г.

Вегетативно размножающиеся экземпляры встречаются на территории, где ранее находилась коллекция рода Малина.

50. *Sambucus nigra* L. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции 10 экземпляров.

Самосевные экземпляры встречаются на территории ГБС, нередко они достигают максимальных свойственных виду размеров, цветут и плодоносят.

51. **Sorbus alnifolia* (Siebold & Zucc.) K. Koch. В ГБС с 1946 г., сейчас в коллекции 9 экземпляров.

Несколько разновозрастных, в некоторых случаях очень крупных, экземпляров отмечены на территории дендрария. Многие из них цветут и плодоносят.

52. – 53. **Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции 12 экземпляров.

Встречается по всей территории дендрария, но чаще в непосредственной близости к коллекционному участку рода Рябина. Некоторые самосевные экземпляры имеют высоту 5–7 м, цветут и плодоносят. Также на территории ГБС периодически обнаруживаются самосевные экземпляры цельнолистных рябин (*Sorbus* sp.), видовую принадлежность которых не удаётся установить. Число видов *Sorbus* L. subg. *Aria* в коллекции дендрария достигает 23.

54. **Spiraea japonica* L. f. В ГБС с 1938 г.

Самосевные экземпляры, часто демонстрирующие сортовые особенности, встречаются на разводном питомнике, на производственной территории. Они цветут и плодоносят.

55. **Staphylea pinnata* L. В ГБС с 1949 г., сейчас в коллекции 2 экземпляра.

Отдельные экземпляры встречаются спорадически на небольшом удалении от коллекции рода Клекачка. Изредка некоторые экземпляры переходят в генеративную фазу, но цветение и плодоношение при этом крайне скудное.

56. *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake. В ГБС с 1939 г., сейчас в коллекции 4 экземпляра.

Несколько самосевных растений отмечены в дендрарии ГБС. Не ясно, происходят ли они от коллекционных экземпляров или от растений этого вида, используемых в городском озеленении.

57. *Syringa josikaea* Jacq. f. ex Rchb. В ГБС с 1937 г., сейчас в коллекции 13 экземпляров.

Единственный самосевный экземпляр обнаружен на территории дендрария ГБС. Несмотря на относительно небольшой размер, он цветёт и плодоносит.

58. **Taxus baccata* L. В ГБС с 1938 г., сейчас в коллекции 10 экземпляров.

Несколько двухлетних сеянцев было обнаружено на участке коллекции рода Тис и в непосредственной близости от неё.

59. **Tilia americana* L. В ГБС с 1940 г., сейчас в коллекции 7 экземпляров.

Несколько самосевных индивидов обнаружено недалеко от коллекционных экземпляров американских лип.

60. – 61. **Tilia begoniifolia* Steven. В ГБС с 1940 г., сейчас в коллекции 4 экземпляра.

Под кронами данного вида лип обнаружены кустовидные растения; по всей видимости, они имеют корнеотпрысковое происхождение и многократно повреждались при скашивании травы. Кроме описанных видов, на участке коллекции рода Липа обнаружены многочисленные сеянцы **Tilia* sp., точную видовую принадлежность которых установить не удаётся, что, скорее всего, связано с их гибридным происхождением. Общее число видов липы, культивируемых в дендрарии ГБС, достигает 12.

62. **Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze. В ГБС с 1953 г.

Единственный в коллекции экземпляр данного вида активно вегетативно распространяется на коллекционном участке, имеет кустарниковую форму роста. Побеги, нередко переходящие к лиановидной форме роста, повреждаются зимними морозами.

63. **Ulmus davidiana* var. *japonica* (Rehder) Nakai. В ГБС с 1953 г., сейчас в коллекции 3 экземпляра.

Несколько самосевных экземпляров отмечено на коллекционном участке рода Вяз.

64. **Ulmus laciniata* (Trautv.) Mayr. В ГБС с 1953 г., сейчас в коллекции 2 экземпляра.

