Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 19–35.
Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2026, no. 3, pp. 19–35.
DOI: 10.14258/jcprm.20260317724

УДК 582.998.1:615.322

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В БЕЛАРУСИ ВИДОВ РОДА ЗОЛОТАРНИК *SOLIDAGO* L.: РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ (ОБЗОР)

© ***Е.В. Спиридович[1]*, О.В. Шелепова[2], Е.Д. Агабалаева[1], Ю.К. Виноградова[2]***

[1] Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси, ул. Сурганова, 2в, Минск, 220012, Беларусь, a.spirydovich@gmail.com
[2] Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН, ул. Ботаническая, 4, Москва, 127276, Россия

В обзоре дана характеристика подходов к решениям о таксономическом положении видов рода *Solidago* L.*,* используемых в фармакопее. Описана история расселения в Беларуси чужеродных инвазионных видов *S. canadensis* и *S. gigantea* и приведены их диагностические признаки. Представлены сведения о распространении в Беларуси официального фармакопейного вида *S. virgaurea*. Проведено сравнение *S. virgaurea* s.l. и *S. canadensis* s.l. по содержанию основных фитохимических соединений. Показано содержание в надземной части, соцветиях, корневищах и корнях этих видов рода *Solidago* следующих групп биологически активных веществ: фенольные и гидроксикоричные кислоты, флавоноиды, лигнаны, дубильные вещества, сапонины, терпеноиды, полисахариды. Эфирные масла, кумарины присутствуют в незначительных количествах. Описана фармакологическая значимость *S. virgaurea* и *S. canadensis* и приведены сведения о получаемых на основе этих видов коммерческих препаратах. Сделан вывод о нецелесообразности использовать в качестве лекарственного сырья малораспространенный в Беларуси вид *S. gigantea.* Рекомендуется начать разработку документации для изготовления опытных партий фитохимических препаратов из *S. canadensis*, произрастающего на территории Беларуси, поскольку его запасы достаточно велики, и в соседних странах этот вид уже широко используется в лекарственных целях.

Ключевые слова: виды *Solidago*, золотарник, таксономический статус, лекарственное сырье, биологически активные вещества, растительные препараты, биологически активные добавки.

Для цитирования: Спиридович Е.В., Шелепова О.В., Агабалаева Е.Д., Виноградова Ю.К. Характеристика произрастающих в Беларуси видов рода Золотарник *Solidago* L.: распространение и возможности использования в качестве перспективного лекарственного растительного сырья (обзор) // Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 19–35. https://doi.org/10.14258/jcprm.20260317724.

Введение

Препараты, получаемые из растительного сырья, являются группой особо ценных фармакологических веществ. Несмотря на современные достижения биоорганической химии, потребности практического здравоохранения и фармацевтической промышленности в лекарствах из растительного сырья растут быстрыми темпами в силу требования государственной программы импортозамещения и обоснованного смещения запросов населения от синтетических препаратов в сторону средств природного происхождения. Широко используемые синтетические средства способны вызывать побочные эффекты, например, нарушение электролитного, кислотно-щелочного и водного балансов, углеводного и липидного обменов. В связи с этим поиск новых потенциальных фармацевтических субстанций для лечения заболеваний является чрезвычайно актуальным [1]. Немаловажным является и тот факт, что лечебное действие растительных препаратов реализуется именно за счет комплекса биологически активных веществ, усиливающих, ослабляющих или даже видоизменяющих действие главных компонентов. Следовательно, комплекс веществ, содержащихся в растении, часто действует несколько иначе, чем выделенное из него индивидуальное химически чистое вещество.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Существует множество направлений поиска лекарственных субстанций на основе растительного сырья. Одним из таковых является разработка препарата, который обладал бы комплексным антибактериальным, диуретическим, литолитическим и противовоспалительным действиями. В данном случае внимание ряда специалистов привлекло семейство Сложноцветные (*Asteraceae*), а конкретно представители рода Золотарник (*Solidago* L.). Растения рода *Solidago* широко представлены в северном полушарии: Северная Америка, Канада, Европа, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Кавказ, Китай, Тайвань [2]. Виды данного рода обладают разнообразным химическим составом, а также не требуют каких-либо особых условий, связанных со сбором и хранением сырья. Наиболее изученными видами являются золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.), золотарник кавказский (*Solidago caucasica* Kem.-Nath.), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), золотарник гигантский (*Solidago gigantea* Aiton) и золотарник чилийский (*Solidago chilensis* Meyen) [1–9].

Данное исследование проводилось в формате систематического обзора. 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.

Таксономическое положение видов рода Solidago L.

В мировые фармакопеи входят 4 вида рода Золотарник *Solidago* [2]: золотарник обыкновенный (*S. virgaurea* L.) и золотарник (смесь *S. gigantea* Ait. и *S. canadensis* L.) входят в Европейскую и Британскую фармакопеи [3, 4], а *S. chilensis* Meyen, известный как бразильская арника, входит в Бразильскую фармакопею [5].

Виды рода *Solidago* – многолетние корневищные травянистые растения высотой от 5 см (*S. minutissima* (Makino) Kitam.) до 2 м (*S. gigantea* Ait.). Согласно базе данных POWO (2024) [6], род включает 144 вида (11 из которых гибридогенные), и на территории стран СНГ расположен естественный ареал 6 видов и вторичный ареал – 8 видов. Из 6 аборигенных видов (*S. compacta* Turcz., *S. pacifica* Juz., *S. cuprea* Juz., *S. dahurica* (Kitag.) Kitag. ex Juz., *S. kuhistanica* Popov и *S. caucasica* Kem.-Nath.) первый отмечен только в Магадане, второй и третий рядом авторов рассматриваются как подвидовые таксоны – *S. spiraeifolia* subsp. *pacifica* (Juz.) Kamelin и *S. spiraeifolia* var. *cuprea* (Juz.) Barkalov соответственно, а четвертый, пятый и шестой таксоны входят в полиморфный вид *S. virgaurea* как *S. v.* subsp. *dahurica* (Kitag.) Kitag., *S. v.* subsp. *kuhistanica* (Popov) Sennikov и *S. v*. subsp. *caucasica* (Kem.-Nath.) Greuter соответственно.

Что касается чужеродных видов, то *S. uliginosa* Nutt. в ряде работ входит в полиморфный вид *S. virgaurea* как *S. v.* var. *humilis* (Banks ex Pursh) A.Gray, *S. decurrens* синонимизируется с *S. virgaurea* subsp. *leiocarpa* (Bentham) Hultén [7]. *S. altissima* L. и *S. rupestris* Raf. рассматриваются как подвидовые таксоны *S. canadensis* s.l. – *S. c.* subsp. *altissima* (L.) O.Bolòs & Vigo и *S. c.* var. *rupestris* Porter соответственно. Данные о произрастании на Кавказе, в Абхазии *S. arguta* Aiton, *S. odora* Aiton и *S. juncea* Aiton относятся к ныне не сохранившейся коллекции Н.И. Вавилова, который привез из Америки в Сухумский питомник более 50 различных видов золотарников [8]. Реально обширный вторичный ареал сформировали только два вида – золотарник канадский *S. canadensis* s.l. и золотарник гигантский *S. gigantea,* которые и рассматриваются нами в качестве потенциального сырья [9, 10]. До недавнего времени эти виды плохо отличали друг от друга и не исключено, что в лекарственных целях собирали не золотарник канадский (который содержит больше биологически активных веществ), а золотарник гигантский (или даже смесь обоих видов).

Комплекс *Solidago canadensis* s.l. сложен в систематическом отношении, а объем его дискуссионен не только во вторичном ареале, но и на родине, в Северной Америке [11–13]. По одним данным (доминировавшим до последнего времени), в Европе в качестве натурализовавшегося чаще можно встретить *S. altissima* и реже – *S. canadensis* [14]; согласно другим источникам, в Европе натурализовался диплоид *S. canadensis* s. str. (2n=18), а гексаплоид *S. altissima* (2n=54) выявлен пока лишь единожды в Бельгии [15].

История интродукции *S. canadensis* в Европе начинается с 1645 г., когда его стали культивировать в Англии. Лаг-фаза этого вида длилась около160 лет, и *S. canadensis* был отмечен как одичавший в Латвии – в 1805 г., в европейской части России – в 1855 г., в Польше – в 1872 г. [16].

В 1925–1936 гг. европейские садоводы увлеклись этим растением. Широко известна, например, фирма Г. Арендса в Германии, которая занималась выведением многочисленных сортов золотарников и распространяла их по всей Европе. Возможно, некоторые сорта представляют собой гибриды с

близкородственными *S. canadensis* видами. Так, высказано предположение [17], что в Великобритании часть дичающих растений являются гибридами с *S. gigantea* Ait. или *S. rugosa*.

Распространение в Беларуси видов рода Solidago L.

Аборигенный вид *S. virgaurea* встречается по всей территории Беларуси. Цветет с июля до поздней осени. Произрастает по лесам, кустарникам, склонам и полянам [18].

В Беларуси *S. canadensis* впервые упомянут в каталоге интродуцированных растений в усадьбе Большие Летцы Витебского р-на в 1915 г. [19]. В 1934 г. приведен для окрестностей г. Несвиж, однако это указание не подтверждено гербарными данными. Можно считать, что до середины XX века *S. canadensis* в Беларуси был довольно редок [20].

