Аналитическая статья

DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-203-219

Ю.К. Виноградова, О.В. Шелепова

Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН,
127276 г. Москва, Российская Федерация

Смена парадигмы оценки результатов культивирования и расселения видов рода *Solidago* (декоративные растения – злостные инвазионные сорняки – лекарственные растения)

Со времени первого появления в Старом Свете североамериканских видов рода Золотарник *Solidago* L. (*S. canadensis* L., *S. gigantea* Ait и *S. graminifolia* (L.) Salisb.) взгляды на результаты преднамеренной интродукции этих видов неоднократно менялись. Первоначально их культивировали как декоративные растения и высоко ценили за легкость выращивания и обильное цветение в осеннее время. В Англию они был завезены в 1645 г., а спустя столетие появились и на континенте: *S. canadensis* – около 1735 г., *S. gigantea* и *S. graminifolia* – около 1758 г. Однако через 100 лет золотарники «сбежали» из культуры, начался процесс их натурализации, а в конце XX в. их вторичный ареал охватывал уже все регионы Евразии. Взгляды на результаты преднамеренной интродукции золотарников кардинально поменялись: *S. canadensis* и *S. gigantea* были признаны опасными инвазионными видами, наносящими экологический и экономический ущерб, как в европейских странах, так и в России. В настоящее

© Виноградова Ю.К., Шелепова О.В., 2022
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

время взгляды поменялись еще раз: при анализе состава вторичных метаболитов у видов рода *Solidago* выделены соединении, обладающие широким спектром фармакологической активности, что позволяет считать данные виды перспективным лекарственным растительным сырьем. Помимо этого, золотарники ценятся пчеловодами за их способность стабильно производить пыльцу и нектар поздней осенью, что позволяет подготовить пчелиные колонии к зимовке. Таким образом, парадигма оценки результатов преднамеренной интродукции видов рода Золотарник менялась, по меньшей мере, трижды: декоративные растения → злостные инвазионные сорные виды → ресурсные виды.

Ключевые слова: виды рода *Solidago* L., декоративные растения, злостные инвазионные сорные виды, ресурсные виды

Благодарности. Исследование выполнены в рамках Государственного задания Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН № 122042600141-3.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Виноградова Ю.К., Шелепова О.В. Смена парадигмы оценки результатов культивирования и расселения видов рода *Solidago* (декоративные растения – злостные инвазионные сорняки – лекарственные растения) // Социально-экологические технологии. 2022. Т. 12. № 2. С. 203–219. DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-203-219

Analytical article

DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-203-219

Yu.K. Vinogradova, O.V. Shelepova

Tsytsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Science,
Moscow, 127276, Russian Federation

A paradigm shift in the evaluation of the North American species of *Solidago* (ornamental plants – noxious invasive weeds – medicinal plants)

Since the first appearance of the North American species of Goldenrods = *Solidago* L.: *S. canadensis* L., *S. gigantea* Ait and *S. graminifolia* (L.) Salisb. in the Old World, judgement on the results of intentional introduction

of these three species has repeatedly changed. Primarily they were cultivated as ornamental plants and were highly valued for their ease of cultivation and abundant flowering in the fall. They were introduced to England as early as 1645, and a century later they appeared on the continent: *Solidago canadensis* – about 1735, *S. gigantea* and *S. graminifolia* – about 1758. However, 100 years later, goldenrods "escaped" from the culture, the process of naturalization began, and a century later, at the end of the XX century, their secondary distribution range already covered all regions of Eurasia. The judgement on the results of intentional introduction of goldenrod plants had changed completely: *S. canadensis* and *S. gigantea* were recognized as dangerous invasive species, causing ecological and economic damage both in Europe and in Russia. At present, the judgement has changed once again: when analyzing the composition of secondary metabolites in species of the genus *Solidago*, compounds with a wide range of pharmacological activity were isolated, which allows us to consider these species as promising medicinal plant materials. In addition, goldenrods are valued by bee-masters for their ability to stably produce pollen and nectar in late fall, which allows the bee colonies to be prepared for winter. Thus, the paradigm of assessing the results of intentional introduction of *Solidago* species has changed at least three times: ornamental plants → aggressive invasive weeds → resource species.

Key words: species of genus *Solidago*, ornamental plants, aggressive invasive weeds, resource species

Acknowledgments. The research was carried out within the framework of the State task of the Tsytsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Science, No. 122042600141-3.

FOR CITATION: Vinogradova Yu.K., Shelepova O.V. A paradigm shift in the evaluation of the North American species of *Solidago* (ornamental plants – noxious invasive weeds – medicinal plants). *Environment and Human*: *Ecological Studies*. 2022. Vol. 12. No. 2. Pp. 203–219. (In Rus.) DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-203-219

Введение

Больше половины (51%) всех известных видов сосудистых растений в мире (более трехсот тысяч) преднамеренно интродуцированы за пределы их естественного ареала, и многие из них сформировали устойчивые популяции без помощи человека [van Kleunen et al., 2018]. Большинство этих видов имеют сравнительно небольшие вторичные ареалы

[Pimentel, Zuniga, Morrison, 2005] и не наносят существенного экологического и экономического ущерба. Однако некоторые чужеродные виды трансформировались в инвазионные: они оказывают воздействие на местные виды и могут наносить значительный ущерб местным растительным сообществам [Vilà et al., 2011; Pyšek et al., 2018].

