

УДК 502.7:58.006:632.51

DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-2-103-115

К ИЗУЧЕНИЮ ЧУЖЕРОДНОЙ ФЛОРЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА

Лепешкина Л. А., Клевцова М. А., Воронин А. А.

*Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия
E-mail: lilez1980@mail.ru*

Рассмотрена динамика чужеродной флоры ботанического сада ВГУ за 50 лет. Отмечено два периода увеличения числа адвентов: с 1988 г. по 2005 г. появилось 70 видов, а с 2005 г. по 2013 г. – 58 видов. Последние 10 лет наблюдается снижение их общего числа с 166 до 152 видов. Чужеродная флора БС ВГУ насчитывает 152 вида из 124 родов, 53 семейств отдела *Magnoliophyta*. Среди биоморф доминируют древесно-кустарниковые – 58 видов и многолетние травы – 44 вида. Доля американских видов – 33,6 %. Соотношение ксенофитов и эргазиофитов (1:3) указывает на главенствующую роль интродукции растений в формировании чужеродной флоры. На примере конкретной флоры БС ВГУ выявлены современные особенности генезиса чужеродного компонента – снижение общего числа видов на 9,2 %, увеличение доли эргазиофитов с 68,1 до 72,0 % за последние 10 лет, формирование устойчивого ядра чужеродной флоры из агриофитов и колонофитов – 69,1 %.

Ключевые слова: чужеродная флора, адвенты, ботанический сад, чужеродный вид, анализ флоры.

ВВЕДЕНИЕ

Борьба с биологическими инвазиями – одна из ключевых тем IV Международного конгресса ботанических садов и Конвенции о биологическом разнообразии [1]. В литературе, посвященной фитоинвазиям, уделяется внимание обнаружению адвентов, способам их распространения и классификации [2–4] как основы по контролю чужеродных видов. Для центров интродукции растений, имеющих обширные участки антропогенно трансформированных естественных фитоценозов, это особенно актуально.

Ботанический сад имени профессора Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета (БС ВГУ) основан в 1937 г. и имеет статус охраняемого памятника природы общей площадью 72,3 га. Он располагает богатой коллекцией растений региональной и мировой флоры, а также обширными территориями с лесными и лугово-степными сообществами, в которых происходят процессы биологических инвазий.

Цель работы – провести анализ чужеродной (адвентивной) флоры ботанического сада Воронежского государственного университета. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: рассмотрена история изучения адвентов, динамика чужеродных видов в различные временные отрезки, изучена таксономическая и типологическая структура флоры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами настоящего исследования послужили многолетние данные изучения адвентивной флоры БС ВГУ в период 2004–2023 гг., многочисленные публикации по теме [5–11] архивные журналы полевых наблюдений. При составлении сводного списка использована база гербариев: VOR – гербарий им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского госуниверситета, VORG – гербарий факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета и VORB – гербарий ботанического сада ВГУ.

Анализ чужеродной флоры проведен по общепринятым методам и подходам [12]. Степень натурализации дана по классификации Чёрной книги флоры Средней России [3], названия на латинском языке приведены согласно онлайн определителю растений «Плантариум» [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Еще до организации БС ВГУ флора данной территории изучалась в середине и конце XIX века. В работе Н. С. Тарачкова [5] упоминается произрастание *Saponaria officinalis* L., а в перечне Л. Ф. Грунера [6] отмечены находки *Eragrostis minor* Host, *Oenothera biennis* L. и *Senecio vernalis* Waldst. & Kit.

Имеются сведения, что рукописный флористический список для территории БС ВГУ был составлен Н. И. Машкиным в 1940 г. и содержал 450 видов цветковых растений [14]. Конспект был утрачен во время боевых действий в 1942 г. С конца 1940-х по 1970-ые гг. целенаправленные исследования дикорастущей флоры не проводились, все усилия были направлены на создание обширных коллекций интродуцентов [7].

Первые систематизированные данные по адвентивным растениям БС ВГУ представлены во флористической сводке З.П. Муковниной [8]. Она провела инвентаризацию спонтанной флоры в период 1970–1988 гг. и подготовила аннотированный список из 426 видов сосудистых растений из 67 семейств с указанием кварталов обнаружения таксонов.

В конце 1980-х начале 1990-х гг. политические и социально-экономические преобразования коснулись деятельности многих природоохранных учреждений, в том числе ботанического сада Воронежского госуниверситета. Сокращается штат, не проводятся основные агротехнические и санитарные мероприятия. Коллекции и экспозиции растений, производственные территории переносятся к административному корпусу и занимают площадь только 4 га. Около 40 га – участки новых экономических культур, декоративно-травянистых растений, региональной флоры, арборетум, географический парк, Мичуринский сад были предоставлены естественным процессам зарастания. В результате коллекции растений открытого грунта явились источником новых инвазий. В начале 2000-х гг. наблюдалось активное расселение видов из мест культивирования благодаря зоо- и орнитохорным путям распространения.