Несколько самосевных экземпляров, обнаруженных в непосредственной близости от коллекционных растений, обладают признаками, характерными для вяза разрезного, выраженными, однако, недостаточно ярко. Это может быть связано с ювенильностью растений, специфическими условиями дендрария или гибридным происхождением семян (возможна гибридизация с нативным *Ulmus laevis* Pall.).

65. **Viburnum burejaeticum* Regel & Herd. В ГБС с 1954 г., сейчас в коллекции 10 экземпляров.

Многочисленная молодая поросль образуется непосредственно под коллекционными экземплярами.

66. *Viburnum lantana* L. В ГБС с 1948 г., сейчас в коллекции 40 экземпляров.

Самосевные экземпляры изредка встречаются на территории дендрария, некоторые из них цветут и плодоносят.

Обсуждение

Проведён таксономический анализ видов, дичающих на экспозициях дендрария ГБС РАН. Спонтанное расселение отмечено у представителей 66 видов и разновидностей из 35 родов, относящихся к 22 семействам (таблица). Число дичающих видов составляет всего лишь 5.0% от культивируемых в дендрарии видов и разновидностей, однако на них приходится более четверти (26%) от всех родов и почти половина (45%) всех семейств. У представителей 102 родов и более 1200 видов растений, выращиваемых в дендрарии ГБС РАН, признаков натурализации не отмечено. За границу ГБС РАН ни один культивируемый в дендрарии вид не вышел.

Максимальное число видов, переходящих к спонтанному размножению, отмечается в родах *Prunus* s.l. (7 таксонов), *Acer* (6 таксонов), *Juglans* (5 таксонов). В родах *Euonymus*, *Amelanchier*, *Sorbus* и *Tilia* отмечается по 3 таксона. Остальные роды имеют по 1 или 2

вида, переходящих к спонтанному размножению. Среди семейств по числу дичающих представителей сильно выделяется Rosaceae, к которому относится 22 натурализующихся таксона, что связано с высокой представленностью этого семейства в коллекции дендрария (436 таксонов). Таким образом, семейство розоцветных лидирует по абсолютному показателю, но процент дичающих таксонов Rosaceae такой же, как в целом по дендрарию (5.0%). Более интересным оказывается семейство Juglandaceae, среди представителей которого признаков натурализации не было отмечено всего лишь у одного вида, остальные 7 таксонов, имеющиеся в коллекции дендрария, в той или иной степени дичают на территории ГБС. Интересно, что хорошо натурализуются виды, плоды которых разносятся птицами или белками, то есть посредством зоохории. Темпы натурализации растений, плоды которых разносятся ветром, значительно ниже.

Практически полностью отсутствует самосев у растений, относящихся к таким крупным и хорошо представленным в дендрарии ГБС РАН семействам, как кипарисовые и сосновые. Это, по всей видимости, связано с отсутствием подходящих условий для прорастания семян, а в частности с тем, что под пологом дубов не формируются куртины мха, с которыми и связано прорастание многих хвойных в природных условиях.

Использование даже упрощённого подхода к хронологическому анализу также дало интересные результаты. Соотношение дичающих древесных растений по их распространению в разных частях света оказалось следующим: 34% – европейские, 45% – азиатские и 21% – североамериканские. При этом соотношение общего числа культивируемых таксонов в коллекции несколько иное – 24.5% (европейские), 49.4% (азиатские) и 26.1% (североамериканские). Наибольшую способность к натурализации (5.3%) демонстрируют растения, которые естественно произрастают в Европе; растения из Азии (3.4%) и Северной Америки (3.0%) натурализуются менее активно (рис. 1). Более того, число натурализующихся растений с европейским ареалом на самом деле выше, так

Таблица. Таксономический анализ коллекции дендрария ГБС РАН по способности растений к спонтанному расселению