Исторически обусловленное потребностями экономической ботаники и декоративного садоводства создание ботанических садов в XVII–XVIII вв. способствовало распространению полезных и декоративных растений по всему миру [Hulme, 2011]. Ботанические сады также сыграли важную роль в сборе, оценке и распространении новых сельскохозяйственных и пищевых культур. Неудивительно, что многие из ныне натурализовавшихся и инвазионных чужеродных видов растений впервые были посажены в ботанических садах. Садоводство может способствовать инвазии растений, ведя отбор на признаки, которые непреднамеренно способствуют инвазии: растения должны демонстрировать константные хорошие показатели в определенных климатических условиях, должны легко расти и успешно размножаться, не должны быть особенно восприимчивыми к насекомым-вредителям или патогенам [Drew, Anderson, Andow, 2010; Knapp et al., 2012].

Однако социально-экономические изменения вызывают необходимость исследований инвазионных растений как потенциальных источников новых биопродуктов с высокой добавочной стоимостью (различных фармакопейных препаратов, зеленых пестицидов).

Поэтому нам необходимо знать историю интродукции и инвазии различных чужеродных видов, а также возможные пути дальнейшего их использования, превращения в ценные источники биологически важных компонентов. Система взглядов на интродукцию чужеродных видов в последние два столетия подвергались изменению. Оценка интродукционных опытов в качестве модели постановки проблемы (парадигмы) варьировала от полной поддержки до отрицания и обратно. Одними из наиболее распространенных в Европе чужеродных видов являются представители рода *Solidago*, которые естественно произрастают в Северной Америке от 26° до 45° северной широты, достигая 65° северной широты на западе Канады и на Аляске.

Цель данной статьи – на основе изучения литературных источников охарактеризовать смену парадигмы при оценке видов рода *Solidago* и их «превращение» из декоративных растений в инвазионные виды, приносящие вред местным экосистемам, и от злостных сорняков – в ценные лекарственные и медоносные растения.

Материалы и методы

В качестве материалов использовались литературные источники: научные статьи по истории интродукции видов рода *Solidago*, по различным аспектам изучения процессов инвазии данных видов, а также по исследованию состава биологически активных соединений растений и возможному их использованию в фармакопее.

Результаты и обсуждение

Название рода *Solidago* произошло от двух греческих слов: *solid* – «твердый, прочный» и *ago* – «действую, делаю» (в переводе с латинского *Solidago* означает «делать здоровым, укреплять»); средневековые врачи применяли аборигенную в Европе *Solidago virgaurea* при лечении заболеваний мочевого пузыря, почек и для заживления ран [Сулейманова и др., 2017]. В русскоязычной литературе, особенно научно-популярной, за видами рода *Solidago* закрепилось название «золотарник» и «золотая розга».

Североамериканские золотарники как декоративные растения

Виды рода *Solidago* – одни из первых декоративных растений, завезенных из Северной Америки в Европу; в Англию они был завезены еще в 1645 г. [Kowarik, 2003]. На континенте появились приблизительно одновременно: *S. canadensis* L. – около 1735 г., *S. gigantea* Ait. и *S. graminifolia* (L.) Salisb. – около 1758 г. [Weber, 1998], – и стали активно применяться в декоративном цветоводстве. Эти виды пользовались популярностью из-за своей неприхотливости, легкого культивирования, позднего цветения, оригинальности и разнообразия форм соцветий (в процессе роста соцветия из плотных постепенно становятся удлиненными, раскидистыми и более ажурными). Данные о появлении золотарников в монастырских и общественных садах России, к сожалению, отсутствуют.

Вне культуры данные виды были впервые зарегистрированы в 1850-х гг., а экспоненциальный рост числа их спонтанных популяций начался в 1870–1900 гг. [Там же]. Согласно гербарным сборам, как интродуцированное растение *S. canadensis* отмечен в Московской области в 1863 г., в Тульской области – в 1880 г., в Костромской области – в 1882 г. [Виноградова и др., 2010]. По литературным данным, дичание *S. canadensis* впервые было отмечено В.Я. Цингером в книге «Сборник сведений о флоре средней России»: «Иногда разводится в садах и часто встречается почти во всей области занесенным в совершенно одичалом состоянии» [Цингер, 1885, с. 226]. Приблизительно