Регулярный мониторинг чужеродных растений начался с 2004 г., а в 2005 г. составлен перечень адвентов – 108 видов из 79 родов и 30 семейств [9]. С 1988 г. по 2005 г. их число увеличилось с 38 до 108 (добавилось 70 видов), а доли

эргазиофитов и ксенофитов если ранее имели близкие значения – 58,0 % и 42,1 % соответственно, то через 17 лет резко изменились до 68,0 % и 28,0 % соответственно.

Многие успешно расселившиеся древесно-кустарниковые адвенты имеют длительный период культивирования. Например, с начала организации ботанического сада (1937 г.) интродуцированы такие виды, как *Acer negundo* L., *Berberis amurensis* Maxim., *Lonicera caprifolium* L., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., *Viburnum lantana* L. С середины прошлого века культивируются *Caragana arborescens* Lam., *Padus virginiana* (L.) Mill., *Quercus rubra* L., *Ribes alpinum* L., *Rhus typhina* L., *Spiraea salicifolia* L., *Swida alba* (L.) Opiz, *Vitis amurensis* Rupr. Отмечено, что в сообществах древесно-кустарниковые адвенты появились через 18–25 лет после начала их интродукционных испытаний. Для травянистых растений эти сроки в среднем составляют 5–7 лет. В 2000–2005 гг. впервые отмечаются вне культуры *Helianthus tuberosus* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Hordeum jubatum* L., *Mahonia aquifolium*, *Symphoricarpos rivularis* Suksdorf и др. [9].

В 2008–2013 гг. детально обследованы дубравы и старые дендрокolleкции, развивающиеся без ухода со стороны человека с 1990-х гг. [15, 16]. В результате выявлены виды, уходящие из мест культивирования. Так, в пределах арборетума отмечены сеянцы и подрост *Berberis amurensis*, *Carpinus betulus* L., *Cotinus coggyria* Scop., *Padus serotina* (Ehrh) Borgh., *Phellodendron amurensis* Rupr., *Rosa rugosa* Thunb. и др. В географическом дендропарке обнаружены инвазии *Juglans cinerea* L., *Lonicera caprifolium*, *Sambucus nigra* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. и др. В дубравах ботанического сада активно расселяются *Mahonia aquifolium*, *Quercus rubra*, *Symphoricarpos rivularis*. Именно в этот период рядом с насаждениями *Larix sibirica* Ledeb. и *Picea abies* (L.) Karst. в 2005 г. найдены два экземпляра лиственницы сибирской в возрасте 4 лет, а весной 2008 г. – три деревца ели обыкновенной 3–4 лет. Гибель молодых растений *Larix sibirica* и *Picea abies* установлена при обследовании в 2011–2012 гг. Позднее возобновление данных видов не наблюдалось. На территории БС ВГУ и ранее отмечался самосев у голосеменных: *Abies sibirica* Ledeb., *Larix decidua* Mill., *Picea glauca* (Moench) Voss, *Pinus pallasiana* D. Don, *Pinus strobus* L., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco [17], но растения не выживали без вмешательства интродукторов.

К 2013 г. число адвентов составило уже 166 видов. Значительно стали преобладать дичающие из культуры растения (эргазиофиты). Ранее они составляли только 8,9 % [8], а к 2013 г. их доля увеличилась более чем в 7,5 раз – 68,1 % (113 видов). За всю историю изучения спонтанной флоры БС ВГУ было выявлено 203 чужеродных вида, из которых 51 вид уже не встречается. Наблюдения последних 10 лет показывают снижение общего числа адвентов с 166 (2013 г.) до 152 видов (2023 г.). Это обусловлено разными причинами. Среди них целенаправленное уничтожение чужеродных видов со статусом «invasive plant» согласно кодексу, принятому в 2016 г. [11], сокращение разнообразия культивируемых декоративных, кормовых и пищевых трав, климатические флуктуации, изменение режима природопользования на коллекциях и экспозициях, зарастание открытых полей и

участков аборигенными древесно-кустарниковыми видами, ликвидация стихийных свалок и мусорных территорий.

Удержались в составе флоры несколько лет и были целенаправленно удалены – *Ambrosia trifida* L. (2007–2009 гг.), *A. artemisiifolia* L. (2013–2015 гг.). Порядка 20 видов не отмечаются 7–10 лет: *Acer saccharinum* L., *Atriplex hortensis* L., *A. tatarica* L., *Briza media* L., *Cannabis sativa* L., *Glycine max* (L.) Merr., *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Hordeum jubatum* и др. Отдельные таксоны не указываются 11–25 лет: *Commelina communis* L., *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf, *Centaurea cyanus* L., *Xanthium strumarium* L. Последний вид вероятно был вытеснен агрессивным *Xanthium albinum* (Widd) H.Scholz. Более 25 лет в составе чужеродной флоры не представлены *Geranium sibiricum* L., *Lupinus angustifolius* L., *L. luteus* L.