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (ЦБС НАН Беларуси) вид выращивали с 1947 г., семена были получены из Швеции, Чехии, Украины, России, Югославии [21]. История расселения видов рода *Solidago* L. по Беларуси прослежена по гербарным сборам, хранящимся в Институте Экспериментальной Ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK) и Белорусском государственном университете (MSKU). В 1954 и 1955 гг. Н.В. Козловская собрала в Саду морфотип *S. canadensis* с довольно узкой метелкой и красноватым стеблем (MSK). Во «Флоре БССР» (1959 г.) указано, что «вид встречается довольно часто, разводится, иногда дичает» [18]. В 1960–1970-е гг. вид широко культивировали по окрестным цветникам и дачным участкам города Минска как декоративное растение, и источником его диаспор был ботанический сад.

С 1973 г. *S. canadensis* стал дичать с дачных участков в Смолевичском р-не [20], а в 1975 г. собран в качестве одичавшего растения в д. Сухорукие в окрестностях Минска (MSK). В этот же период золотарник канадский указывается как «часто встречающееся растение по садам, паркам, огородам» [22], т.е. вектором инвазии *S. canadensis* в регионе можно считать «бегство» из культуры. В 1979 г. отмечен Г.В. Вынаевым как редкое рудеральное растение в г. Гомель, а в 1982 г. – как вполне натурализовавшийся вид вдоль ж. д. ветки Минск-Степянка: «растет по склонам ж. д. и шоссейных насыпей, в придорожных лесозащитных полосах, опушках, у дорог, в разреженных сосново-березовых лесах, прилегающих к ж. д., изредка, местами нередко, одиночными экземплярами, куртинами и небольшими группами». Таким образом, в 1970-1980-е годы золотарник канадский в Беларуси натурализовался.

В период бума дачного строительства в 1990–1994 гг. цветоводы-любители активно размножали вегетативным способом этот позднецветущий неприхотливый вид, он широко применялся также на кладбищах, откуда массово распространялся. Дополнительной причиной его взрывного расселения послужило возрастание площади пустошных земель (дачный долгострой, самовольно распаханные заброшенные участки вблизи населенных пунктов и т.д.).

В Беларуси встречаются *S. canadensis* var. *canadensis* и *S. canadensis* var. *hargeri* [23]. Первый таксон имеет менее, второй – более опушенные стебли. Однако, по-видимому, эти «разновидности» представляют собой не что иное, как ненаследуемые морфотипы, произрастающие в разных по степени увлажнения местообитаниях. В настоящее время вид встречается по всей республике очень часто, и в некоторых районах Минской области (Смолевичский, Минский, Логойский, Дзержинский, Молодечненский, Пуховичский, Червенский и др.) является настоящим бедствием для природной флоры, вторгаясь в естественные фитоценозы. Он относится к наиболее опасным инвазионным видам флоры Беларуси [24, 25]. Не исключено, что инвазионные золотарники, широко распространяющиеся в настоящее время по всей территории Евразии, имеют европейское происхождение: они либо являются стабилизировавшимися гибридами, возникшими в ходе селекции благодаря скрещиванию нескольких североамериканских видов, либо образовались в результате спонтанной мутации и дальнейшего отбора в природных условиях [26].

Впервые вид *S. gigantea* найден в 1991 г. в Минске «ул. Антоновская, у комбината хлебопродуктов. По сорным местам у заборов. 01.09.1991. Вынаев Г.В.» [MSK-V 79207]. В 1998 г. несколько спонтанных популяций площадью 2–4 м^2 обнаружены в Кричевском [MSK-V 79201] и Славгородском [MSK-V 79200] р-нах Могилевской области и в Сморгонском р-не Гродненской области. В начале XXI века находки *S.gigantea* стали более частыми – имеются гербарные сборы из Гродненского р-на Гродненской области [2004 г., MSK-V без номера], Речицкого [2004 г., MSK-V 37522] и Гомельского [2010 г., MSK-V 158249] р-нов Гомельской области, Докшицкого р-на Витебской области [2011 г., MSK-V 169369]. В 2013 г. *S. gigantea* обнаружили на окраине г. Светлогорска Гомельской области [MSKU 1212] и в Шарковщинском р-не

Витебской области [MSKU 1871], а годом позже – в Несвижском р-не Минской области [MSKU 1370] и на окраине г. Барановичи Брестской области [MSKU 1847].

Во всех отмеченных местонахождениях *S. gigantea* произрастал в виде небольших спонтанных клонов неподалеку от мест культивирования. В настоящее время в Беларуси площадь, занятая *S. gigantea,* во много раз меньше, чем ареал *S. canadensis*. [27].

В двух локалитетах Беларуси выявлены гибридогенные растения *S.* × *niederederi* Khek. (= *S. virgaurea* × *S. canadensis*) с промежуточными признаками. Они отмечены в смешанных популяциях родительских видов по нарушенным местам: 1) в Минске (парк Челюскинцев, 1980, Д. Третьяков, MSK) и 2) в д. Шлыки Витебского р-на [20].

Химический состав видов рода Solidago L., распространенных в Беларуси

Растения рода *Solidago* обладают широким спектром биологически активных веществ [28, 29], что позволяет считать данные виды перспективным лекарственным растительным сырьем. Известен состав биологически активных соединений в разной степени изученности для следующих видов рода *Solidago: S. virgaurea* L., *S. canadensis* L., *S. gigantea* Ait., *S. daurica* Kitag., *S. decurrens* Lour., *S. elongate* Nutt., *S. arguta* Ait., *S. odora* Ait., *S. graminifolia* (L.) Salisb., *S. rugosa* Mill., *S. altissima L.* В данной статье приведены данные для видов рода *Solidago*, распространенных на территории Беларуси.

Биохимический состав *S. gigantea – надземная часть*: ~9% тритерпен-сапонина, ~4% фенольных соединений (флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты и полифенолы), ~0.5% летучих масел (γ-кадин и еще 14 моно- и сесквитерпенов), дубильные вещества, горечи, сапонины [30]; 0.16% эфирного масла, включает α-пинен (0.8%), ß-пинен (0.4%), лимонен (0.3%), гермакрен D (0.9%), сабинен (0.1%), борнил ацетат (57.9%), кариофиллен оксид (3.4%) [31]; *листья*: 0.03% эфирного масла; *соцветия*: 0.11% эфирного масла [32]. Содержание соединений, обладающих фармакологической активностью, ниже, чем у *S. canadensis* [31, 32]. Учитывая, что, во-первых, *S. gigantea* накапливает меньше биологически активных компонентов, чем *S. canadensis*, и, во-вторых, имеет не столь большие запасы сырья, мы не рекомендуем рассматривать его в качестве потенциально ресурсного вида.

В таблице приведен фитохимический состав двух фармакопейных видов рода Золотарник *Solidago: S. virgaurea* s.l., включая *S. dahurica, S. kuhistanica, S. caucasica, S. decurrens,* и *S. canadensis* s.l., включая *S. altissima*.

Фитохимический состав двух фармакопейных видов рода Золотарник *Solidago*.

	S. virgaurea s.l., включая *S. dahurica, S. kuhistanica, S. caucasica, S. decurrens*	*S. canadensis* s.l., включая *S. altissima*
1	*2*	*3*
	Надземная часть	
Фенольные соединения: фенольные и гидроксикоричные кислоты, кумарины, флавоноиды, лигнаны	Рутин, умбеллиферон, виценин, эскулетин, дигидрокумарин, гесперидин, галловая кислота, цикориевая кислота, хлорогеновая кислота, кофейная кислота. Количественное содержание фенольных соединений в пересчете на рутин составило 1.85% [29], как у *S. caucasica;*	*Листья* – гидроксикоричные кислоты (0.15%), полифенолы (5.4–6.3%); флавоноиды: кверцетин-3-О-глюкозид (1.32%), кверцетин-3-О-рамнозид (0.1%), рутин (0.43%), кемпферол (0.4%), кемпферол-3-О-глюкозид (1.13%), лютеолин-7-О-глюкозид (0.22%), апигенин-7-О-глюкозид (0.09%) [33]. *Листья* – кемпферол-3-О-рутинозид, 7 (7-О-β-d-апиофуранозид, транс-тилирозид, кофейная кислота, хлорогеновая кислота, 4-О-кофеилхинная кислота, 3-О-кумароилхинная кислота, 4-О-кумароилхинная кислота, 3,5-ди-О-кофеилхинная кислота, 4,5-дикофеилхинная кислота [34], как у *S. altissima.* Галловая кислота, ванильная кислота, сиреневая кислота, О-дикофеилхинная кислота, кофеоил-ди-ферулоилхинная кислота, 1-кофеилхинная кислота, 4-кофеилхинная кислота, 5-кофеилхинная кислота, феруловая кислота, 3,4-О-дикофеилхинная кислота, кумаровая кислота [35, 36]