в это же время Д.И. Литвинов в книге «Список растений дикорастущих в Калужской губернии, с указанием полезных и вредных» отмечает, что золотарник канадский «разводится в садах и иногда дичает, так например, найден на берегу Оки у железнодорожного моста близ станции Алексин» [Литвинов, 1895, с. 39]. И.Ф. Шмальгаузен в книге «Флора Средней и Южной России, Крыма и Северного Кавказа» так описывает распространение этого вида: «Встречается иногда одичалым. Польша, Петербург» [Шмальхаузен, 1895, с. 76]. Позднее Д.П. Сырейщиков во «Флоре Московской области» (1910 г.) отмечает *Solidago canadensis* как «одичалое по старым парка, не часто» [Сырейщиков, 1906, с. 276]. Позднее В.Н. Ворошилов с соавторами в книге «Определитель растений Московской области» отмечает, что *S. canadensis* «разводится в садах как декоративное, иногда дичает» [Ворошилов, Скворцов, Тихомиров, 1966, с. 68]. Процесс дальнейшего распространения *S. canadensis* мало изучен, и восстановить сегодня реальную картину его расселения едва ли возможно [Майоров и др., 2020].

В Хабаровском крае с 1960-х гг. выращивался как декоративное растение, в настоящее время «сбежал» из культуры. Культивируется, но не дичает, на Камчатке и в Амурской области [Черная книга флоры Дальнего Востока, 2021].

S. gigantea впервые стал выращиваться в Ботаническом саду Лондона. Вскоре был отмечен в садах и питомниках континентальной Европы, но происхождение этих инициальных популяций остается неизвестным. Вид стал расселяться приблизительно через 100 лет: первое упоминание о саморасселении *S. gigantea* в Германии датируется 1832 г., в Австрии – 1857 г., в Великобритании одичавшим найден в 1916 г. На основании гербарных образцов и литературных источников можно утверждать, что скорость экспансии составляла около 910 км^2/год [Weber, Jakobs, 2005]. Для России точную дату появления вида указать проблематично из-за того, что вид плохо отличали от *S. canadensis*. В Европейской России один из первых гербарных сборов сделан в Воронеже в 1868 г. В Сибири, в Томской области, найден в 2007 г., указан также для Курганской области [Самые опасные инвазионные виды…, 2018]. Изредка культивируется в г. Благовещенске (Амурская область). Выращивается как декоративное растение в южных и центральных районах Хабаровского края и Камчатского края [Черная книга флоры Дальнего Востока, 2021].

В отличие от *S. canadensis* и *S. gigantea*, появившийся одновременно с ними *S. graminifolia* имеет в Европе дизъюнктивный вторичный ареал. Область распространения вида ограничена небольшими

изолированными областями, которые не имеют явных признаков расширения. В Великобритании отмечен на 29 участках (площадью 10 × 10 км), большинство из которых расположено в южной части страны. Спорадические популяции обнаружены также в Австрии, Чешской Республике, Финляндии, Франции, Германии, Голландии, Италии, Словакии, Польше, Румынии, Швейцарии и Украине [CABI, 2018]. Встречается в различных местообитаниях: на берегах рек, на влажных лугах, полях и обочинах дорог, в парках вокруг старых замков [Plant Invasions, 2008]. Зарегистрирован в Литве и Беларуси [Дубовик, Скуратович, Третьяков, 2013]. В России этот вид встречается только в ботанических садах; данные о его произрастании в Абхазии [Пещанская, Лиховид, 2017] относятся к старой коллекции Н.И. Вавилова, который привез из Америки в Сухумский питомник более 50 различных видов золотарников, из которых в настоящее время осталось только три (но не *Solidago graminifolia*!).

Известно, что этапу расселения интродуцированных видов растений и создания достаточного количества популяций-основателей, а также генетической адаптации к новой среде предшествует так называемая лаг-фаза (lag-phase) – временной интервал между датой начала культивирования и датой массового ухода из культуры [Baker, 1986]. Скорость колонизации видами новых территорий зависит как от экологических, так и от антропогенных факторов. Согласно данным Е. Вебер, в Европе лаг-фаза *S. canadensis* и *S. gigantea* составила около 100 лет [Weber, 1998]. В России этот период длился 150 лет [Самые опасные инвазионные виды…, 2018]. Для *S. graminifolia* лаг-фаза продолжается уже 250 лет, и пока нельзя сказать, что она закончилась. Активное расселение этого вида идет пока только в Польше.

В настоящее время в европейских садах культивируются, в основном, сорта золотарников гибридного происхождения: ‘Baby Gold’, ‘Baillard’, ‘Dzintra’, ‘Fruhgold’, ‘Golden Dwarf’, ‘Golden Shower’, ‘Goldjunge’, ‘Goldenmosa’ и др. Они менее склонны к натурализации, чем «чистые» виды.

Североамериканские золотарники как инвазионные виды

В конце XX в. началась бурная инвазия *S. canadensis* и *S. gigantea* в естественные фитоценозы Европы.