В 2011 г. исчезли из мест старой культуры: *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex Mori, *Impatiens glandulifera* Royle, *Miscanthus sinensis* Andersson, *Physalis alkenkengi* L., *Toxicodendron pubescens* Mill. Возможной причиной стала предшествующая засуха 2010 г. Некоторые виды не отмечались в составе флоры 30 лет и появились после проведения агротехнических работ. Так, новая инвазия *Sida hermaphrodita* Rusby обнаружена на экспозиции «Замечательный сад» после начала разработки участка в 2017 г. Последний раз вид упоминается как дичающий в 1987 г.

В результате нашествия карантинного вредителя *Agrilus planipennis* Fairmaire значительно снизил свою активность в сообществах *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., все его взрослые деревья погибли в 2016–2017 гг. После очистки ложа и берегов исторического пруда в 2020 г. сократилась численность популяций *Bidens frondosa* L. и *Epilobium adenocaulon* Hausskn.

Следует упомянуть виды, которые были ошибочно определены и приводились в более ранних публикациях [10, 18]. Это *Clematis orientale* L. переопределен как *C. serratifolia* Rehder и *Cephalaria litvinovii* Bobr. – *C. gigantea* (Ledeb.) Bobrov.

В составе чужеродной флоры за последние 3–7 лет отмечено 5 новых эргазиофитов – *Borago officinalis* L., *Mentha suaveolens* Ehrh., *Phacelia tanacetifolia* Benth., *Phytolacca americana* L., *Symphytum asperum* Lepesch. и один ксенофит – *Veronica polita* Fr. В 2022–2023 гг. была реконструирована коллекция «Аптекарский сад», где культивируется более 200 лекарственных и пряно-ароматических растений. Есть вероятность внедрения на вторичные местообитания новых таксонов и ранее встречавшихся эфемерофитов – *Calendula officinalis* L., *Centaurea cyanus*, *Matricaria recutita* L., *Salvia sclarea* L.

Динамика чужеродных видов по их общему количеству, соотношению эргазиофитов и ксенофитов показывает ведущую роль интродукции растений в формировании разнообразия адвентов (рис. 1). Разрыв между случайно заносными видами и дичающими интродуцентами увеличивался в пользу последних с 6 видов в 1988 г. до 74 видов к 2023 г. До конца 1980-х гг. процесс инвазий сдерживался благодаря надлежащему уходу за коллекциями, массовому сбору плодов и семян.

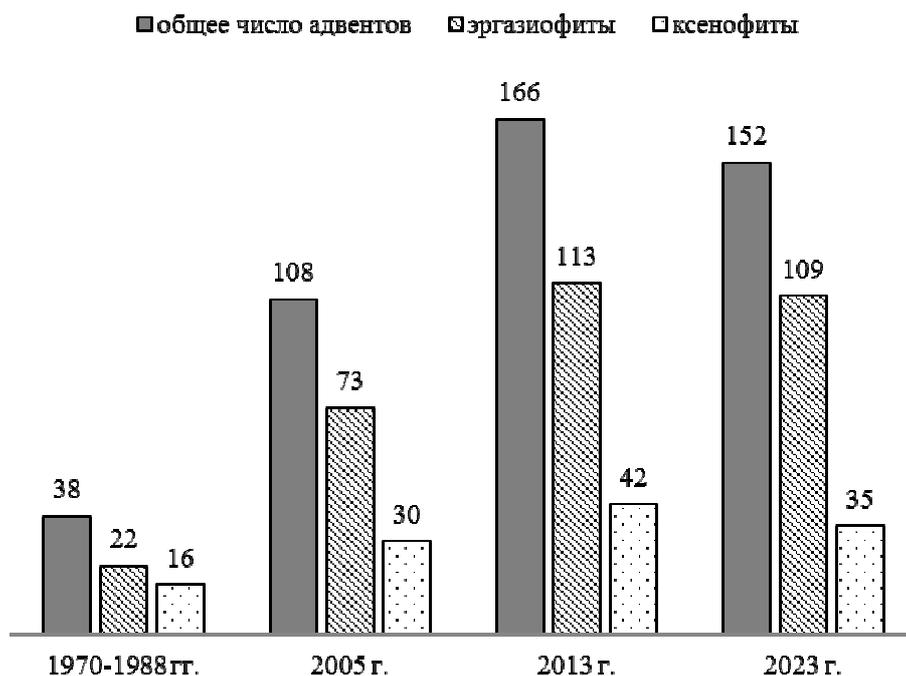


Рис. 1. Соотношение эргазифитов и ксенофитов в составе чужеродной флоры БС ВГУ в разные временные периоды.

Соотношение чужеродных видов и сводной (спонтанной) флоры представлено на рисунке 2. Резко увеличилось число адвентов в начале 2000-х гг. с 38 до 108 видов, второй скачок отмечен к 2013 г. – с 108 до 166. Через 10 лет наблюдается некоторое снижение с 166 до 152 видов, что обусловлено комплексом причин. Например, изменился режим природопользования – широко внедрили опыт обработки почвы без перекопки, мульчирование коллекций и регулярное выкашивание залежей. Также с 2016 г. ведется экологическая реставрация нарушенных участков по северной границе сада и целевое уничтожение инвазивных растений. В условиях БС ВГУ основная часть видов, способных к дичанию, реализовала свой инвазионный потенциал за 23–25 лет.