Продолжение таблицы

1	*2*	*3*
	Кверцетин и его производные, кемпферол и его производные, изорамнетин, рамнетин, кемпферол-3-O-β-D-глюкорамнозид, изорамнетин-3-O-β-D-глюкорамнозид, рамнетин-3-O-β-D-глюкорамнозид, кверцетин-3-O-β-D-рутинозид, изокверцитрин, гиперозид, кверцитрин, рутин, авикулярин, астрагалин, афзелин, никотифлорин, биоробин, мирицитрин, нарциссин [40], бензойная кислота, салициловая кислота, гентизиновая кислота, ванильная кислота, галловая кислота, кофейная кислота, хлорогеновая кислота, гомованилиновая кислота, п-кумаровая кислота, феруловая кислота, синаповая кислота, розмариновая кислота [38-41], α-токоферолхинон, 2-фитен-1-ол [40].	*Надземная часть* – сумма флавоноидов 7.33–7.85% в пересчете на рутин. 4 основных компонента**:** кверцетин, кверцетин-3-O-β-D-6'-ацетилглюкопиранозид, нарциссин, рутин, кемпферол, изорамнетин, рамнетин [34, 35]. Астрагалин (кемпферол-3-O-β-D-глюкозид), афзелин (кемпферол-3-O-α-L-рамнозид), гвайяверин (кверцетин-3-O-α-L-арабинофуранозид), гиперозид (кверцетин-3-O-β-D-галактозид) [28, 29, 31], изокверцитрин (кверцетин-3-O-β-D-глюкозид), изорамнетин-3-O-β-D-глюкозид, изорамнетин-3-O-(6″-O-ацетил)-глюкопиранозид, никотифлорин (кемпферол-3-O-α-L-рутинозид), амнетин-3-O-глюкорамнозид, кемпферол-3-O-β-D-глюкорамнозид, изорамнетин-3-O-β-D-глюкорамнозид, рамнетин-3-O-β-D-глюкорамнозид, кверцетин-3-O-β-D-рутинозид [38, 39, 42–45], никотифлорин, гесперидин, афзелин, эпикатехин, катехин, гидроксифлавоны [35, 36]. *Надземная часть* – гидроксикоричная кислота, изохлорогеновая кислота [28], кофейная кислота [2, 28, 29], хлорогеновая кислота [28, 42, 43]. *Надземная часть* – визанол, 8-дигидрометилвизанол, 9-O-[3-O-ацетил-β-D-глюкопиранозил]-4-гидроксикоричная кислота, 9-альдегидевизанол [46, 47]
Дубильные вещества		*Надземная часть* – 6.74% в пересчете на танин [48]
Эфирные масла и его компоненты (терпены)	α-пинен, β-пинен, сабинен, мирцен, лимонен, β-оцимен, гермакрен-Д, β-кариофиллен, α-гумулен, клеродан дитерпены, 2,8-(*цис*)-(*цис*)-эфир матрикарии, γ-лактоны, лактон лахнофиллума, энтгермакра-4(15),5,10(14)-триен-1β-ол, β-диктиоптерол [40].	*Надземная часть* – 0.44% эфирного масла, включает α-пинен (41.6%), ß-пинен (3.5%), лимонен (22.5%), гермакрен D (8.7%), борнил ацетат (8.3%), сабинен (0.6%), кариофиллен оксид (0.5%) [31, 32]; 6-эпи-α-кубебен (минорный компонент, 1.5%), 6-эпи-β-кубебен (основной компонент, 20.5%) [49], изогермакрен D [50]. *Надземная часть* – идентифицировано 32 компонента эфирных масел. Основные – гермакрен D (34.9%), лимонен (12.5%), – α-пинен (11.6%), β-элемен (7.1%) и борнилацетат (6.3%) [51]. *Листья* – при вегетации – 0.7% эфирного масла включает α-пинен (28.1%), гермакрен D (32.9%), борнил ацетат (7.3%); в фазу цветения – 0.49% эфирного масла включает α-пинен (1.3%), гермакрен D (16.6%), борнил ацетат (29.8%) [32]
Сапонины	виргауреасапонины [37, 40, 52], солидагосапонины, беллисапонин BA2 [40]	байогенингликозиды (канаденсисапонины 1–4) [53]
Полисахариды	Полисахариды [40]	*Надземная часть* – содержание полисахаридов от 4.38 до 5.22% [54], уроновые кислоты (10%) [55]
	Соцветия	
Неорганические вещества		органический кремний (0.74%), неорганические вещества (8%) [33]
Углеводы		углеводы (43%), углеводная часть богата нейтральными сахарами (81%) с пятью основными компонентами: рамнозы (~23 мас.%), арабинозы (~20 мас.%), уроновых кислот (~19 мас.%), галактозы (~17 мас.%) и глюкозы (~14 мас.%) [55]
Белки		белки (27%) [55]

Окончание таблицы

1	*2*	*3*
Фенольные соединения: фенольные и гидроксикоричные кислоты, кумарины, флавоноиды, лигнаны		фенольные вещества (12%) [55]; гидроксикоричные кислоты (0.11%), флавоноиды: кверцетин-3-О-глюкозид (1.15%), кверцетин-3-О-рамнозид (0.06%), рутин (0.08%), изорамнетин-3-О-глюкозид (0.07%), кемпферол-3-О-глюкозид (0.3%), кемпферол-3-О-рамнозид (0.03%), лютеолин-7-О-глюкозид (0.3%), апигенин-7-О-глюкозид (0.03%) [33, 56, 57]
Терпеноиды	Сумма тритерпеновых гликозидов (в основном представлены производными олеаноловой кислоты) в надземной части *S. caucasica* – 0.93% (гравиметрический метод) и 1.01±0.03% в пересчете на олеаноловую кислоту (УФ спектрофотометрический метод), эритродиол-3-ацетат [58]	тритерпеноиды, принадлежащие к группам лупана, олеанана и урсана, т.е. ацетат лупеола, β-амирин и α-амирин в сопровождении его кетона, α-амиренона. Содержание тритерпеноидов – 1,2 мг/г сухого веса (цветы), 0.91 мг/г с.в. (листья), 0.69 мг/г с.в. (стебли) [59]. Тритерпеноиды лупана: 3β-(3R-ацетоксигексадеканоилокси)-луп-20(29)-ен, 3β-(3-кетогексадеканоилокси)-луп-20(29)-ен, 3β-(3R-ацетоксигексадеканоилокси)-29-нор-лупан-20-он, 3β-(3-гетогексадеканоилокси)-29-нор-лупан-20-он, а также урсоловая кислота, циклоартенол, циклоартенилпальмитат, ацетат α-амирина и стигмастерола [52]. Каротиноиды: (E)-лютеин-5,6-эпоксид, (9Z,9'Z)-лютеин, β-каротин, (E)-неоксантин, (9Z)-виолаксантин, (9Z)-антераксантин, (13Z)-зеаксантин, (все-E)-Лютеин, (10'-апо-β-каротин-10'-аль) [60]
Эфирные масла и его компоненты (терпены)		эпокси-аллоаромадендрен, аморфа-4,7(11)диен-2α-ацетокси, аморфа-4,9-диен-2-ол, δ-аморфен, аристолен, аромадендрен, борнеол, β–бурбонен, борнилен, β–калакорен, транс-кариофиллен-9-эпи, кубебол, н-докозан, н-эйкозан, элемол, гуайол, н-гексадеканол, хусинол ацетат, метилгексадеканоат, периллен, α-терпинеол, трикозан [61]
Корневище и *корни*		
Эфирные масла и его компоненты (терпены)		дитерпеноиды типа абиетиновой кислоты [62], тимол, метиловый эфир тимола, α-зингиберен, α-*транс*-бергамотен, α-бисаболен, борнилацетат, кадинол (α-, эпи-α, δ-, τ-), карвакрол метиловый эфир, *транс*-карвеол, эремолигенол, джуненол α – изоледен [46, 61, 63, 64], дезоксисолидагенон [65]

Обобщая результаты общего фитохимического анализа, можно констатировать наличие у видов рода *Solidago* следующих групп биологически активных веществ: фенольные и гидроксикоричные кислоты, флавоноиды, лигнаны, дубильные вещества, сапонины, терпеноиды, полисахариды, белки; некоторые группы веществ присутствуют в незначительных количествах: эфирные масла, кумарины; в сырье отсутствуют: алкалоиды, антраценпроизводные, сердечные гликозиды [37].

Применение в народной и научной медицине

В народной медицине настой и отвар *S. virgaurea* используются как диуретическое, антисептическое, противовоспалительное средства при болезнях почек и мочевого пузыря (мочекаменная болезнь, холецистит, язвенный цистит, энурез), гипертрофии предстательной железы [28]. Кроме того, они оказывают вяжущее, потогонное, отхаркивающее, гемостатическое действие, а также применяются при желчнокаменной болезни, сахарном диабете, бронхиальной астме, туберкулезе легких, острых респираторных инфекциях, остром ларингите, ангине, коклюше, подагре, артритах, энтерите, колите, экземе, асците. В китайской народной медицине семена золотарника обыкновенного применяют для разжижения крови и устранения вздутия кишечника, а также при нарушениях менструального цикла, холере, диарее, появлении крови в моче у детей [66].

Для *S. virgaurea* выявлен целый спектр фармакологической активности: мочегонная [40, 67], анальгетическая [40, 68], антиоксидантная [69], противогрибковая [70], противоопухолевая [71, 72], а также иммуномодулирующая [73], противовоспалительная, спазмолитическая, антигипертензивная, противопаразитарная, цитотоксическая, противоопухолевая, антимутагенная, антидиабетическая и кардиопротекторная активности [40]. Выявлено антибактериальное действие [74], наиболее широкий спектр активности отмечен у 20% водного раствора сухого экстракта травы в отношении *S. aureus, S. epidermidis, Bacillus subtilis, Bac. anthracoides, Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa* [75]. Тритерпеновые гликозиды *S. virgaurea* оказывают противогрибковую активность в отношении видов рода *Candida* [76].

У *S. gigantea* надземная часть используется в фитофармакологии для лечения почек, печени, стимулирует обмен веществ, эффективна при кожных болезнях; лечебные чаи применяются от ревматизма, подагры, для «очистки» крови [77]. Выявлены антибактериальная [74] и противогрибковая активности [70].