S. canadensis встречен в Европе в 39 странах, в 28 натурализовался [Lambdon et al., 2008] и отнесен к видам, способным трансформировать естественные экосистемы, снижая биологическое разнообразие (= *transformers*). В Европейской части России золотарник канадский

встречается в 39 областях, в 37 из которых натурализовался. Первые упоминания о дичании *Solidago canadensis* в Сибири относятся к 1990-м гг., когда этот вид был указан для Барнаула, Новосибирска и Томска. Внедрение в естественные ценозы наблюдается с начала XXI в. Инвазионный вид в Алтайском крае, Кемеровской области (статус 1), Томской области, Республике Алтай (статус 2), Омской, Новосибирской областях (статус 3). Потенциально инвазионный вид на части Иркутской области [Черная книга флоры Сибири, 2016]. На Дальнем Востоке отмечен как инвазионный вид со статусом 1 в Приморском крае, Хабаровском крае и Еврейской АО, статус 2 имеет в Сахалинской области. В массе встречается на опушках, в редколесьях, среди кустарниковых зарослей и на заброшенных дачах. По р. Партизанская растет под пологом разреженных пойменных чозениевых и ивово-тополевых лесов и на их опушках [Черная книга флоры Дальнего Востока, 2021].

S. gigantea распространен в 35 странах Европы от севера Испании до Восточной Европы и от Северной Италии до юга Скандинавии (от 42 до 63° с.ш.), в 25 странах натурализовался, ожидается дальнейшее расширение его границ в восточном направлении [Lambdon et al., 2008]. В России расселился на европейской территории (отмечен в 32 областях, натурализовался в 26). В последнее десятилетие активно внедряется в естественные сообщества. Массовые заросли *S. gigantea* отмечены в Калужской, Курской и Московской областях. Оба вида растут на нарушенных землях, заброшенных полях, вблизи дорог, на пустырях, свалках, в разреженных лесах. *S. gigantea* предпочитает более увлажненные местообитания и в массе разрастается по долинам рек [Виноградова, Майоров, Хорун, 2010]. Натурализуется на юге Сибири [Черная книга флоры Сибири, 2016]. В Сахалинской области и Хабаровском крае вид имеет инвазионный статус 3: дичает недалеко от мест выращивания, в полуестественных и естественных сообществах пока не обнаружен. В Приморском крае – агрессивный инвазионный вид со статусом 1. Впервые собран в 1945 г., лаг-фаза вида длилась около 35 лет, и его активное расселение началось в 1980-е гг. В настоящее время массово распространился на юге Приморья. Вблизи населенных пунктов встречается в пойменных и сырых лесах, особенно на их опушках, среди зарослей кустарников, на лугах. Часто образует заросли с проективным покрытием 100% под пологом и на опушке ольховых лесов [Черная книга флоры Дальнего Востока, 2021].

Согласно биогеографическому прогнозу для трех видов рода *Solidago* на территории Европы [Weber, 1998], потенциальный ареал *S. graminifolia* существенно не отличается от потенциальных

ареалов *Solidago gigantea* и *S. canadensis*. Два последних вида еще не достигли пределов своего распространения, а для *S. graminifolia* выявлено значительное различие между его нынешним реальным и потенциальным ареалами, поэтому природно-климатические условия не препятствуют его возможности превратиться в инвазионный вид на такой же обширной территории. Однако пока *S. graminifolia* рассматривается как инвазионный только в Польше [Plant Invasions, 2008]: первые его образцы были собраны в пределах нынешних границ Польши в 1885 г., а через 125 лет ареал вида увеличился примерно в 100 раз (с 3 км^2 до 300 км^2).

Активному расселению североамериканских видов *Solidago* способствуют биологические и экологические особенности видов. Виды обладают беспримерно широкой экологической пластичностью и могут расти как на переувлажненных богатых почвах, так и на бедных сухих почвах и даже на строительном мусоре. Они отличаются очень высокой семенной продуктивностью: в благоприятных условиях отдельный генеративный побег продуцирует до 19 тыс. семянок. Семена легко разносит ветер, но большинство семянок остаются на стебле в течение зимы. Всхожесть семян может составлять 100% [Виноградова, Майоров, Хорун, 2010].

Способны они и к вегетативному размножению. Благодаря клональному росту образуют густые заросли и быстро становятся доминантом вторичных сукцессий. Число побегов в зарослях золотарника канадского может достигать 309 экз./м^2. У золотарника гигантского в одной рамете за вегетационный сезон формируется от 5 до 55 корневищ. Большое число почек на корневищах позволяет растениям быстро повторно отрастать после повреждений. Число ростовых почек на корневищах у *S. gigantea* в 10 раз выше, чем у *S. canadensis*. Кроме того, корневища *S. gigantea* в среднем намного более длинные; таким образом, вид может покрыть большие площади и расширить размер участка, захваченный популяцией, за относительно более короткий промежуток времени. Плотность побегов в клоне составляет 30–170 шт/м^2. На недавно заброшенных полях индивидуальные клоны часто легко различимы и достигают диаметра 2–5 м. Крупные старые клоны могут состоять из 1 тыс. рамет. Длинные корневища *S. gigantea* легко фрагментируются и могут переноситься водными потоками, что способствует быстрой инвазии вида по берегам рек [Ellenberg, Leuschner, 1982]. Корневища *S. graminifolia* отличаются еще большим числом спящих почек (3–4 на 1 см корневища, т.е. почти в 10 раз больше, чем у *S. gigantea*).