Анализ чужеродной флоры. По состоянию на 2023 г. чужеродную флору составляют 152 вида из 124 родов, 53 семейств отдела покрытосеменные (Magnoliophyta). В спектре семейств ведущими являются 6: Asteraceae – 20 видов, Rosaceae – 19, Poaceae – 11, Fabaceae – 8, Lamiaceae, Brassicaceae – по 6 видов (табл. 1). Вместе они составляют 46,1 % от всех адвентов. Причем, 16 семейств являются только адвентивным и не представлены в естественной региональной флоре: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Cucurbitaceae, Hippocastanaceae, Hydrophyllaceae, Juglandaceae, Moraceae, Vitaceae и др. Крупных родов, содержащих более 3 видов, не выявлено.

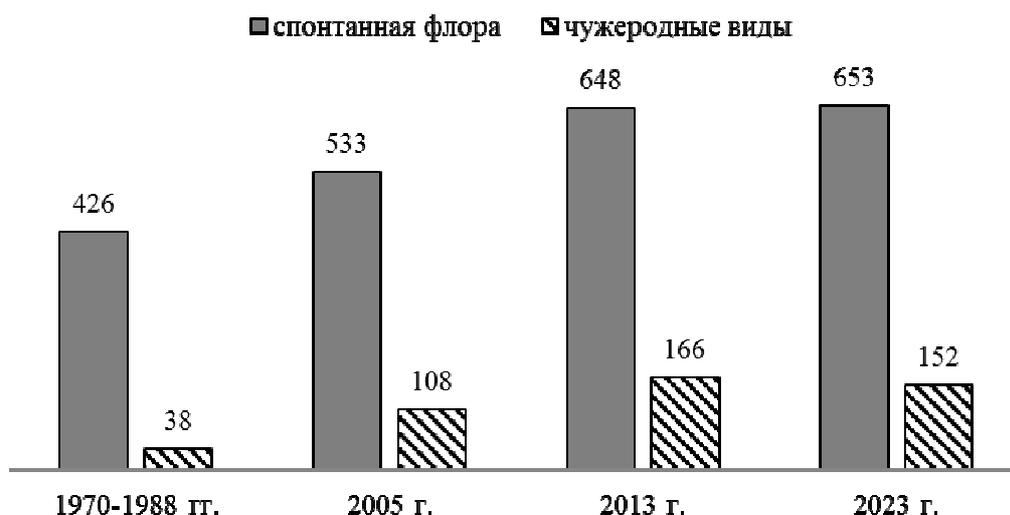


Рис. 2. Соотношение чужеродных видов и спонтанной (сводной) флоры БС ВГУ

Таксономический состав адвентов в ботанических садах во многом обусловлен их специализацией, т.е. интродукцией хозяйственно-важных групп растений – декоративных, кормовых, пищевых, лекарственных. Например, Asteraceae включает такие декоративные виды, как *Rudbeckia bicolor* Nutt., *Symphotrichum x salignum* (Willd.) G.L. Nesom, *Solidago canadensis* L., *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg. и др. Семейство Розовые слагают многочисленные древесно-кустарниковые таксоны, плоды которых имеют ценные пищевые и лекарственные свойства. Это виды родов *Amelanchier*, *Cerasus*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Padus* и др. Как перспективные кормовые культуры испытывались представители семейств Fabaceae, Poaceae, Polygonaceae. Среди них – *Desmodium canadense* DC., *Galega orientalis* Lam., *Arrhenatherum elatius* (L.) J. & C. Presl, *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai дополнили чужеродную флору.

Среди адвентов доминируют многолетние травы – 28,9 % (44 вида) и древесно-кустарниковые растения – 38,2 % (58 видов), из которых: кустарники – 26 видов (17,1 %), деревья – 25 видов (16,4 %), кустарниковые лианы – 5 видов (3,3 %), кустарнички и полукустарнички – по 1 виду (0,7 %). Поставщиками древесных растений явились дендрологические коллекции ботанического сада: географический парк, арборетум I и II, орехоплодные культуры и др. Однолетние и двулетние травы вместе насчитывают 50 видов (32,9 %). Представителями являются: *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Lunaria annua* L., *Papaver rhoeas* L., *Portulaca oleracea* L. и другие.

Чужеродную флору слагают виды, различные по своему географическому происхождению – исходному типу ареала. Выделяются 4 основных геоэлемента, среди которых доминирует американский (51 вид, 33,6 %). Он включает таких успешных североамериканских представителей, как *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*

L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Symphoricarpos rivularis* и др. Большую долю составляют также азиатский – 25 (16,4 %), евразийский – 26 (17,1 %) и европейский – 27 видов (17,8 %) геоэлементы.

Таблица 1
Спектр семейств чужеродной флоры, в которых содержится 2 и более видов, 2023 г.