В фитофармакологии *S. canadensis* может применяться как ценное противовоспалительное и урологическое средство. Государственная служба здравоохранения Германии рекомендует его использовать при воспалении мочевыводящих путей и мочекаменной болезни, а также как стимулирующее обмен веществ, при кожных болезнях и заболеваниях печени [77]. Выявлены антиоксидантная [69, 78, 79], антибактериальная [63, 74] и противоопухолевая активности [80]. Свежее сырье из надземной части рекомендовано для профилактики и лечения болезней пародонта [81]. Имеются научные исследования, посвященные противовоспалительному и диуретическому действию водно-спиртового экстракта золотарника канадского [67]. Группой ученых [82] была разработана методика более полного извлечения каротиноидов из замороженных соцветий *S. canadensis*, являющихся практически неограниченным сырьевым ресурсом, для создания недорогих экологически безопасных препаратов с антиоксидантными противовоспалительными свойствами. Так, в результате экспериментальных исследований были проанализированы экстрагирующие свойства различных органических растворителей и показана перспективность использования смеси касторового масла с 96%-ным этанолом для более полного извлечения каротиноидов из соцветий *S. canadensis*.

Рядом ученых было установлено, что комплекс полифенолов, полисахаридов и белков, выделенных из цветков *Solidago canadensis* методом горячей щелочной экстракции, оказал положительный эффект на противокашлевую активность. Было показано, что более высокие дозы (50 и 75 мг/кг массы тела) были на 15 и 20% эффективнее, чем более низкая (25 мг/кг массы тела). Кроме того, высшая доза комплекса (75 мг/кг массы тела) значительно снижала значения удельного сопротивления дыхательных путей, а ее действие оставалось более продолжительным, чем у классического антиастматического препарата сальбутамола, представителя классических противоастматических средств [55].

Эфирное масло *S. virgaurea* и *S. cansdensis* проявляло антибактериальную активность в отношении *Staphylococcus aureus, Salmonella typhi, Streptococcus faecalis, Escherichia coli, Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa* [83].

По антипротеинурической активности композиция экстрактов, содержащих S. cansdensis, превосходила эффективность препарата цистон на модели кристаллурической нефропатии. Изученная композиция экстрактов обладала выраженным позитивным фармакодинамическим действием на почки животных в условиях экспериментальной нефропатологии токсического генеза [84].

Ассортимент аллопатических, гомеопатические препаратов и биологически активных добавок, содержащих сырье видов рода Solidago

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 [81]. Разработаны аллопатические и гомеопатические препараты, содержащие сырье золотарника или его водно-спиртовые экстракты [28, 62].

Аллопатические препараты (монопрепараты):

– Цистиум солидаго раствор (PharmaWernigerode GmbH, Германия) – водный раствор сухого экстракта *S. gigantea*; оказывает диуретическое, противовоспалительное, спазмолитическое действие, применяется для лечения и профилактики воспалительных заболеваний мочевыводящих путей и мочекаменной болезни;

– Солидагорен моно (Klein, Германия) – таблетированная форма сухого экстракта *Solidago virgaurea,* применяется при нефрите и мочекаменной болезни.

Аллопатические препараты (комбинированные препараты):

– Марелин (Украина) содержит сухие экстракты *Rubia tinctorum*, *Equisetum arvense*, *Solidago canadensis*. Таблетированная форма. Препарат проявляет спазмолитическое, противовоспалительное действие. Употребление данного препарата способствует отхождению почечных конкрементов, уменьшению боли при почечной колике. В СССР *S. canadensis* был впервые массово введен в культуру в 1986 году на Украине с целью получения лекарственного растительного сырья для производства препарата Марелин [28];

– Простанорм (Фармстандарт-Томскхимфарм ОАО, Россия): экстракт из смеси сырья – травы *Hypericum perforatum* L., травы *Solidago canadensis*, корня *Glycyrrhiza glabra* L., корневищ с корнями *Echinacea purpurea* L. Таблетки или водно-спиртовая жидкость для приема внутрь. Препарат обладает андрогенной, противовоспалительной, анальгезирующей, диуретической активностью и применяется при простатите;

– Фитодолор (Steigerwald Arzneimittelwerk GmbH, Германия): водно-спиртовые экстракты *Populus tremula*, *Solidago virgaurea*, *Fraxinus excelsior*. Раствор для приема внутрь. Препарат оказывает противовоспалительное, анальгетическое, цитостатическое действие и применяется при хроническом полиартрите;

– Полиартритный сбор (Россия) включает 32 компонента, одним из которых является трава *Solidago virgaurea*. Препарат применяется при ревматоидном полиартрите.

Гомеопатические препараты:

– Псоризер (Алкай-Холдинг, Россия) – сублингвальные гранулы, в состав входит *Solidago virgaurea*. Препарат оказывает дерматотропное, противопсориатическое действие, применяется при псориазе, сухих кожных высыпаниях, псориазоформном нейродермите, шелушении и кожном зуде;

– Хомвиокорин-N (Германия) – капли для приема внутрь, в состав входит *Solidago virgaurea.* Применяется для лечения хронической сердечной недостаточности;

– Солидаго композитум С (Biologische Heilmittel Heel GmbH, Германия) – раствор для инъекций, в состав входит *Solidago virgaurea.* Препарат активизирует иммунные механизмы при острых и хронических заболеваниях почек и мочеиспускательного тракта;

– Сабурген-Н (Weber and Weber, Германия) – капли, раствор для приема внутрь, в состав входит *Solidago virgaurea.* Препарат применяется при простатитах, на начальных стадиях аденомы простаты, неврозе простаты, при затрудненном выделении мочи, а также в постоперационный период после удаления или электрорезекции простаты.

Биологически активные добавки (БАДы):

– Биофорс Солидаго комплекс (Bioforce, Германия) – капли для приема внутрь: водно-спиртовые настойки *S. virgaurea* 69%, *Betula* 18%, *Ononis* 7% и *Equisetum* 6%. Оказывают мочегонное, спазмолитическое, противовоспалительное и антисептическое действие и применяются для лечения мочекаменной болезни;

– Уронат медивит (NaturProduktPharma, Польша) – желатиновые капсулы с сухими экстрактами: *Solidago virgaurea, Betula* sp*., Urtica* sp. Препарат оказывает мочегонный, антисептический эффекты и усиливает выведение хлоридов и мочевины. Применяются для лечения острых и хронических инфекций мочевыводящих путей (уретрит, цистит, пиелонефрит), а также для лечения подагры;

– Урофлюкс (Германия) – чай: кора *Salix*, листья *Betula*, листья *Arctostaphylos* uva ursi, трава *Equisetum arvense*, трава *Solidago virgaurea*, корень *Rudbeckia*, корень *Glycyrrhiza*, корень *Ononis arvensis*, корневища *Poaceae*. Чай оказывает мочегонное, противовоспалительное, противомикробное действие на мочевые пути, способствует выведению мочевой кислоты;

– Вотерган (Enrich lnternationalinc., США) – капсулы: листья *Arctostaphylos uva-ursi*, плоды *Juniperus*, трава *Equisetum arvense*, кукурузные рыльца (*Zea mays*), листья *Petroselinum*, цветки *Filipendula ulmaria*, цветки *Solidago*, *Piper cubeba*, ягоды *Vaccinium oxycoccos*, семена *Citrullus*. Капсулы являются вспомогательным средством в комплексной терапии хронических воспалительных заболеваний мочевыводящих путей;

– Чай Иван Кузьмич №5 (Elanda, Польша) – чай: трава *S. virgaurea*, корень и трава *Taraxacum*, листья *Betula*, корень *Levisticum*, трава *Equisetum arvense*, околоплодник *Phaseolus*. Чай оказывает мочегонное и противовоспалительное действие, предупреждает образование камней в почках;

– Чай №25 «Урологический-2» (Россия) – чай: трава *S. virgaurea, Polygonum aviculare, Leonurus quinquelobatus, Linum usitatissimum, Rosa.* Препарат применяется в качестве мочегонного средства, растворяет камни в почках и мочевом пузыре. Чай используется при мочекаменной и почечнокаменной болезни, уремиии, мочекислом диатезе и альбуминарии;

– Простамед (Dr. Gustav Юein, Германия) – таблетки, содержащие порошок семян тыквы, тыквенный глобулин (Cucurbita pepo), сухой экстракт *Solidago,* сухой экстракт листьев *Populus tremula*. Оказывает антипролиферативное, мочегонное, антибактериальное, болеутоляющее и противовоспалительное действие. Препарат используется при расстройствах мочеиспускания при доброкачественной гиперплазии (аденоме) предстательной железы I-II стадии;

– Простамакс (Biochem, Германия) – капли для приема внутрь, БАД обладает диуретическим действием – увеличивает количество отделяемой мочи, уменьшает частоту мочеиспускания, а также является эффективным противовоспалительным мочевым антисептиком. Препарат вызывает ослабление болей, связанных с болезнями простаты, способствует уменьшению простаты при доброкачественной гиперплазии;

– Антиник (ИРЕА-Пензмаш, Россия) – фиточай, представленный в виде утреннего сбора из 11 трав и вечернего – из 10. БАД облегчает симптомы отмены никотина за счет успокаивающего действия. В состав вечернего сбора входит *S. virgaurea.*

Таким образом, на основе сырья золотарника получают два монопрепарата (Цистиум солидаго раствор и Солидагорен моно) и не менее 17 комбинированных препаратов.

В настоящее время белорусская нормативная документация на сырье и настойки золотарника канадского отсутствует. В СССР нормативным документом на траву золотарника канадского являлась фармакопейная статья ФС 42-2777-91 [9], которая не соответствует современным требованиям и в последнее XIV издание Государственной фармакопеи России не входит [85]. Приведенные в данном обзоре данные свидетельствуют об актуальности дальнейших исследований представителей рода *Solidago*.

Другие области применения видов рода Solidago

Ранее *S. virgaurea* использовался в качестве дубильного и красильного растения, из травы и цветков которого извлекали желтую и коричневую краски. Имеет медоносное значение. Является кормовым растением для северных оленей, амурского горала и бобров, однако для овец это растение ядовито.