Инвазионные виды золотарников наносят существенный экологический ущерб и сокращают биологическое разнообразие естественных экосистем. В связи с этим они включены в список инвазионных видов ЕОКЗР: странам, где произрастают *Solidago canadensis* и *S. gigantea*, рекомендовано принять меры по их устранению. Они внесены в Черные книги флоры Средней России [Виноградова, Майоров, Хорун, 2010], Сибири [Черная книга флоры Сибири, 2016] и Дальнего Востока [Vinogradova et al., 2020]. Включены в ТОП-100 наиболее агрессивных видов России [Самые опасные инвазионные виды…, 2018]. Разрабатываются специальные меры борьбы с инвазионными видами рода *Solidago*, которые включают как механические (скашивание дважды в год в мае и августе, перекапывание почвы), так и химические (применение гербицидов глифосфата, пиклорама, имазапира) способы. Однако гербициды эффективны только для наиболее чувствительных к ним молодых растений высотой не более 10–15 см [CABI, 2018].

Североамериканские золотарники как лекарственные растения

Взгляды на инвазионные виды в последнее время несколько изменились. Отмечено, что во вторичном ареале они имеют бóльшие, чем на родине, размеры и формируют мощные (обычно одновидовые) заросли. По площади занимаемой территории инвазионные виды, особенно в антропогенно нарушенных местообитаниях, практически не отличаются от аборигенных видов, и ресурсный их потенциал достаточно высок. К тому же инвазионные виды имеют большие шансы стать новыми ресурсными растениями, поскольку значительная их часть – «беженцы из культуры» и обладают хозяйственно-ценными признаками [Виноградова, Куклина, 2012]. Основная проблема использования инвазионных видов состоит в практически полном отсутствии сведений об их биологических особенностях во вторичном ареале, в частности о динамике накопления химических веществ и ее зависимости от местообитания и фазы развития растений. Даже если имеются литературные данные по биохимии того или иного вида в естественном ареале, их не всегда можно приложить к этому же таксону, произрастающему во вторичном ареале в связи со значительными микроэволюционными изменениями растений в новых почвенно-климатических условиях.

Следующая проблема заключается в том, что запасы инвазионных видов в различных регионах вторичного ареала пока не выявлены. Зато нет необходимости определять научно-обоснованные объемы ежегодных заготовок и разрабатывать рациональные системы эксплуатации зарослей, поскольку целесообразно изымать из фитоценозов

всю биомассу чужеродных видов, а не сохранять их природные запасы [European Pharmacopeia, 2008].

Опираясь на закон гомологических рядов Н.И. Вавилова, можно предположить, что в инвазионных видах содержатся действующие химические вещества, сходные с таковыми у близкородственных аборигенных широко используемых видов. И действительно, золотарники обладают широким спектром фармакологической активности. Они используются в народной медицине многих стран мира в виде настоев и отваров как антибактериальное и противовоспалительное средство. В китайской народной медицине семена *Solidago virgaurea* s.l. применяют для разжижения крови и устранения вздутия кишечника, в Европе виды рода *Solidago* входят в официальную фармакопею [Shelepova et al., 2019a].

Поэтому постепенно осуществляется переход к использованию золотарников как лекарственных растений. Помимо *S. virgaurea*, в мировой медицинской практике в качестве лекарственного растительного сырья используется трава (надземная часть растений) *S. canadensis*, *S. gigantea*, а также *S. chilensis* Meyen. [Shelepova et al., 2019b, 2020]. В СССР в 1986 г. в Украине стали выращивать *S. canadensis* с целью получения лекарственного растительного сырья для производства препарата «Марелин». После распада СССР посадки *S. canadensis* была апробированы в России в условиях Ставропольской возвышенности, нечерноземной зоне и в Московской области [Федотова, Челомбитько, 2012].

В настоящее время в традиционной медицине золотарники используют, в основном, как диуретическое, антисептическое, противовоспалительное средство при болезнях почек и мочевого пузыря (мочекаменная болезнь, холецистит, язвенный цистит, энурез), гипертрофии предстательной железы. Однако фармакопейные свойства золотарников намного шире. Растительные препараты из золотарников оказывают вяжущее, потогонное, отхаркивающее, гемостатическое действие; применяются при желчнокаменной болезни, сахарном диабете, бронхиальной астме, туберкулезе легких, острых респираторных инфекциях, остром ларингите, ангине, коклюше, подагре, артритах, энтерите, колите, экземе. Соцветия растений используют наружно в смеси со сливками, свиным жиром или сливочным маслом при туберкулезе кожи, дерматитах, ожогах, ревматизме.

На основе сырья золотарников получают аллопатические лекарственные монопрепараты (цистиум солидаго раствор и солидагорен моно) и комбинированные («Марелин», «Простанорм», «Фитодолор», «Полиартритный сбор») [Karnaukh, Olefir, 2014]. В еще большем объеме сырье из видов рода *Solidago* используется в гомеопатии.