Семейство	Род	Число таксонов, которые расселяются вегетативно или самосевом				Не дичают
		массово	спорадически	единично	всего	
Аceraceae	<i>Acer</i>	3	2	1	6	42
Araliaceae	<i>Eleutherococcus</i>			1	1	3
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron</i>			1	1	0
Betulaceae	<i>Carpinus</i>			2	2	3
	<i>Corylus</i>			1	1	6
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos</i>	1			1	5
Celastraceae	<i>Euonymus</i>	1	2		3	14
Clusiaceae	<i>Hypericum</i>			1	1	0
Cornaceae	<i>Cornus</i>	1			1	21
Fabaceae	<i>Robinia</i>		1		1	0
Fagaceae	<i>Quercus</i>	1		1	2	11
Hippocastanaceae	<i>Aesculus</i>		1		1	5
Juglandaceae	<i>Juglans</i>	1	3	1	5	1
	<i>Pterocarya</i>		2		2	0
Menispermaceae	<i>Menispermum</i>			1	1	0
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>		1	1	2	23
	<i>Ligustrum</i>			1	1	11
	<i>Syringa</i>	1			1	13
Rosaceae	<i>Amelanchier</i>	1	2		3	8
	<i>Cotoneaster</i>		1		1	19
	<i>Crataegus</i>		2		2	70
	<i>Kerria</i>			2	2	0
	<i>Malus</i>	1			1	30
	<i>Rubus</i>	1			1	3
	<i>Mespilus</i>			1	1	0
	<i>Prunus</i>	1	6		7	28
	<i>Sorbus</i>		3		3	62
<i>Spiraea</i>		1		1	65	
Rhamnaceae	<i>Rhamnus</i>	1			1	12
Sambucaceae	<i>Sambucus</i>	1			1	3
Staphyleaceae	<i>Staphylea</i>		1		1	6
Taxaceae	<i>Taxus</i>			1	1	5
Tiliaceae	<i>Tilia</i>		1	2	3	20
Ulmaceae	<i>Ulmus</i>			2	2	7
Viburnaceae	<i>Viburnum</i>		1	1	2	17
ИТОГО		15	30	21	66	513

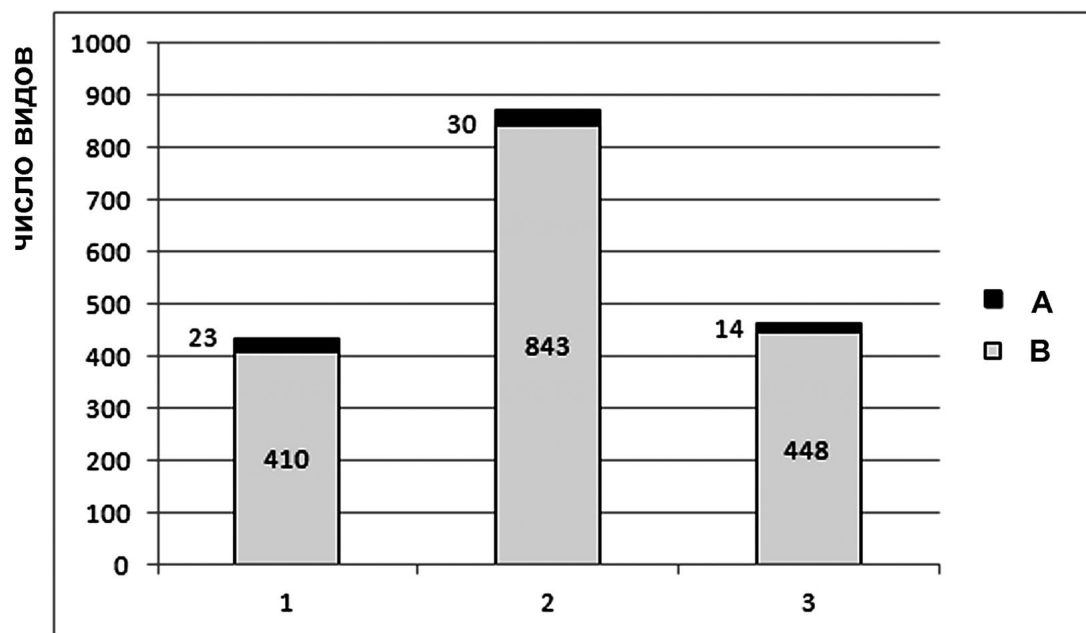


Рис. 1. Соотношение дичающих и не дичающих древесных видов различного географического происхождения в ГБС РАН.