Семейства	Число родов	% от общего числа родов (124)	Число видов	% от общего числа видов (152)
1. Asteraceae	16	12,9	20	13,2
2. Rosaceae	14	11,3	19	12,5
3. Poaceae	9	7,3	11	7,2
4. Fabaceae	8	6,5	8	5,3
5. Lamiaceae	5	4,0	6	3,9
6. Brassicaceae	5	4,0	5	3,3
7. Apiaceae	3	2,4	3	2,0
8. Malvaceae	3	2,4	3	2,0
9. Oleaceae	3	2,4	4	2,6
10. Berberidaceae	3	2,4	4	2,6
11. Caryophyllaceae	3	2,4	3	2,0
12. Boraginaceae	3	2,4	3	2,0
13. Vitaceae	2	1,6	4	2,6
14. Grossulariaceae	2	1,6	4	2,6
15. Caprifoliaceae	2	1,6	3	2,0
16. Ranunculaceae	2	1,6	2	1,3
17. Cucurbitaceae	2	1,6	2	1,3
18. Onagraceae	2	1,6	2	1,3
19. Polygonaceae	2	1,6	2	1,3
20. Scrophulariaceae	2	1,6	3	2,0

По способу заноса адвенты представлены 109 эргазиофитами, 35 ксенофитами, 8 эргазио/ксенофитами. Ксенофиты проникли на территорию ботанического сада с автомобильным и велосипедным транспортом, с семенами культурных растений, отходами и мусором. Среди них наиболее устойчивы в экосистемах: *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Echinocystis lobata* Torr. et Gray, *Impatiens parviflora* DC., *Oenothera biennis* L., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Senecio vernalis* и др.

По степени натурализации чужеродные растения распределены по следующим группам: колонофиты – 60 (39,5 %), агриофиты – 45 видов (29,6 %), эпикофиты – 35 (23,0 %), эфемерофиты – 12 видов (7,9 %). Типичные агриофиты – *Arrhenatherum elatius*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum sosnowskyi*, *Lupinus polyphyllus*, *Solidago canadensis*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Robinia pseudoacacia*. Некоторые натурализовались в дубравах и лесных культуурофитоценозах: *Amelanchier spicata*,

Ligustrum vulgare, *Lonicera caprifolium*, *Quercus rubra*, *Swida alba*, *Viburnum lantana*. Среди колонофитов отмечены: *Acer pseudoplatanus*, *Aquilegia vulgaris*, *Desmodium canadense*, *Sorbaria sorbifolia* и др. Агриофиты и колонофиты являются наиболее устойчивыми компонентами чужеродной флоры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ботаническом саду ВГУ за всю историю изучения чужеродных растений подтверждено произрастание 203 видов, из которых 51 уже не встречается. Они появлялись и исчезали в различные временные отрезки. Отмечено два периода увеличения числа адвентов: с 1988 г. по 2005 г. появилось 70 видов, а с 2005 г. по 2013 г. – 58 видов. Последние 10 лет наблюдается снижение их общего числа с 166 (2013 г.) до 152 видов (2023 г.). Больше всего адвентов убыло в период 2013–2016 гг. – порядка 20 видов, а некоторые таксоны продержались всего несколько лет – *Ambrosia trifida* и *A. artemisiifolia*. С 2016 г. появилось 6 новых адвентов: *Borago officinalis* L., *Mentha suaveolens* Ehrh., *Phacelia tanacetifolia* Benth., *Phytolacca americana* L., *Symphytum asperum* Lepech., *Veronica polita* Fr.

В настоящее время чужеродная флора насчитывает 152 вида из 124 родов, 53 семейств отдела *Magnoliophyta*. По числу видов доминируют 6 семейств: *Asteraceae* – 20 видов, *Rosaceae* – 19, *Poaceae* – 11, *Fabaceae* – 8, *Lamiaceae*, *Brassicaceae* – по 6 видов. Установлено, что 16 семейств слагают только адвенты и они не представлены в региональной флоре: *Amaranthaceae*, *Anacardiaceae*, *Cucurbitaceae*, *Hippocastanaceae*, *Hydrophyllaceae*, *Juglandaceae*, *Moraceae*, *Vitaceae* и др. В составе адвентов не представлено крупных родов. Среди биоморф лидируют древесно-кустарниковые – 58 видов и многолетние травы – 44 вида. Доля американских по происхождению видов составляет 33,6 %. Соотношение ксенофитов и эргазиофитов (1:3) указывает на главенствующую роль интродукции растений в формировании чужеродной флоры. По степени натурализации адвенты представлены: колонофитами – 39,5 %, агриофитами – 29,6 %, эпекофитами – 23,0 % и эфемерофитами – 7,9 %.

На примере чужеродной флоры БС ВГУ выявлены современные особенности ее генезиса – снижение общего числа видов на 9,2 %, увеличение доли эргазиофитов с 68,1 до 72 % за последние 10 лет, формирование устойчивого ядра чужеродной флоры из агриофитов и колонофитов – 69,1 %. Полученные результаты являются базой для последующего мониторинга, разработки мер охраны аборигенных видов, оптимального использования растительных ресурсов ботанического сада, предупреждения расселения агрессивных чужеродных растений.