S. gigantea и *S. canadensis* широко культивируются в качестве декоративных растений с пышным цветением в конце лета и осенью [62]. Оба вида ценятся пчеловодами за их способность стабильно производить пыльцу и нектар поздней осенью [30, 86–88]. 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 [89]. 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 – 30.7 кг/га (*S. canadensis*) и 6.5 кг/га (*S. gigantea*). В местностях 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 [8, 90, 91].

Листья золотарника используются как ароматическая приправа [4].

Исходные CO_2-экстракты листьев и соцветий золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) получены в режиме докритической экстракции (CO_2-экстрактор РАЭ-01-05, p = 10 МПа, при 50 °С), а также показаны возможности применения для изучения полученных экстрактов методов колебательной спектроскопии, которые открывают широкие возможности, в частности, разработки экспертных систем анализа перспективных биопрепаратов золотарника, которые обладают широким спектром фармакологического действия [92].

Эфирное масло *S. canadensis* продемонстрировало многообещающую антимикробную активность *in vitro* против ряда фитопатогенных грибов и бактерий: *Bacillus megaterium, Clavibacter michiganensis*, *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* [51].

При оценке аллелопатической активности *S. canadensis* на рост проростков тест-культур было установлено, что водный экстракт в высокой концентрации из его листьев оказывает сильное ингибирующее влияние на прорастание кресс-салата [93].

Для видов рода *Solidago* определены концентрации экстрактов, при которых наблюдается угнетение развития комплекса фитопатогенных видов сельскохозяйственных культур *Fusarium avenacium, Botrytis cinerea, Colletotrichum gloeosporioides* [94].

Таким образом, виды рода *Solidago* широко распространены в мировой флоре, содержат богатый комплекс БАВ и нашли свое применение не только в медицине, но и в других сферах деятельности.

Заключение

Род Золотарник *Solidago* широко представлен в мировой флоре и включает около 144 видов. Из литературных источников известно о наличии фармакологической активности у 4 видов, в статье перечисляются препараты с видами рода *Solidago*, влияющие на мочевыделительную, сердечно-сосудистую системы, а также на желудочно-кишечный тракт. Встречающиеся в Беларуси золотарник канадский *S. canadensis* и золотарник гигантский *S. gigantea* могут рассматриваться в качестве потенциального сырья. Однако учитывая, что по сравнению с *S. canadensis, S. gigantea* накапливает меньше биологически активных компонентов и распространен в Беларуси на гораздо меньшей площади, не рекомендуется рассматривать его в качестве потенциально ресурсного вида.

Напротив, содержание ценных фитохимических веществ у инвазионного вида *S. canadensis* сравнимо с таковыми у аборигенного вида *S. virgaurea*, входящего в официальную фармакопею. Широкий спектр фармакологической активности золотарника канадского обусловлен богатством и разнообразием химического состава. Так, на сегодняшний день выделено и описано более 150 соединений, преимущественно фенольной и терпеновой природы, содержащихся в траве *S. canadensis*. Ряд комплексных препаратов на основе экстрактов из травы золотарника канадского (Марелин, Фитолизин, Урофлюкс и др.) успешно применяются во всем мире. К тому же запасы *S. canadensis* в Беларуси достаточно велики, и в соседних странах этот вид уже широко используется в лекарственных целях. Рекомендуется начать разработку документации для изготовления опытных партий фитохимических препаратов из *S. canadensis,* произрастающего на территории Беларуси.

Финансирование
Данная работа финансировалась за счет тем государственных заданий Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН № 126020216354-6 и Центрального ботанического сада НАН Беларуси в рамках Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований № Б24МС-019.

Конфликт интересов
Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ
Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы предоставите соответствующие ссылки на автора(ов), источник и Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Лужанин В.Г., Уэйли А.К., Понкратова А.О., Гришукова Е.А., Сулоев И.С., Смирнов С.Н., Серебряков Е.Б. Выделение индивидуальных соединений из надземной части стальника полевого (*Ononis arvensis* L.) и золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) // Методы анализа лекарственных средств. 2021. Т. 10, №1. С. 83–89. https://doi.org/10.33380/2305-2066-2021-10-1-83-89.
2. Сулейманова Ф.Ш., Нестерова О.В. Анализ ассортимента гомеопатических лекарственных средств из травы золотарника // Гомеопатический ежегодник. 2019. С. 211–213.
3. European Pharmacopoeia: EDQM. 9th Edition. URL: http://www.edqm.eu/.
4. British Pharmacopoeia. URL: http://www.pharmacopoeia.com/.
5. Brazilian Homeopathic Pharmacopoeia. 3rd Edition. ANVISA and PAHO, 2011.
6. POWO (2024) Plants of the World Online (Kew: Royal Botanic Gardens). [Электронный ресурс]. URL: https://powo.science.kew.org.
7. Flora of China. 2024. [Электронный ресурс]. URL: http://efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=3&taxon_id=200024551.
8. Виноградова Ю.К., Шелепова О.В. Смена парадигмы оценки результатов преднамеренной интродукции видов рода золотарник *Solidago* L. // Социально-экологические технологии. 2022. Т. 12, №2. С. 203–219.
9. ФС 42-2777-91. Трава золотарника канадского. 1991.
10. Батюк В.С. Золотарник и дисмодиум – перспективные лекарственные растения // Проблемы лжарського рослинитства. 1996. Т. 1. С. 200–201.
11. Semple J.C., Cook R.E. *Solidago* // Flora of North America. 2006. Vol. 20. Pp. 107–166.

12. Semple J.C., Faheemuddin H., Chong Y.A., Sorour M.K., Hood J.A., Khamis I., Kornobis K. A multivariate morphometric study of the *Solidago canadensis* / *S. lepida* complex of *Solidago* subsect. Triplinerviae. I. Northeastern taxa (*Asteraceae: Astereae*) // Phytoneuron. 2013. Vol. 58. Pp. 1–20.
13. Semple J.C., Rahman H., Bzovsky S., Sorour M.K., Kornobis K., Laphitz L.R., Tong L.A multivariate morphometric study of the *Solidago altissima* complex and *S. canadensis* (*Asteraceae: Astereae*) // Phytoneuron. 2015. Vol. 10. Pp. 1–31.
14. Weber E. The dynamics of plant invasions: a case study of three exotic goldenrod species *(Solidago* L.) in Europe // J. Biogeogr. 1998. Vol. 25. Pp. 147–154.
15. Verloove F., Zonneveld B.J.M., Semple J.C. First evidence for the presence of invasive *Solidago altissima* (*Asteraceae*) in Europe // Willdenowia. 2017. Vol. 47, no. 1. Pp. 69–75. https://doi.org/10.3372/wi.47.47107.
16. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet *Solidago canadensis*. [Электронный ресурс]. URL: http://www.nobanis.org.
17. Флора БССР. В 5 т. / гл. ред. Б.К. Шишкин. Минск, 1959. Т. 5. 267 с.
18. Sell P., Murrell G. *Solidago* L. // Flora of Great Britain and Ireland. Campanulaceae – Asteraceae. Cambridge University Press, 2006. Vol. 4. Pp. 440–443.
19. Index plantarum in horto Adamowiano Letce-Wielkie (Rossiae Occident. prov. Witebsk) crescentium nec circa eum partium in loco natali lectarum pro voluntaria reciproca permutatione. Offertis, 1915. 39 p.
20. Дубовик Д.В., Саулов А.О. Североамериканские виды рода *Solidago* L. (*Asteraceae*) во флоре Беларуси // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. Минск, 2017. Вып. 46. С. 18–26.
21. Главная книга по интродукции растений ЦБС НАН Беларуси №1 15.02.1947–17.02.1948.
22. Козловская Н.В. Адвентивные и прогрессирующие виды во флоре Белоруссии // Ботаника (исследования): сборник научных трудов. Минск, 1978. Вып. 20. С. 88–95.
23. Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., Третьяков Д.И. Новые для Беларуси и Европы виды адвентивных растений // Ботаника (исследования): сборник научных трудов. Минск, 2013. Вып. 42. С. 3–28.
24. Дубовик Д.В., Лебедько В.Н., Савчук С.С., Скуратович А.Н., Парфенов В.И. Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси. Минск, 2017. 192 с.
25. Прохоров В.Н., Ламан Н.А. Золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.): биологические особенности, хозяйственное использование и меры ограничения распространения // Ботаника (исследования): сборник научных трудов. Минск, 2018. Вып. 47. С. 150–168.
26. Тихомиров В.Н., Ровенская И.А. Внутри-и межпопуляционная изменчивость *Solidago canadensis* L. s.l. в Беларуси // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2019. №3. С. 67–78.
27. Dubovik D.V., Skuratovich A.N., Miller D., Spiridovich E.V., Gorbunov Y.N., Vinogradova Y.K. The invasiveness of *Solidago canadensis* in the Sanctuary «Prilepsky» (Belarus) // Nature Conservation Research. 2019. Vol. 4, no. 2. Pp. 48–56.
28. Федотова В.В., Челомбитько В.А. Виды рода золотарник (*Solidago*): значение для медицинской практики, перспективы изучения // Актуальные проблемы медицины. 2012. Т. 19, №16 (135). С. 136–145.
29. Федотова В.В., Челомбитько В.А. Изучение фенольных соединений золотарника кавказского (*Solidago caucasica* Kem.-Nath.) // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина, Фармация. 2012. №10 (129). С. 175–177.
30. Botta-Dukat Z., Dancza I. Giant and canadian goldenrod. The most important invasive plants in Hungary. Vacratot. Ins. Ecol. and Bot. Hung. Acad. Sci., 2008. Pp. 167–177.
31. Шелепова О.В., Виноградова Ю.К. Эфирные масла некоторых видов рода *Solidago* L. и возможность их использования в систематике // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии. 2017. С. 45–47.
32. Shelepova O., Vinogradova Yu., Zaitchik B., Ruzhitsky A., Grygorieva O., Brindza Ján. Constituents of the Essential Oil in *Solidago canadensis* L. from Eurasia // Slovak Journal of Food Sciences. 2018. Vol. 12, no. 1. Pp. 20–25. https://doi.org/10.5219/847.
33. Виноградова Ю., Куклина А., Бриндза Я. Инвазионные виды растений для хозяйственного использования и здоровья. 2019. 163 с.
34. Jin H., Tanaka T., Kouno I., Ishimaru K. A new kaempferol trioside from *Solidago altissima* L. // Journal of Natural Medicines. 2007. Vol. 61. Pp. 351–354.
35. Poljuha D., Sladonja B., Uzelac Božac M., Šola I., Damijanić D., Weber T. The invasive alien plant *Solidago canadensis*: Phytochemical composition, ecosystem service potential, and application in bioeconomy // Plants. 2024. Vol. 13, no. 13. 1745. https://doi.org/10.3390/plants13131745.
36. Shelepova O., Vinogradova Y., Vergun O., Grygorieva O., Brindza J. Assessment of Flavonoids and Phenolic Compound Accumulation in Invasive *Solidago canadensis* L. in Slovakia // Potravinarstvo Slovak. J. Food Sci. 2020. Vol. 14. Pp. 587–594.
37. Сулоев И.С. Фармакогностическое исследование травы золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) как перспективного источника природных соединений с прогнозируемой фармакологической активностью: автореф. дис. … канд. фарм. наук. СПб, 2023. 24 с.
38. Батюк В.С., Ковалева С.Н. Флавоноиды *Solidago canadensis u Solidago virgaurea* // Химия природных соединений. 1985. Т. 4. С. 566–567.
39. Батюк В.С., Василенко Е.А., Ковалева С.Н. Флавоноиды *Solidago virgaurea* L. и *S. canadensis* L. и их фармакологическое свойства // Растительные ресурсы. 1988. Т. 24, №1. С. 92–99.