А – натурализирующиеся виды; В – культивируемые виды. Виды, естественно произрастающие: 1 – в Европе; 2 – в Азии; 3 – в Северной Америке.

как ряд европейских видов, коллекционные экземпляры которых дают самосев на территории дендрария, не были учтены из-за того, что эти же виды встречаются на территории ГБС РАН нативно. Объяснение большого числа дичающих европейских видов может быть связано как с большей представленностью их в дендрарии, так и с более высокой их адаптацией к экологическим условиям культивируемого ареала.

В процессе проведения исследования мы столкнулись с проблемой определения видовой принадлежности многих из обнаруженных самосевных растений, чему послужило несколько причин. Во-первых, большая часть обнаруженных самосевных растений ещё не вступила в генеративную фазу, а использование одних лишь признаков вегетативных органов оказывается недостаточным для установления видовой принадлежности самосевных растений. Во-вторых, на данный момент большая часть территории дендрария является сильно притенённой, так как расположена под кронами либо коллекционных растений, либо сохранённых лесных пород. Молодые

самосевные растения, развивающиеся в тени и полутени, зачастую сильно отличаются от «типичного облика», описанного в определителях и свойственного взрослым экземплярам, произрастающим при полном освещении. В-третьих, количество литературы, посвящённой строению ювенильных особей древесных растений, крайне недостаточно. Имеющиеся работы описывают строение молодых растений, выросших в условиях питомника при полном освещении, и всё равно не подходят для идентификации самосевных растений в дендрарии. В-четвёртых, – это гибридизация. Построение дендрария по систематическому принципу – когда виды, относящиеся к одному семейству, роду и даже более мелким таксономическим единицам, высаживались на территории дендрария совместно, привело к образованию существенного количества гибридных семян. Количество гибридных и неверно определённых семян, распространяемых по системе Index Seminum между ботаническими садами, оценивается в среднем в 20%, а для сложных таксономических групп достигает 50% [Скворцов; 1996]. Так как гибридизация явля-

ется одним из крайне важных факторов как при акклиматизации растений, так и при их натурализации и переходе к инвазивному поведению [Huxel, 1999; Zalapa et al., 2009; Tokhtar et al., 2011; Ainouche et al., 2016], логично предполагать, что многие самосевные растения в дендрарии имеют гибридное происхождение. Однако установление гибридного происхождения крайне затруднительно, как в силу описанных выше причин, так и из-за огромного количества видов, культивируемых в дендрарии.

По указанным выше причинам мы предполагаем, что в дальнейшем список видов, дичающих в дендрарии ГБС РАН, существенно увеличится. Привлечение специалистов позволит обнаружить новые виды, относящиеся к сложным таксономическим группам, таким как боярышники и цельнолистные рябины. Взросление и переход к генеративной фазе уже имеющихся в дендрарии самосевных экземпляров позволит определить видовую принадлежность тех растений, для которых это не удаётся сделать на ювенильной или имматурной стадии развития. Проводимые в дендрарии работы по расчистке и осветлению кол-

лекционных участков также могут помочь уточнению видового состава самосевных древесных интродуцированных видов. Установление роли гибридизации при появлении самосева древесных растений в дендрарии возможно с использованием лабораторных методов анализа: хромосомного, биохимического, молекулярного и др. Более точные данные анализа таксономического состава дичающих древесных растений можно будет получить после выяснения видового состава самосева, относящегося к сложным группам.