Список литературы

1. Конференция Сторон Конвенции о биологическом биоразнообразии. Решение X/38. Инвазивные чужеродные виды: А. Инвазивные чужеродные виды, интродуцированные в качестве комнатных животных, аквариумных и террариумных видов и в качестве живой наживки и живого корма. В. Другие вопросы, связанные с инвазивными чужеродными видами. – URL: <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=12304> (дата обращения: 10.02.2024). – Текст электронный

2. Galera H. The structure and differentiation of the synanthropic flora of the botanical gardens in Poland / H. Galera, B. Sudnik-Wójcikowska // Acta Soc. Bot. Poloniae. – 2004. – Vol. 73, No. 2. – P. 121–128.
3. Виноградова Ю. К. Черная книга флоры Средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2010. – 511 с.
4. Nagoda E. «Dimitrie Brandza» Botanic garden, potential centre for the dispersal of invasive plants? / E. Nagoda, P. Comanescu, P. Anastasiu // Acta Horti Bot. Bucurest. – 2014. – Vol. 41. – P. 13–40.
5. Тарачков Н. С. Описание Воронежского древесного питомника / Н. С. Тарачков. – СПб., 1853. – 73 с.
6. Грунер Л. Ф. Конспект сосудистых растений, собранных в окрестностях г. Воронежа / Л. Ф. Грунер // Труды общества испытателей природы при Харьковском университете. – Харьков, 1887. – Т. 21 – С. 4–124.
7. Николаев Е. А. В царстве растений: (Коллекции и экспозиции Ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета) / Е. А. Николаев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1977. – 113 с.
8. Муковнина З. П. Дикорастущая флора Ботанического сада Воронежского университета / З. П. Муковнина // Интродукция растений в Центральном Черноземье. – Воронеж, 1988. – С. 103–119.
9. Лепешкина Л. А. Адвентивная флора Ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского и степень ее натурализации / Л. А. Лепешкина, З. П. Муковнина // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов: Материалы международной научной конференции. – Москва, 2005. – С. 300–302.
10. Лепешкина Л. А. Адвентивный компонент флоры ботанического сада Воронежского госуниверситета / Л. А. Лепешкина, А. А. Воронин // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2014. Материалы Межрегиональной научной конференции. – Курск, 2014. – С. 198–201.
11. Лепешкина Л. А. Кодекс управления инвазивными чужеродными видами растений в интродукционных центрах Центрального Черноземья / Л. А. Лепешкина, А. А. Воронин, М. А. Клевцова. – Воронеж : Научная книга, 2016. – 57 с.
12. Миркин Б. М. Современная наука о растительности: учебник / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломещ. – М.: Логос, 2002. – 264 с.
13. Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. – URL: <https://www.plantarium.ru/> (дата обращения: 20.02.2024). – Текст электронный.
14. Муковнина З. П. Лесные и кустарниковые экосистемы Ботанического сада ВГУ / З. П. Муковнина, А. В. Комова, Н. В. Минаков // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2005. – №1. – С. 122–127.
15. Лепешкина Л. А. Адвентивная дендрофлора Ботанического сада Воронежского госуниверситета / Л. А. Лепешкина // Проблемы современной дендрологии. Материалы международной научной конференции. – Москва, 2009. – С. 67–70.
16. Лепешкина Л. А. Структурный анализ адвентивной дендрофлоры ботанического сада Воронежского госуниверситета / Л. А. Лепешкина, Э. С. Глушкова // Особо охраняемые природные территории. Интродукция растений – 2014. Материалы заочной международной научно-практической конференции. – Воронеж: «Роза ветров», 2014. – С. 15–22.
17. Шестопалова В. В. Особенности роста, развития и устойчивости видов сосновых в условиях ботанического сада Воронежского госуниверситета / В. В. Шестопалова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2003. – № 1. – С. 89–95.
18. Лепешкина Л. А. Спонтанная флора ботанического сада Воронежского государственного университета: монография / Л. А. Лепешкина. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2017. – 97 с.

TO STUDY THE ALIEN FLORA OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE
VORONEZH STATE UNIVERSITY

Lepeshkina L. A., Klevtsova M. A., Voronin A. A.

Voronezh State University, Voronezh, Russia
E-mail: lilez1980@mail.ru

The problem of plant invasions is one of the most significant challenges facing modern civilization. Detecting and managing invasive plants, as well as understanding the methods used to spread and classify them, form the basis for controlling alien species, and are particularly relevant for plant introductions centers with expansive areas of anthropomorphically modified natural plant communities.

The Botanical Garden, named after Professor B. M. Kozo-Polyansky at Voronezh State University, was established in 1937 and holds the status of a protected natural landmark with a total land area of 72.3 hectares. The garden has a diverse collection of plants from the regional and global flora, as well as vast areas featuring forest and meadow-steppes communities in which biologic invasions take place. The purpose of this work is to analyze the adventitious (alien) flora of the Botanical Garden at Voronezh State University (BS VSU). To achieve this goal, we have solved the following tasks: we have studied the history of the research of adventitious species, the dynamics of their occurrence in different time periods, as well as their taxonomic and typological composition.