Экстракты из золотарников входят в состав таких препаратов как псорезер, хомвиокорин-N, сабурген-H, солидогокомпозитус С. Кроме того, сырье из золотарников входит в состав большого количества различных биологически активных добавок. Согласно анализу патентной документации, за последние годы наблюдается рост интереса к сырью золотарника, при этом регистрируются патенты на создание не только лекарственных средств, но применение в пищевой промышленности и косметологии [Сулейманова, Нестерова, Матюшкин, 2017].

Североамериканские золотарники как медоносные растения

И *Solidago canadensis*, и *S. gigantea* ценятся пчеловодами за их способность стабильно производить пыльцу и нектар поздней осенью. Этот мед редко откачивают, потому что весь нектар и пыльца идут на поддержание пчелиных колоний и на их подготовку к зимовке.

Гермакрен D, который не обнаруживается в других монофлорных видах меда, в золотарниковом меде присутствует [Shelepova, Vinogradova, 2021].

Цветочный нектар богат гексозой (сахароза/фруктоза/глюкоза – 13,8/32,7/53,5% у *S. canadensis* и 18,3/35,1/46,6% – у *S. gigantea*).

Взяток из одной корзинки (сахара/пыльца) не обильный, однако, благодаря формированию плотных инвазионных популяций и обильному цветению, на уровне сообщества средний выход сахара довольно высок. Он составляет 482,3 кг/га для *S. canadensis* и 121,6 кг/га – для *S. gigantea*. Средний выход пыльцы составляет 30,7 кг/га (*S. canadensis*) и 6,5 кг/га (*S. gigantea*).

В ландшафте с ограниченными цветочными ресурсами нектар и пыльца, имеющиеся в цветках *Solidago*, имеют большое значение и могут обеспечить дополнительные (или даже исключительные) пищевые ресурсы для опылителей в летний/позднелетний период. Территории, заселенные видами *Solidago*, могут быть привлекательными для пчеловодов, поскольку более 80,0% посещений были совершены *Apis mellifera* [Jachula, Denisow, Strzałkowska-Abramek, 2020].

Заключение

Изменение парадигмы взглядов продемонстрировано на примере отношения к североамериканским видам рода *Solidago*. Первоначально в культивирование вовлекались почти все более или менее декоративные чужеродные виды, и в ходе намеренной интродукции их вторичный ареал увеличивался практически безгранично. Однако когда эти виды начали «сбегать» из культуры и внедряться в естественные экосистемы,

было признано, что чужеродные инвазионные виды наносят существенный экономический и экологический ущерб и снижают естественное биоразнообразие. С растениями стали бороться, а ботанические сады призвали относиться к интродукции более осторожно и тщательно контролировать расселение растений. И третью смену взглядов мы наблюдаем в настоящее время, когда инвазионные виды начинают рассматривать как ценное растительное сырье, и ежедневно публикуются десятки научных статей, посвященных изучению фитохимических признаков чужеродных видов.

Так, изучение состава вторичных метаболитов видов рода *Solidago* позволило выделить в их составе широкий спектр флавоноидов, тритерпеновых сапонинов, органических кислот, различных терпеновых соединений. Поэтому виды рода *Solidago* являются перспективным лекарственным растительным сырьем, обладающим широким спектром фармакологической активности.

Библиографический список / References

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М., 2010. [Vinogradova Yu.K., Maiorov S.R., Khorun L.V. Chernaya kniga flory Srednei Rossii (Chuzherodnye vidy rastenii v ekosistemakh Srednei Rossii) [The Black Book of flora of Central Russia (Alien plant species in ecosystems of Central Russia)]. Moscow, 2010.]

Виноградова Ю.К., Куклина А.Г. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. М., 2012. [Vinogradova Yu.K., Kuklina A.G. Resursnyj potencial invazionnyh vidov rastenij [Resource potential of invasive plant species]. Moscow, 2012.]

Ворошилов В.Н., Скворцов А.К., Тихомиров В.Н. Определитель растений Московской области. М., 1966. [Voroshilov V.N., Skvortsov A.K., Tikhomirov V.N. Opredelitel rastenij Moskovskoj oblasti [Keys to plants of the Moscow Region]. Moscow, 1966.]

Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., Третьяков Д.И. Новые для Беларуси и Европы виды адвентивных растений // Ботаника (исследования). 2013. № 42. С. 3–28. [Dubovik D.V., Skuratovich A.N., Tretyakov D.I. New adventitious plant species for Belarus and Europe. *Botanika* (*issledovaniya*). 2013. No. 42. Pp. 3–28. (In Rus.)]

Литвинов Д.И. Список видов, дикорастущих в Калужской губернии, с указанием полезных и вредных. Калуга, 1895. [Litvinov D.I. Spisok vidov, dikorastushchih v Kaluzhskoj gubernii, s ukazaniem poleznyh i vrednyh [List of species growing wild in the Kaluga Governorate, indicating useful and harmful]. Kaluga, 1895.]