Наши данные не поддерживают гипотезу, известную как «правило 10», согласно которой только 10% таксонов, преодолевших один из барьеров на пути от чужеродного вида до инвазивного, преодолевают следующий барьер [Kühn et al., 2004]. Так, более чем за 70 лет существования ГБС РАН географический барьер посредством намеренной интродукции преодолели около 2400 таксонов (рис. 2); 1317 (55%!) из них преодолели экологический барьер (потому что сотрудники ботанических садов собирают коллекцию целенаправленно и много внимания уделяют подбору устойчивых видов); репродуктивный барьер преодо-

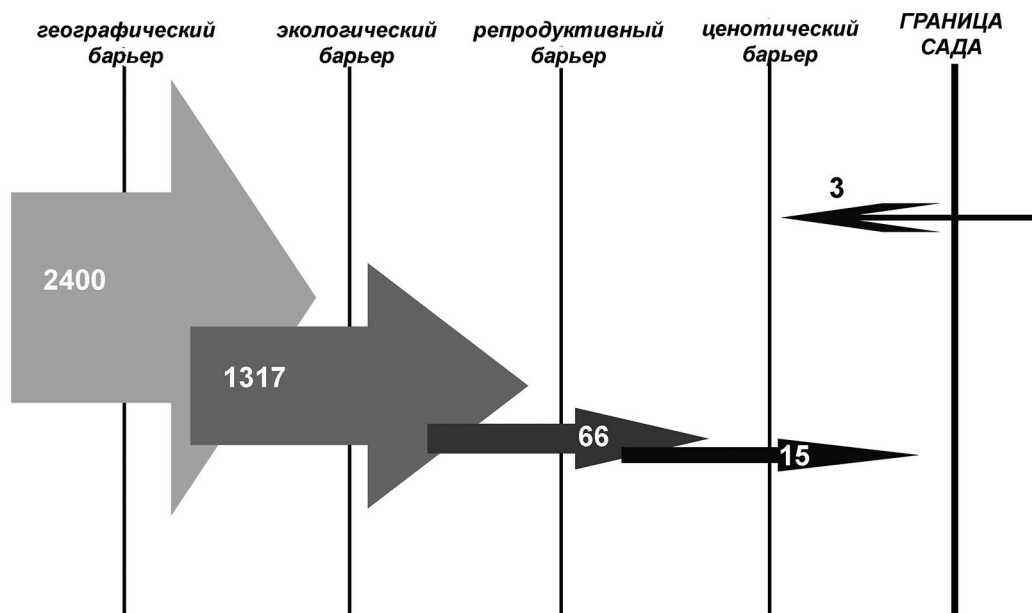


Рис. 2. Схема этапов натурализации чужеродных растений и распределение видов дендрологической коллекции ГБС РАН по степени инвазивности.

лело 66 таксонов (5%), что связано с долгим вступлением древесных видов в генеративную фазу развития. Только 12 видов (8%) реально «сбежали» из дендрологической коллекции и вторглись в естественные фитоценозы ботсада, тогда как 3 вида из этой группы – *Acer negundo*, *Cotoneaster lucidus* и *Malus domestica*, напротив, попали на территорию ботанического сада извне, в основном, из озеленительных посадок. По-видимому, «правило 10» касается только ненамеренно интродуцированных (= случайно занесённых) растений, и в интродукционных учреждениях оно не действует.

Выводы

Инвазионная активность древесных растений в коллекционных фондах ботанических садов довольно низка: более чем за 70 лет в ГБС РАН только у 5% видов отмечено самовозобновление, а за пределы дендрария в естественные леса, сохранившиеся на территории ГБС РАН, вышло всего лишь 1.1% намеренно интродуцированных вида. За границу ГБС РАН ни один культивируемый в дендрарии вид не вышел. Мы считаем, что вероятность риска инвазии новых чужеродных видов древесных растений посредством вектора намеренной интродукции невелика.

Инвазионная активность выше у видов, культивируемых на нескольких экспозициях и представленных в ГБС РАН образцами различного географического происхождения. У этих таксонов генетическая изменчивость изначально выше, что способствует более быстрой адаптации к новым почвенно-климатическим условиям.