The materials for this study include long-term data on adventitious plant research at BS VSU over the period 2004–2023. We also used numerous published works on this topic, archival journal articles describing field observations, and databases from regional herbaria. The analysis of flora was conducted using generally accepted methods and techniques.

The first systematic data on adventive plants of the BS VSU were published at the end of the 20th century. The annotated list contained 426 species of vascular plants from 67 families, indicating the quarters in which taxa were discovered. Regular monitoring of invasive plants began in 2004. In 2005, a list of invaders was compiled - 108 species from 79 genera and 30 families. From 1988 to 2005 their number increased from 38 to 108 (70 additional species were discovered), and the proportions of ergasiophytes and xenophytes changed dramatically – 58.0 % to 68.0 %, and 42.1 % to 28.0 %.

The variety of trees and shrubs with a long history of cultivation has significantly increased. For example, since the early days of the organization of the Botanical Garden (1937), species such as *Acer negundo*, *Berberis amurensis*, *Lonicera caprifolium*, *Mahonia aquifolia* and *Viburnum lantana* have been introduced. Since the middle of the 20th century, plants like *Caragana arborescens*, *Padus virginiana*, *Quercus rubra*, *Ribes alpinum*, *Rhus typhina*, *Spiraea salicifolia*, *Swida alba* and *Vitis amurensis* have been grown. It is noted that trees and shrubs take 18 to 25 years to establish themselves in communities after being introduced, while herbaceous plants take on average 5 to 7 years. In 2000 to 2005, plants such as *Helianthus tuberosus*, *Heraculum sosnowskyi*, *Hordeum*

jubatum, *Mahonia aquifolium* and *Symphoricarpos rivularis* were first noticed outside of cultivation.

In the years 2008 to 2013, the oak forests and the old arboretums, which had been developing without human intervention since the 1990s, were examined in great detail. The species that left the cultivation sites were identified. In the arboretum, seedlings and undergrowth of various plants were found, including *Berberis amurensis*, *Carpinus betulus*, *Cotinus coggyria*, *Padus serotina* and *Phellodendron amurensis*. Other plants also appeared, including *Juglans cinerea*, *Lonicera caprifolium*, *Sambucus nigra* and *Sorbaria sorbifolia*. Several other invasive plants were also found in the geographic arboretum, including *Mahonia aquifolium* and *Quercus rubra*. *Symphoricarpos rivularis* is also actively settling in the oak forests in the botanical garden. By 2013, the number of advent species had already reached 166. Ergasiophytes had begun to significantly predominate. In the VSU botanical garden, during the entire history of studying alien plants, the growth of 203 species had been confirmed, with 51 no longer being found. These species appeared and disappeared at different time intervals.

Two periods of increased numbers of advent species were noted: from 1988–2005 with the appearance of 70 new species, and from 2005–2013 with 58 new species. Over the last 10 years, the total number of advent species has decreased from 166 in 2013 to 152 in 2023. This is due to various factors. Among them are targeted destruction of alien species by the "invasive plant" method, reduction in the diversity of cultivated ornamentals, grasses used for forage and human consumption, climatic fluctuations, changes to the mode of managing nature in collections and exhibitions, overgrowth of open areas and plots with indigenous tree and shrub species, and elimination of natural landfill and garbage areas. Most of the advent species disappeared in the period from 2013 to 2016 – approximately 20 different species, and some taxa only lasted a few years – *Ambrosia trifida* and *A. artemisiifolia*, for example. Since 2016, there have been 6 new advent species: *Borago officinalis*, *Mentha suaveolens*, *Phacelia tanacetifolia*, *Phytolacca americana*, *Symphytum asperum* and *Veronica polita*.

Currently, the alien flora in BS VSU consists of 152 species belonging to 124 genera and 53 families from the Magnoliophyta division. The vast majority of these species are from six families: Asteraceae (20 species), Rosaceae (19), Poaceae (11), Fabaceae (8), Lamiaceae and Brassicaceae (6 each). It has been found that 16 other families only include advent species, which are not represented in the local flora, such as Amaranthaceae, Anacardiaceae, Cucurbitaceae, Hippocastanaceae, Hydrophyllaceae, Juglandaceae, Moraceae and Vitaceae. No large genera have been found in the flora. Among the biormorphs, shrubs and trees are the most common, with 58 and 44 species respectively. American species make up a significant share of the flora, at 33,6 %, including such well-known North American representatives as *Acer negundo* and *Amorpha fruticosa*, *Lupinus polyphyllus*, *Symphoricarpos rivularis*. Asian species also account for a large proportion – 25 (16,4 %), Eurasian – 26 (17,1 %) and European – 27 species (17,8 %) by type of geographical area. The ratio of xenophytes to ergasiophytes is 1:3, indicating the dominant role of plant introductions in the formation of foreign flora. According to the extent of naturalization, advent species are represented by colonophytes – 39,5 %, agriophytes – 29,6 %, epecophytes – 23,0 % and ephemeroxytes – 7,9 %.