40. Fursenco C., Calalb, T., Uncu, L., Dinu, M., Ancuceanu, R. *Solidago virgaurea* L.: a review of its ethnomedicinal uses, phytochemistry, and pharmacological activities // Biomolecules. 2020. Vol. 10, №12. 1619. https://doi.org/10.3390/biom10121619.
41. Сулоев И.С., Дудецкая Н.А., Теслов Л.С., Лужанин В.Г., Яковлев Г.П. О некоторых видах рода Золотарник (обзор) // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». 2019. Т. 21, №6. С. 68–76.
42. Apati P., Houghton P.J., Kite G., Steventon G.B., Kery A. HPLC Analysis of the flavonoids in pharmaceutical preparations from Canadian Goldenrod (*Solidago canadensis*) // Chromatographia Supplement. 2002. Vol. 56. Pp. 65–68.
43. Apati P., Houghton P.J., Kite G., Steventon G.B., Kery A. In-vitro effect of flavonoids from *Solidago canadensis* extract on glutathione S-transferase // Journal of pharmacy and pharmacology. 2006. Vol. 58. Pp. 251–256.
44. Marksa M., Radušienė J., Jakštas V., Ivanauskas L., Marksiene R. Development of an HPLC post-column antioxidant assay for *Solidago canadensis* radical scavengers // Natural Product Research. 2015. Pp. 1–8.
45. Лукашов Р.И. Факторы, влияющие на водно-спиртовую экстракцию флавоноидов из травы золотарника канадского // Рецепт. 2018. Т. 21, №1. С. 10–25.
46. Huang B., Lei Y., Qin L., Liu J. Chemical composition and cytotoxic activities of the essential oil from the inflorescences of *Solidago canadensis* L., an invasive weed in southeastern China // Journal of Essential Oil-Bearing Plants. 2012. Vol. 15, no. 4. Pp. 667–671.
47. Huang Y., Hao Y. L., Mao X.Y. Chemical constituents from *Solidago canadensis* with hypolipidemic effects in HFD-fed hamsters // Journal of Asian Natural Products Research. 2013. Vol. 15, no. 4. Pp. 319–324.
48. Сулейманова Ф.Ш. Определение дубильных веществ в траве золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19, №12. С. 302–306. https://doi.org/10.26787/nydha-2226-7425-2017-19-12.
49. Kasali A.A., Ekundayo O., Paul C., König W.A. Epi-Cubebanes from *Solidago canadensis* // Phytochemistry. 2002. Vol. 59, no. 8. 1619.
50. Xia W.X., He W., Wen G.Y. The constituents of the essential oil from *Solidago canadensis* // Chinese Bulletin of Botany. 1999. Vol. 16, no. 2. Pp. 178–180.
51. Elshafie H.S., Gruľová D., Baranová B., Caputo L., De Martino L., Sedlák V., Camele I., De Feo V. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oil extracted from *Solidago canadensis* L. growing wild in Slovakia // Molecules. 2019. Vol. 24, no. 7. 1206. https://doi.org/10.3390/molecules24071206.
52. Laurençon L., Sarrazin E., Chevalier M., Prêcheur I., Herbette G., Fernandez X. Triterpenoid saponins from the aerial parts of *Solidago virgaurea* alpestris with inhibiting activity of *Candida albicans* yeast-hyphal conversion // Phytochemistry. 2013. Vol. 86. Pp. 103–111.
53. Reznicek G., Jurenitsch J., Plasun M., Korhammer S., Haslinger E., Hiller K., Kubelka W. Four major saponins from *Solidago canadensis* // Phytochemistry. 1991. Vol. 30, no. 5. Pp. 1629–1633.
54. Нестерова О.В., Сулейманова Ф.Ш. Количественное определение полисахаридов в траве золотарника канадского спектрофотометрическим и гравиметрическим методами // Достижения вузовской науки. 2018. С. 192–194.
55. Šutovská M., Capek P., Kocmálová M., Fraňová S., Pawlaczyk I., Gancarz R. Characterization and biological activity of *Solidago canadensis* complex // International journal of biological macromolecules. 2013. Vol. 52. Pp. 192–197.
56. Suloev I.S., Luzhanin V.G. Isolation of individual flavonoids from *Solidago canadensis* L. // Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy. 2017. Vol. 15. 66.
57. Suloev I.S., Luzhanin V.G. Investigation of substances of phenolic nature in the grass of *Solidago canadensis* L. // Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy. 2018. Vol. 16, no. 2. 95.
58. Федотова В.В., Оганесян Э.Т., Челомбитько В.А. Тритерпеновые гликозиды травы *Solidago caucasica* Kem.-Nath. // Фармация и фармакология. 2014. Т. 2, №4(5). С. 52–56.
59. Fourcade C., Paczkowski C., Szakiel A. Exploring an invasive plant *Solidago canadensis* as the potential source of triterpenoids // AGROFOR International Journal. 2022. Vol. 7, no. 2. https://doi.org/10.7251/AGRENG2202005F.
60. Horvath G., Molnar P., Farkas A., Szabo L.G., Turcsi E., Deli J. Separation and identification of carotenoids in flowers of Chelidonium majus L. and inflorescences of *Solidago canadensis* L. // Chromatographia. 2010. Vol. 71. Pp. 103–108.
61. El-Sherei M., Khaleel A., Abdel Motaal A., Abd-Elbaki P. Effect of seasonal variation on the composition of the essential oil of *Solidago canadensis* cultivated in Egypt // Journal of Essential Oil-Bearing Plants. 2014. Vol. 17, no. 5. Pp. 891–898.
62. Виноградова Ю.К., Куклина А.Г. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. М., 2012. 185 с.
63. Mishra D., Joshi S., Bisht G., Pilkhwal S. Chemical composition, analgesic and antimicrobial activity of *Solidago canadensis* essential oil from India // Journal of Basic and Clinical Pharmacy. 2010. Vol. 3, no. 1. Pp. 187–190.
64. Mishra D., Joshi S., Bisht G., Pilkhwal S. Chemical composition, analgesic and antimicrobial activity of *Solidago canadensis* essential oil from India // Journal of Pharmacy Research. 2011. Vol. 4, no. 1. Pp. 63–66.
65. Wangensteen H., Phan T.T., Rise F., Halvorsen T.G., Malterud K.E. New labdane diterpenes from *Solidago canadensis* // Natural Product Research. 2012. Vol. 26, no.14. Pp. 1348–1354.
66. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Asteraceae (Compositae) / под ред. П.Д. Соколова. СПб, 1993. 352 с.
67. Савченко Л.Н., Маринина Т.Ф., Карпенко В.А. Получение экстракционного препарата противовоспалительного и мочегонного действия из травы золотарника канадского // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, №2. С. 195–198.