Инвазионная активность у растений с европейским ареалом, по меньшей мере, в 1.7 раза выше в сравнении с азиатскими и североамериканскими видами.

Наибольшая инвазионная активность отмечена у видов семейств Juglandaceae (7 из имеющих в коллекции 8 таксонов) и Rosaceae (22 из имеющих в коллекции 436 таксонов), плоды которых к тому же распространяются посредством зоохории.

В ботанических садах при совместном выращивании близкородственных древесных видов различного географического происхождения активно идут процессы гибридизации, и многочисленные сеянцы трудно идентифицировать из-за наличия у них промежуточных между родительскими видами признаков.

Ботанические сады, вопреки литературным данным, не являются прямым вектором инвазии чужеродных видов. Хотя многие инвазионные виды появились в новых регионах благодаря преднамеренной интродукции, инвазию их в природные сообщества надо связывать не с интродукционными учреждениями, а с их дальнейшим массовым культивированием, способствующим повышению генетической изменчивости инициальных интродукционных популяций.

В интродукционных учреждениях при намеренной интродукции «правило 10» не работает, по-видимому, его можно применять только в случае иных векторов инвазии.

Благодарности

Авторы благодарят анонимного рецензента за сделанные им ценные замечания. Исследование выполнено в рамках Программы Президиума РАН № 0111-2018-0003 41 «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 18-04-00411.

Литература

- Виноградова Ю.К. Кодекс управления инвазионными чужеродными видами в ботанических садах стран СНГ. М.: ГБС РАН, 2015. 68 с.
- Виноградова Ю.К., Гутовская Н.И., Двораковская В.М., Карпионовна Р.А., Коновалова Т.Ю., Костылева Н.В., Куклина А.Г., Павлова И.В., Саодатова Р.З. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду: Путеводитель. М.: ГЕОС. 2008. 224 с.
- Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина (история, становление и достижения) / А.С. Демидов, З.Е. Кузьмин, В.Г. Шатко. М.: ГБС РАН; Тула: ИПП «Гриф и К», 2005. 112 с.
- Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / Отв. ред. А.С. Демидов. М., 2005. 586 с.
- Скворцов А.К. Интродукция растений и ботанические сады: размышления о прошлом, настоящем и буду-