Пещанская Е.В., Лиховид Н.Г. История изучения и распространения видов рода *Solidago* L. флоры Кавказа // Наука. Инновации. Технологии. 2017. № 4. С. 177–184. [Peshchankaya E.V., Likhovid N.G. The history of the study and

distribution of species of the genus *Solidago* L. of the flora of the Caucasus. *Nauka. Innovacii. Tekhnologii*. 2017. No 4. Pp. 177–184. (In Rus.)]

Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / Петросян В.Г., Дгебуадзе Ю.Ю., Хляп Л.А. и др. М., 2018. [Petrosyan V.G., Dgebuadze Yu.Yu., Khlyap L.A. et al. Samye opasnye invazionnye vidy Rossii (TOP-100) [The most dangerous invasive species of Russia (TOP-100)] Moscow, 2018.]

Сулейманова Ф.Ш., Нестерова О.В., Матюшин А.А. Исторический опыт и перспективы использования травы золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в медицине // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19. С. 142–144. [Suleimanova F.Sh., Nesterova O.V., Matushin A.A. Historical experience and prospects for the use of Canadian goldenrod grass (*Solidago canadensis* L.) in medicine. *Zdorove i obrazovanie v XXI veke*. 2017. Vol. 19. Pp. 142–144. (In Rus.)]

Сырейщиков Д.П. Иллюстрированная флора Московской губернии. М., 1906. [Syreyshchikov D.P. Illyustrirovannaya flora Moskovskoj gubernii [Illustrated flora of the Moscow Governorate]. Moscow, 1906.]

Цингер В.Л. Сборник сведений о флоре Средней России. М., 1885. [Tsinger V.Y. Sbornik svedenij o flore Srednej Rossii [Collection of information about the flora of Central Russia]. Moscow, 1885.]

Черная книга флоры Сибири / Эбель А.Л., Куприянов А.Н., Стрельникова Т.О. и др. Новосибирск, 2016. [Ebel A.L., Kupriyanov A.N., Strelnikova T.O. et al. Chernaya kniga flory Sibiri [Black Book of the Flora Siberia]. Novosibirsk. 2016.]

Черная книга флоры Дальнего Востока: инвазионные виды растений в экосистемах Дальневосточного Федерального Округа / Виноградова Ю.К., Антонова Л.А., Дарман Г.Ф. и др. М., 2021. [Vinogradova Yu.K., Antonova L.A., Darman G.F. et al. Chernaya kniga flory Dalnego Vostoka: invazionnye vidy rastenij v ekosistemah Dalnevostochnogo Federalnogo Okruga [The Black Book of the Flora of the Far East: Invasive Plant Species in the Ecosystems of the Far Eastern Federal District]. Moscow, 2021.]

Чужеродная флора Подмосковья: состав, происхождение и векторы формирования / Майоров С.Р., Алексеев Ю.Е., Бочкин В.Д. и др. М., 2020. [Mayorov S.R., Alekseev Yu.E., Bochkin V.D. et al. Chuzherodnaya flora Podmoskovya: sostav, proiskhozhdenie i vektory formirovaniya [Alien flora of the Moscow region: The composition, origin and the vectors of formation]. Moscow, 2020.]

Шмальхаузен И.Ф. Флора Средней и Южной России, Крыма и Северного Кавказа: Справочник по определению семенных и высших споровых растений. Киев, 1895. [Schmalhausen I.F. Flora Srednej i Yuzhnoj Rossii, Kryma i Severnogo Kavkaza: Spravochnik po opredeleniyu semennyh i vysshih sporovyh rastenij [Flora of Central and Southern Russia, Crimea and the North Caucasus: A guide for determining seed and higher spore plants]. Kiev, 1895.]

Федотова В.В., Челомбитько В.А. Виды рода золотарник (Solidago): значение для медицинской практики, перспективы изучения // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина, Фармация. 2012. № 16 (135). Вып. 19. С. 136–145. [Fedotova V.V., Chelombitko V.A. Species of the genus Goldenrod (Solidago):

Importance for medical practice, prospects for study. *Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya*: *Medicina*, *Farmaciya*. 2012. No. 16 (135). Is. 19. Pp. 136–145. (In Rus.)]

Baker H.G. Patterns of plant invasion in North America. *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*. 1986. Vol. 58. Pp. 44–57. DOI: 10.1007/978-1-4612-4988-7_3

CABI. Invasive Species Compendium 2018. (Wallingford, UK: CAB International). URL: www.cabi.org/isc/datasheet/ (accessed: 24.03.2022).

Drew J., Anderson N., Andow D. Conundrums of a complex vector for invasive species control: A detailed examination of the horticultural industry. *Biol. Invasions*. 2010. No. 12. Pp. 2837–2851. DOI: 10.1007/s10530-010-9689-8

Ellenberg H., Leuschner C. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart, 1982.

European Pharmacopeia. Nördlingen, 2008.

Hulme P.E. Addressing the threat to biodiversity from botanic gardens. *Trends in Ecology and Evolution*. 2011. Vol. 26. Pp. 168–174. DOI: 10.1016/j.tree.2011.01.005.