68. Sampson J.H., Phillipson J.D., Bowery N.G., O'neill M.J., Houston J.G., Lewis J.A. Ethnomedicinally selected plants as sources of potential analgesic compounds: indication of in vitro biological activity in receptor binding assays // Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives. 2000. Vol. 14, no. 1. Pp. 24–29.
69. Vinogradova Yu., Vergun O., Grygorieva O., Brindza J. Antioxidant activity of *Solidago* L. complex // Acta Horticulturae. 2021. Vol. 1324. Pp. 373–380. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1324.58.
70. Pepeljnjak S., Kustrak D., Vukusic I. lnvestigation of the antimycotic activity of *Solidago virgaurea* and *Solidago gigantea* extracts // Pharmaceutical and pharmacological letters. 1998. Vol. 8. Pp. 85–86.
71. Bader G., Wray V., Just U., Hiller K. Enzymatic hydrolysis of the cytotoxic triterpenoid glycoside virgaureasaponin // Phytochemistry. 1998. Vol. 49, no.1. Pp. 153–156.
72. Gross S.C., Goodarzi G., Watabe M., Bandyopadhyay S., Pai S.K., Watabe K. Antineoplastic activity of *Solidago virgaurea* on prostatic tumor cells in an SCID mouse model // Nutrition and cancer. 2002. Vol. 43, no. 1. Pp. 76–81.
73. Plohmann B., Bader G., Hiller K., Franz G. Immunomodulatory and antitumoral effects of triterpenoid saponins // Die Pharmazie. 1997. Vol. 52, no. 12. Pp. 953–957.
74. Kołodziej B., Kowalski R., Kędzia B. Antibacterial and antimutagenic activity of extracts aboveground parts of three *Solidago* species: *Solidago virgaurea* L., *Solidago canadensis* L. and *Solidago gigantea* // Ait. Journal of Medicinal Plants Research. 2011. Vol. 5, no. 31. Pp. 6770–6779.
75. Федотова В.В., Челомбитько В.А., Постникова Н.В. Фенольные соединения и антибактериальное действие сухого экстракта золотарника кавказского (*Solidago caucasica* Kem.-Nath.) // Фармация. 2013. №1(25). С. 185–188.
76. Bader G.V., Hiller K. Virgaureasaponin 3, a 3,28 – bisdesmosidic triterpenoid saponin from *Solidago virgaurea* // Phytochemistry. 1992. Vol. 31, no. 2. Pp. 621–623.
77. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России. М., 2010. 512 с.
78. Deng Y., Zhao Y., Padilla-Zakour O., Yang G. Polyphenols, antioxidant and antimicrobial activities of leaf and bark extracts of Solidago canadensis L. // Industrial crops and products. 2015. Vol. 74. Pp. 803–809.
79. Сулейманова Ф.Ш., Нестерова О.В., Аверцева И.Н., Решетняк В.Ю., Матвеенко В.Н., Жуков П.А. Антиоксидантная и антибактериальная активность травы золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2020. Т. 61, №4. С. 330–332.
80. Ravichandiran V., Deepa N. In-vitro anti-cancer activity of *Solidago canadensis* L. // Int. J. Res. Pharm. Sci. 2012. Vol. 3. Pp. 158–162.
81. Сулейманова Ф.Ш., Нестерова О.В., Матюшкин 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.
82. Копылова Н.А., Ламан Н.А. Новый способ экстракции каротиноидов из соцветий золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) как основа создания препаратов с антиоксидантными свойствами // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. 2016. №4. С. 27–32.
83. Сонова К.В. Использование Золотарника в современной медицине // Научный медицинский вестник. 2015. №2. С. 61–67.
84. Сивак К.В., Лесиовская Е.Е., Ожигова М.С., Хаким Э.М., Новикова Е.К. Нефропротекторная и антифибротическая активность композиции экстрактов из надземных частей *Agrimonia eupatoria* (Rosaceae), *Bidens tripartita* и *Solidago canadensis* (Asteraceae) при токсических нефропатиях // Растительные ресурсы. 2017. Т. 53, №2. С. 265–283.
85. Государственная фармакопея Российской Федерации, XV изд. М., 2023. URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15.
86. Шарыгин А.М., Кривцова А.В. Нектароносы разреженных рубками хвойных насаждений // Хвойные бореальной зоны. 2018. Т. 36, №3. С. 243–247.
87. Шарыгин А.М., Кривцова А.В. Нектаропродуктивность лесов хвойно-широколиственной подзоны // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология. 2019. №3. С. 55.
88. Ширяева Н.А., Наумкин В.П. Применение медоносных культур в декоративном растениеводстве // Вестник аграрной науки. 2020. №1(82). С. 60–67.
89. 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. https://doi.org/10.15414/ainhlq.2021.0019.
90. Zihare L., Blumberga D. Insight into bioeconomy. *Solidago canadensis* as a valid resource. Brief review // Energy Procedia. 2017. Vol. 128. Pp. 275–280.
91. 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, no. 4. Pp. 599–608. https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1703086.
92. Нуреева Р.Н., Феофилова Д.С., Черепанов И.С. Изучение группового и компонентного состава растительных экстрактов с применением методов разделения и спектральной идентификации // Научные исследования: итоги и перспективы. 2024. Т. 5, №1. С. 48–54. https://doi.org/10.21822/2713-220X-2024-5-1-48-54.
93. Прохоров В.Н., Ламан Н.А., Росоленко С.И., Бабков А.В., Сак М.М. Влияние водных экстрактов из листьев и корневищ золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) на рост проростков тест-культур // Тезисы докладов II Международной научно-практической конференции. Клеточная биология и биотехнология растений. 2018. С. 101.

94. Иванов О.А., Домаш В.И. Фунгистатические эффекты экстрактов различных частей инвазивных видов рода *Solidago* в отношении некоторых значимых фитопатогенных грибов. 2017. URL: https://elib.bsu.by/handle/123456789/188885.

Поступила в редакцию 7 августа 2025 г.

Принята к публикации 1 марта 2026 г.

Spiridovich Ye.V.[1], Shelepova O.V.[2], Agabalayeva Ye.D.[1], Vinogradova Yu.K.[2]* CHARACTERISTICS OF *SOLIDAGO* L. SPECIES GROWING IN BELARUS: DISTRIBUTION AND POSSIBILITIES OF USE AS A PROMISING MEDICINAL PLANT RAW MATERIAL (REVIEW)

[1] Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, st. Surganova, 2v, Minsk, 220012, Belarus, a.spirydovich@gmail.com

[2] N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, st. Botanicheskaya, 4, Moscow, 127276, Russia

The review provides a characterization of approaches to determining the taxonomic status of *Solidago* species used in the pharmacopoeia. The history of the spread of the alien invasive species *S. canadensis* and *S. gigantea* in Belarus is described, along with their diagnostic features. Information on the distribution of the official pharmacopoeial species *S. virgaurea* in Belarus is presented. A comparison of *S. virgaurea* s.l. and *S. canadensis* s.l. in terms of their main phytochemical compounds is conducted. The content of the following groups of biologically active substances in the above-ground part, inflorescences, rhizomes and roots of these species of the genus Solidago is shown: phenolic and hydroxycinnamic acids, flavonoids, lignans, tannins, saponins, terpenoids, polysaccharides. Essential oils, coumarins are present in small quantities. The pharmacological significance of *S. virgaurea* and *S. canadensis* is outlined, and data on commercial preparations derived from these species is provided. The study concludes that the use of the rare in Belarus *S. gigantea* as medicinal raw material is impractical. It is recommended initiating the development of documentation for the production of pilot batches of phytochemical preparations from *S. canadensis* growing in Belarus since its reserves are quite large, and in neighboring countries this species is already widely used for medicinal purposes.

Keywords: Solidago species, goldenrod, taxonomic status, medicinal raw materials, biologically active compounds, herbal preparations, dietary supplements.

For citing: Spiridovich Ye.V., Shelepova O.V., Agabalayeva Ye.D., Vinogradova Yu.K. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 3, pp. 19–35. (in Russ.). https://doi.org/10.14258/jcprm.20260317724.

References

1. Luzhanin V.G., Ueyli A.K., Ponkratova A.O., Grishukova Ye.A., Suloyev I.S., Smirnov S.N., Serebryakov Ye.B. *Metody analiza lekarstvennykh sredstv*, 2021, vol. 10, no. 1, pp. 83–89. https://doi.org/10.33380/2305-2066-2021-10-1-83-89. (in Russ.).
2. Suleymanova F.Sh., Nesterova O.V. *Gomeopaticheskiy yezhegodnik*, 2019, pp. 211–213. (in Russ.).
3. *European Pharmacopoeia: EDQM. 9th Edition*. URL: http://www.edqm.eu/.
4. *British Pharmacopoeia*. URL: http://www.pharmacopoeia.com/.
5. *Brazilian Homeopathic Pharmacopoeia. 3rd Edition*. ANVISA and PAHO, 2011.
6. *POWO (2024) Plants of the World Online (Kew: Royal Botanic Gardens)*. URL: https://powo.science.kew.org.
7. *Flora of China*. 2024. URL: http://efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=3&taxon_id=200024551.
8. Vinogradova Yu.K., Shelepova O.V. *Sotsial'no-ekologicheskiye tekhnologii*, 2022, vol. 12, no. 2, pp. 203–219. (in Russ.).
9. *FS 42-2777-91. Trava zolotarnika kanadskogo*. [FS 42-2777-91. Canadian goldenrod herb]. 1991. (in Russ.).
10. Batyuk B.C. *Problemy lzhars'kogo roslinitstva*, 1996, vol. 1, pp. 200–201. (in Russ.).
11. Semple J.C., Cook R.E. *Flora of North America*, 2006, vol. 20, pp. 107–166.
12. Semple J.C., Faheemuddin H., Chong Y.A., Sorour M.K., Hood J.A., Khamis I., Kornobis K. *Phytoneuron*, 2013, vol. 58, pp. 1–20.
13. Semple J.C., Rahman H., Bzovsky S., Sorour M.K., Kornobis K., Laphitz L.R., Tong L. *Phytoneuron*, 2015, vol. 10, pp. 1–31.
14. Weber E. *J. Biogeogr*., 1998, vol. 25, pp. 147–154.
15. Verloove F., Zonneveld B.J.M., Semple J.C. *Willdenowia*, 2017, vol. 47, no. 1, pp. 69–75. https://doi.org/10.3372/wi.47.47107.
16. *NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet Solidago canadensis*. URL: http://www.nobanis.org.
17. *Flora BSSR. V 5 t*. [Flora of the BSSR. In 5 volumes], ed. B.K. Shishkin. Minsk, 1959, vol. 5, 267 p. (in Russ.).