- щем // Бюл. Гл. бот. сада. М.: Наука, 1996. Вып. 173. С. 4–15.
- Ainouche M., Chelaifa H., Rousseau-Guetin M. et al. Genome merger as evolutionary springboard: Insights from recurrent hybridization and polyploidy in *Spartina* // International Conference on Polyploidy, Hybridization and Biodiversity. IPCHB 2016. 11–14 May, Rovinj, Croatia. 2016. P. 13.
- Dawson W., Mndolwa A.S., Burslem D., Hulme P.E. Assessing the risks of plant invasions arising from collections in tropical botanical gardens // Biodiversity Conservation. 2008. Vol. 17. P. 1979–1995.
- Dehnen-Schmutz K., Touza A., Perrings C., Williamson M. The horticultural trade and ornamental plant invasions in Britain // Conservation Biology. 2007. Vol. 21. P. 224–231.
- Drew J., Anderson N., Andow D. Conundrums of a complex vector for invasive species control: a detailed examination of the horticultural industry // Biological Invasions. 2010. Vol. 12. P. 2837–2851.
- Essl F., Nehring S., Klingenstein F., Milasowszky N., Nowack C., Rabitsch W. Review of risk assessment systems of IAS in Europe and introducing the German-Austrian black list information system (GABLIS) // Journal for Nature Conservation. 2011. Vol. 19. P. 339–350.
- Fernández-Galiano E. The Council of Europe: DAISIE Is a Much-Needed Initiative. Preface to DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe, pp. ix–x. Springer Science, Dordrecht + Business Media B.V. 2009.
- Hanspach J., Kühn I., Pyšek P., Boos E., Klotz S. Correlates of naturalization and occupancy of introduced ornamentals in Germany // Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics. 2008. Vol. 10. P. 241–250.
- Heywood V.H., Sharrock S. European Code of Conduct for Botanic Gardens on Invasive Alien Species / Council of Europe, Strasbourg, Botanic Gardens Conservation International, Richmond. Council of Europe Publishing, F-67075 Strasbourg. 2013. 60 p.
- Hulme P.E. Addressing the threat to biodiversity from botanic gardens // Trends in Ecology & Evolution. 2011. Vol. 26. P. 168–174.
- Hulme P.E., Bacher S., Kenis M., Klotz S., Kühn I., Minchin D., Nentwig W., Olenin S., Panov V., Pergl J., Pyšek P., Roques A., Sol D., Solarz W., Vila M. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy // Journal of Applied Ecology. 2008. Vol. 45. P. 403–414.
- Hulme P.E., Brundu G., Carboni M., Dehnen-Schmutz K., Dullinger S., Early R., Essl F., González-Moreno P., Groom Q.J., Kueffer C., Kühn I., Maurel N., Novoa A., Pergl J., Pyšek P., Seebens H., Tanner R., Touza J.M., van Kleunen M., Verbrugge L.N.H. Integrating invasive species policies across ornamental horticulture supply-chains to prevent plant invasions // Journal of Applied Ecology. 2018. Vol. 55. P. 92–98.
- Huxel G.R. Rapid displacement of native species by invasive species: effects of hybridization // Biological Conservation. 1999. Vol. 89. P. 143–152.
- van Kleunen M., Dawson W., Essl F., Pergl J., Winter M., Weber E., Kreft H., Weigelt P., Kartesz J., Nishino M., Antonova L.A., Barcelona J.F., Cabezas F.J., Cárdenas D., Cárdenas-Toro J. Global exchange and accumulation of non-native plants // Nature. 2015. Vol. 525. P. 100–103.
- van Kleunen M., Essl F., Pergl J., Brundu G., Carboni M., Dullinger S., Early R., González-Moreno P., Groom Q.J., Hulme Ph.E., Kueffer Ch., Kühn I., Máguas C., Maurel N., Novoa A., Parepa M., Pyšek P., Seebens H., Tanner R., Touza J., Verbrugge L., Weber E., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Klöner G., Talluto M.V., Dehnen-Schmutz K. The changing role of ornamental horticulture in alien plant invasions // Biol. Rev. 2018. doi: 10.1111/brv.12402.
- Kühn I., Brandenburg M., Klotz S. Why do alien plant species that reproduce in natural habitats occur more frequently? // Divers. Distrib. 2004. Vol. 10. P. 417–425.
- Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grapow L., Chassot P. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs // Preslia. 2008. Vol. 80. P. 101–149.
- Mack R.N., Erneberg M. The United States naturalized flora: largely the product of deliberate introductions // Annals of the Missouri Botanical Garden. 2002. Vol. 89. P. 176–189.
- NNSS 2011. GB Non-native Species Secretariat. Risk analysis (Электронный документ) // (<http://www.nonnativespecies.org/index.cfm?sectionid=51>). Проверено 18.11.2018
- Pergl J., Sádlo J., Petřík P., Danihelka J., Chrtek J.Jr., Hejda M., Moravcová L., Perglová I., Štajerová K., Pyšek, P. Dark side of the fence: ornamental plants as a source for spontaneous flora of the Czech Republic // Preslia. 2016. Vol. 88. P. 163–184.
- Pergl J., Pyšek P., Bacher S., Essl F., Genovesi P., Harrower C.A., Hulme Ph.E., Jeschke J.M., Kenis M., Kühn I., Perglová I., Rabitsch W., Roques A., Roy D.B., Roy H.E., Vila M., Winter M., Nentwig W. Troubling travellers: are ecologically harmful alien species associated with particular introduction pathways? // NeoBiota. 2017. Vol. 32. P. 1–20. doi: 10.3897/neobiota.32.10199.
- Pyšek P., Jarošík V., Pergl J. Alien plants introduced by different pathways differ in invasion success: unintentional introductions as greater threat to natural areas? // PLoS One. 2011. Vol. 6. e24890.
- Pyšek P., Pergl J., Essl F., Lenzner B., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Kartesz J., Nishino M., Antonova L.A., Barcelona J.F., Cabezas F.J., Cárdenas, D., Cárdenas-Toro J. Naturalized and invasive alien flora of the world: species diversity, taxonomic and

- phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion // *Preslia*. 2017. Vol. 89. P. 203–274.
- Reichard S.H. Screening and monitoring for invasive ability // In: Ault J.R. (ed.). *Plant Exploration: Protocols for the Present, Concerns for the Future*. Chicago Botanic Garden, Glencoe, IL. 2000.
- Reichard S.H., White P. Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States // *BioScience*. 2001. Vol. 51. P. 103–113.
- Roberts W., Harrod O., Mitterdorfer B., Pheloung P. Regulating invasive plants and uses of weed risk assessments // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2011. Vol. 3. P. 60–65.
- Saul W.-C., Roy H.E., Booy O., Carnevali L., Chen H.-J., Genovesi P., Harrower C.A., Hulme P.E., Pagad S., Pergl J., Jeschke J.M. Assessing patterns in introduction pathways of alien species by linking major invasion data bases // *Journal of Applied Ecology*. 2017. Vol. 54. P. 657–669.
- Sharrock S.L. et al. The biodiversity benefits of botanic gardens // *Trends in Ecology and Evolution*. 2011. Vol. 26. No. 9. P. 433.
- The Plant List (Электронный ресурс) // (<http://www.theplantlist.org>). Проверено 30.10.2018.
- Tokhtar V.K., Vinogradova Yu.K., Groshenko A.S. Microevolution and Invasiveness of *Oenothera* L. species (Subsect. *Oenothera*, Onagraceae) in Europe // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2011. Vol. 2. No. 4. P. 273–280.
- Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Bochkina V.D. Changes in the spontaneous flora of the Main Botanic Garden, Moscow, over 65 years // *Skvortsovia*. 2015. Vol. 2. No. 1. P. 45–95.
- Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Bochkina V.D. Effect of Alien Plant Species on Flora Dynamics in the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences // *Russian Journal of Biological Invasions*. 2016. Vol. 7. No. 1. P. 12–25.
- Weber E., Gut D. Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe // *Journal for Nature Conservation*. 2004. Vol. 12. P. 171–179.
- Zalapa J.E., Brunet J., Guries R.P. Patterns of hybridization and introgression between invasive *Ulmus pumila* (Ulmaceae) and native *U. rubra* // *American Journal of Botany*. 2009. Vol. 96. P. 1116–1128.

INVASIVE ACTIVITY OF WOODY PLANTS IN THE TSYTSYN BOTANICAL GARDEN OF THE RAS

© Yatsenko I.O.*, Vinogradova Yu.K.**

Tsytsyn Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;
email: * i_o_yatsenko@mail.ru; ** gbsad@mail.ru

The object of the study is the arboretum of the Tsytsyn Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (MBG RAS), which was founded in 1945. The invasive activity is extremely low: 66 taxa from 35 genera belonging to 22 families (5% of the collection fund) are capable to «escaping» from the arboretum. The highest rate of naturalization was observed in the families of Juglandaceae and Rosaceae, whose fruits are disseminated through zoochorya. The greatest capacity for naturalization (5.3%) was demonstrated by plants with European distribution range, Asiatic (3.4%) and North American (3.0%) plants were less naturalized. Within more than 70 years, only 1.1% of the deliberately introduced species were found outside the arboretum in natural cenoses persisted in the MBG RAS. Some seedlings have characters intermediate between collection species and appear to be hybrids.

It is concluded that, contrary to the literature data, botanical gardens are not a direct pathway for invasion of alien species. Although many invasive species have appeared in the «new homeland» due to intentional introduction, their invasion to natural communities must be attributed not to primary introductions, but to their further massive cultivation.

Key words: naturalization, botanical garden, woody plants, invasion.