Typical agriophytes include *Arrhenatherum elatius*, *Helianthus tuberosus*, *Heraculum sosnowsky*, *Lupinus polyphyllus*, *Solidago canadensis* and *Parthenocissus quinquefolia*. Some species that have become naturalized in oak forests and forest-cultivated communities include *Amelanchier spicata*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera caprifolium*, *Quercus rubra*, *Swida alba* and *Viburnum lantana*. Among the colonophytes noted: *Acer pseudoplatanus*, *Aquilegia vulgaris*, *Desmodium canadense*, *Sorbaria sorbifolia*, etc.

Using the example of the BS VSU's alien flora, modern features of its genesis have been revealed. There has been a decrease in the total number of species by 9,2 % and an increase in the proportion of ergasiophyte species from 68,1 % to 72 % in the past 10 years. A stable core of alien flora has been formed, consisting mainly of agriophyte and colonophyte species – 69.1 %. These results will form the basis for future monitoring, the development of measures to protect native species, optimal use of the plant resources in the botanical garden and prevention of the spread of aggressive alien species.

Keywords: alien flora, advent, botanical garden, alien species, flora analysis.

References

1. The Conference of the Parties to the Convention on Biological Biodiversity. Decision X/38. Invasive alien species: A. Invasive alien species introduced as pets, aquarium and terrarium species and as live bait and live food. B. Other issues related to invasive alien species. – URL: <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=12304>
2. Galera H., Sudnik-Wójcikowska B., The structure and differentiation of the synanthropic flora of the botanical gardens in Poland, *Acta Soc. Bot. Poloniae*, **73 (2)**, 121 (2004).
3. Vinogradova Yu. K., Mayorov S. R., Khorun. L. V., *Black Book of the Flora of Central Russia: alien plant species in the ecosystems of Central Russia* (Publ. GEOS, Moscow, 2010).
4. Nagoda E., Comanescu P., Anastasiu P., “Dimitrie Brandza” Botanic garden, potential centre for the dispersal of invasive plants? *Acta Horti Bot. Bucurest*, **41**, 13 (2014).
5. Tarachkov N. S. *Description of the Voronezh tree nursery* (St. Petersburg, 1853).
6. Gruner L. F., Synopsis of vascular plants collected in the vicinity of Voronezh city, *Proceedings of the Society of Nature Testers at Kharkov University*, **21**, 4 (1887).
7. Nikolaev E. A., *In the kingdom of plants: (Collections and expositions of the Botanical Garden named after Prof. B. M. Kozo-Polyansky Voronezh State University)* (Publ. Voronezh St. Un., Voronezh, 1977).
8. Mukovnina Z. P. Wild flora of the Botanical Garden of the Voronezh University, *Introduction of plants in the Central Chernozem region*, 103 (1988).
9. Lepeshkina L. A., Mukovnina Z. P., Adventive flora of the Botanical Garden named after prof. B. M. Kozo-Polyansky and the degree of its naturalization, *Botanical gardens as centers for biodiversity conservation and rational use of plant resources: Proceedings of the international scientific conference* (Moscow, 2005), p. 300.
10. Lepeshkina L. A., Voronin A. A. Adventive component of flora of the Botanical garden of Voronezh State University, *Flora and vegetation of the Central Chernozem region – 2014. Materials of the Interregional Scientific Conference* (Kursk, 2014), p. 198.
11. Lepeshkina L. A., Voronin A. A., Klevtsova M. A., *The Code of management of invasive alien plant species in the introduction centers of the Central Chernozem region* (Publ. Nauchnaya kniga, Voronezh, 2016).
12. Mirkin B. M., Naumova L. G., Solomeshch A. I., *Modern Vegetation Science* (Moscow, Logos, 2002).
13. The plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: an open online atlas and plant identifier. – URL: <https://www.plantarium.ru>
14. Mukovnina Z. P., Komova A. V., Minakov N. V., Forest and shrub ecosystems of the VSU Botanical Garden, *Vestnik VSU. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, **1**, 122 (2005).

15. Lepeshkina L. A., Adventive dendroflora of the Botanical Garden of Voronezh State University, *Problems of modern dendrology. Materials of the international scientific conference* (Moscow, 2009), p. 67.
16. Lepeshkina L. A., Glushkova E. S., Structural analysis of the adventitious dendroflora of the Voronezh State University Botanical Garden, *Specially protected natural areas. Plant introduction – 2014. Materials of the correspondence international scientific and practical conference* ("Wind Rose", Voronezh, 2014), p. 15.
17. Shestopalova V. V., Features of growth, development and stability of pine species in the conditions of the Botanical garden of Voronezh State University, *Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, **1**, 89 (2003).
18. Lepeshkina L. A. *Spontaneous flora of the Botanical garden of Voronezh State University: monograph* (Publ. Publishing house "Scientific Book", Voronezh, 2017).