Jachula J., Denisow B., Strzałkowska-Abramek M. Does an invader have a bright side? Floral reward in two *Solidago* species. *Journal of Apicultural Research*. 2020. Vol. 59. Issue 4. Pp. 599–608. DOI: 10.1080/00218839.2019.1703086

Karnaukh E.V., Olefir A.S. The latest technology and methods of higher medical education – priority of medicine in Ukraine. *Experimental and Clinical Medicine*. 2014. No. 2. Issue 4. Pp. 1–21.

Kowarik I. Human Agency in Biological Invasions: Secondary releases foster naturalisation and population expansion of alien plant species. *Biological Invasions*. 2003. Vol. 5. Pp. 293–312. DOI: 10.1023/B:BINV.0000005574.15074.66.

Knapp S., Dinsmore L., Fissore C. et al. Phylogenetic and functional characteristics of household yard floras and their changes along an urbanization gradient. *Ecology*. 2012. Vol. 93. Issue 8. Pp. 83–98. DOI: 10.1890/11-0392.1

Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C. et al. Alien flora of Europe: Species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia*. 2008. Vol. 80. Issue 2. Pp. 101–149.

Pimentel D., Zuniga R., Morrison D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*. 2005. Vol. 52. Pp. 273–288. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2004.10.002

Tokarska-Guzik B., Brock J.H., Brundu G. et al. Plant Invasions: Human perception, ecological impacts and management. Leiden, 2008.

Pyšek P., Jarošík V., Hulme P.E. et al. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: The interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Glob. Change Biol*. 2018. Vol. 18. Pp. 1725–1737. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02636.x

Shelepova O.V., Galkina M.V., Dubovik D.A. et al. *Solidago canadensis* impacts on tillable land withdrawn from the farming turnover. *IOP Conf. Series*: *Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 390. Art. 012013. DOI: 0.1088/1755-1315/390/1/012013

Shelepova O., Vinogradova Y., Vergun O. et al. Invasive *Solidago canadensis* L. as a resource of valuable biological compounds. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2019. Vol. 13. Issue 1. Pp. 280–286. DOI: 10.5219/1125

Shelepova O., Vinogradova Y., Vergun O. et al. Assessment of flavonoids and phenolic compound accumulation in invasive *Solidago canadensis* L. in Slovakia. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. Vol. 14. Issue 1. Pp. 587–594. DOI: 10.5219/1378

Shelepova O., Vinogradova Yu. Phytochemistry and inflorescences morphometry of invasive *Solidago* L. species (Goldenrods) – valuable late autumn mellifers. *Agrobiodivers Improv Nutr Health Life Qual*. 2021. Vol. 5. No. 2. Pp. 209–214. DOI: 10.15414/ainhlq.2021.0019

van Kleunen M., Essl F., Pergl J. et al. The changing role of ornamental horticulture in alien plant invasions. *Biol. Rev*. 2018. Vol. 93. Pp. 1421–1437. DOI: 10.1111/brv.12402

Vilà M., Espinar J.L., Hejda M. et al. Ecological impacts of invasive alien plants: A meta-analysis of their effects on species, communities, and ecosystems. *Ecology Letters*. 2011. Vol. 14. Pp. 702–708. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x

Vinogradova Yu.K., Aistova E.V., Antonova L.A. et al. Invasive plants in flora of the Russian Far East: The checklist and comments. *Botanica Pacifica*. 2020. Vol. 9. Issue 1. Pp. 103–129. DOI: 10.17581/bp.2020.09107

Weber E. The dynamics of plant invasions: A case study of three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. *Journal of Biogeography*. 1998. Vol. 25. Pp. 147–154. DOI: 10.1046/j.1365-2699.1998.251119.x

Weber E., Jakobs J. Biological flora of central Europe: *Solidago gigantea* Aiton. *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. 2005. Vol. 200. Issue 2. Pp. 109–118. DOI: 10.1016/j.flora.2004.09.001.

Статья поступила в редакцию 25.03.2022, принята к публикации 13.05.2022
The article was received on 25.03.2022, accepted for publication 13.05.2022

Сведения об авторах / About the authors

Виноградова Юлия Константиновна – доктор биологических наук; главный научный сотрудник отдела флоры, Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН, г. Москва

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

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3353-1230
E-mail: gbsad@mail.ru

Шелепова Ольга Владимировна – кандидат биологических наук; ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии и иммунитета растений, Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН, г. Москва

Olga V. Shelepova – PhD in Biology; Leading Researcher at the Laboratory of Plant Physiology and Immunity, N.V. Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2011-6054
E-mail: shelepova-olga@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Ю.К. Виноградова – анализ литературных данных по истории расселения и инвазии изученных видов, написание текста статьи

О.В. Шелепова – анализ литературных данных по биохимическому составу изученных видов, написание текста статьи, участие в редактировании текста статьи

Contribution of the authors

Yu.K. Vinogradova – analysis of literature data on the history of settlement and invasion of the studied species, writing the text of the article

O.V. Shelepova – analysisofliteraturedataonthebiochemicalcompositionofthestudi edspecies, writing the text of the article, editing the text of the article

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