* Corresponding author.

18. Sell P., Murrell G. *Flora of Great Britain and Ireland. Campanulaceae – Asteraceae*. Cambridge University Press, 2006, vol. 4, pp. 440–443.
19. *Index plantarum in horto Adamowiano Letce-Wielkie (Rossiae Occident. prov. Witebsk) crescentium nec circa eum partium in loco natali lectarum pro voluntaria reciproca permutatione*. Offertis, 1915, 39 p.
20. Dubovik D.V., Saulov A.O. *Botanika (issledovaniya): sbornik nauchnykh trudov*. [Botany (research): collection of scientific papers]. Minsk, 2017, vol. 46, pp. 18–26. (in Russ.).
21. *Glavnaya kniga po introduktsii rasteniy TSBS NAN Belarusi №1 15.02.1947–17.02.1948*. [Main book on plant introduction of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus No. 1 02/15/1947–02/17/1948]. (in Russ.).
22. Kozlovskaya N.V. *Botanika (issledovaniya): sbornik nauchnykh trudov*. [Botany (research): collection of scientific papers]. Minsk, 1978, vol. 20, pp. 88–95. (in Russ.).
23. Dubovik D.V., Skuratovich A.N., Tret'yakov D.I. *Botanika (issledovaniya): sbornik nauchnykh trudov*. [Botany (research): collection of scientific papers]. Minsk, 2013, vol. 42, pp. 3–28. (in Russ.).
24. Dubovik D.V., Lebed'ko V.N., Savchuk S.S., Skuratovich A.N., Parfenov V.I. *Rasteniya-agressory. Invazionnyye vidy na territorii Belarusi*. [Aggressor plants. Invasive species on the territory of Belarus]. Minsk, 2017, 192 p. (in Russ.).
25. Prokhorov V.N., Laman N.A. *Botanika (issledovaniya): sbornik nauchnykh trudov*. [Botany (research): collection of scientific papers]. Minsk, 2018, vol. 47, pp. 150–168. (in Russ.).
26. Tikhomirov V.N., Rovenskaya I.A. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*, 2019, no. 3, pp. 67–78. (in Russ.).
27. Dubovik D.V., Skuratovich A.N., Miller D., Spiridovich E.V., Gorbunov Y.N., Vinogradova Y.K. *Nature Conservation Research*, 2019, vol. 4, no. 2, pp. 48–56.
28. Fedotova V.V., Chelombit'ko V.A. *Aktual'nyye problemy meditsiny*, 2012, vol. 19, no. 16 (135), pp. 136–145. (in Russ.).
29. Fedotova V.V., Chelombit'ko V.A. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya Meditsina, Farmatsiya*, 2012, no. 10 (129), pp. 175–177. (in Russ.).
30. Botta-Dukat Z., Dancza I. *Giant and canadian goldenrod. The most important invasive plants in Hungary*. Vacratot. Ins. Ecol. and Bot. Hung. Acad. Sci., 2008, pp. 167–177.
31. Shelepova O.V., Vinogradova Yu.K. *Problemy izucheniya i sokhraneniya rastitel'nogo mira Yevrazii*, 2017, pp. 45–47. (in Russ.).
32. Shelepova O., Vinogradova Yu., Zaitchik B., Ruzhitsky A., Grygorieva O., Brindza J. *Slovak Journal of Food Sciences*, 2018, vol. 12, no. 1, pp. 20–25. https://doi.org/10.5219/847.
33. Vinogradova Yu., Kuklina A., Brindza Ya. *Invazionnyye vidy rasteniy dlya khozyaystvennogo ispol'zovaniya i zdorov'ya*, 2019, 163 p. (in Russ.).
34. Jin H., Tanaka T., Kouno I., Ishimaru K. *Journal of Natural Medicines*, 2007, vol. 61, pp. 351–354.
35. Poljuha D., Sladonja B., Uzelac Božac M., Šola I., Damijanić D., Weber T. *Plants*, 2024, vol. 13, no. 13, 1745. https://doi.org/10.3390/plants13131745.
36. Shelepova O., Vinogradova Y., Vergun O., Grygorieva O., Brindza J. *Potravinarstvo Slovak. J. Food Sci*., 2020, vol. 14, pp. 587–594.
37. Suloyev I.S. *Farmakognosticheskoye issledovaniye travy zolotarnika kanadskogo (Solidago canadensis L.) kak perspektivnogo istochnika prirodnykh soyedineniy s prognoziruyemoy farmakologicheskoy aktivnost'yu: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of the herb Canadian goldenrod (Solidago canadensis L.) as a promising source of natural compounds with predicted pharmacological activity: Abstract of a PhD thesis]. St. Petersburg, 2023, 24 p. (in Russ.).
38. Batyuk B.C., Kovaleva S.N. *Khimiya prirodnykh soyedineniy*, 1985, vol. 4, pp. 566–567. (in Russ.).
39. Batyuk V.S., Vasilenko Ye.A., Kovaleva S.N. *Rastitel'nyye resursy*, 1988, vol. 24, no. 1, pp. 92–99. (in Russ.).
40. Fursenco C., Calalb, T., Uncu, L., Dinu, M., Ancuceanu, R. *Biomolecules*, 2020, vol. 10, no. 12, 1619. https://doi.org/10.3390/biom10121619.
41. Suloyev I.S., Dudetskaya N.A., Teslov L.S., Luzhanin V.G., Yakovlev G.P. *Mediko-farmatsevticheskiy zhurnal «Pul's»*, 2019, vol. 21, no. 6, pp. 68–76. (in Russ.).
42. Apati P., Houghton P.J., Kite G., Steventon G.B., Kery A. *Chromatographia Supplement*, 2002, vol. 56, pp. 65–68.
43. Apati P., Houghton P.J., Kite G., Steventon G.B., Kery A. *Journal of pharmacy and pharmacology*, 2006, vol. 58, pp. 251–256.
44. Marksa M., Radušienė J., Jakštas V., Ivanauskas L., Marksiene R. *Natural Product Research*, 2015, pp. 1–8.
45. Lukashov R.I. *Retsept*, 2018, vol. 21, no. 1, pp. 10–25. (in Russ.).
46. Huang B., Lei Y., Qin L., Liu J. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 2012, vol. 15, no. 4, pp. 667–671.
47. Huang Y., Hao Y. L., Mao X.Y. *Journal of Asian Natural Products Research*, 2013, vol. 15, no. 4, pp. 319–324.
48. Suleymanova F.Sh. *Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke*, 2017, vol. 19, no. 12, pp. 302–306. https://doi.org/10.26787/nydha-2226-7425-2017-19-12. (in Russ.).
49. Kasali A.A., Ekundayo O., Paul C., König W.A. *Phytochemistry*, 2002, vol. 59, no. 8, 1619.
50. Xia W.X., He W., Wen G.Y. *Chinese Bulletin of Botany*, 1999, vol. 16, no. 2, pp. 178–180.
51. Elshafie H.S., Gruľová D., Baranová B., Caputo L., De Martino L., Sedlák V., Camele I., De Feo V. *Molecules*, 2019, vol. 24, no. 7, 1206. https://doi.org/10.3390/molecules24071206.

52. Laurençon L., Sarrazin E., Chevalier M., Prêcheur I., Herbette G., Fernandez X. *Phytochemistry*, 2013, vol. 86, pp. 103–111.
53. Reznicek G., Jurenitsch J., Plasun M., Korhammer S., Haslinger E., Hiller K., Kubelka W. *Phytochemistry*, 1991, vol. 30, no. 5, pp. 1629–1633.
54. Nesterova O.V., Suleymanova F.Sh. *Dostizheniya vuzovskoy nauki*, 2018, pp. 192–194. (in Russ.).
55. Šutovská M., Capek P., Kocmálová M., Fraňová S., Pawlaczyk I., Gancarz R. *International journal of biological macromolecules*, 2013, vol. 52, pp. 192–197.
56. Suloev I.S., Luzhanin V.G. *Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy*, 2017, vol. 15, 66.
57. Suloev I.S., Luzhanin V.G. *Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy*, 2018, vol. 16, no. 2, 95.
58. Fedotova V.V., Oganesyan E.T., Chelombit'ko V.A. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2014, vol. 2, no. 4(5), pp. 52–56. (in Russ.).
59. Fourcade C., Paczkowski C., Szakiel A. *AGROFOR International Journal*, 2022, vol. 7, no. 2. https://doi.org/10.7251/AGRENG2202005F.
60. Horvath G., Molnar P., Farkas A., Szabo L.G., Turcsi E., Deli J. *Chromatographia*, 2010, vol. 71, pp. 103–108.
61. El-Sherei M., Khaleel A., Abdel Motaal A., Abd-Elbaki P. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 2014, vol. 17, no. 5, pp. 891–898.
62. Vinogradova Yu.K., Kuklina A.G. *Resursnyy potentsial invazionnykh vidov rasteniy*. [Resource potential of invasive plant species]. Moscow, 2012, 185 p. (in Russ.).
63. Mishra D., Joshi S., Bisht G., Pilkhwal S. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, 2010, vol. 3, no. 1, pp. 187–190.
64. Mishra D., Joshi S., Bisht G., Pilkhwal S. *Journal of Pharmacy Research*, 2011, vol. 4, no. 1, pp. 63–66.
65. Wangensteen H., Phan T.T., Rise F., Halvorsen T.G., Malterud K.E. *Natural Product Research*, 2012, vol. 26, no.14, pp. 1348–1354.
66. *Rastitel'nyye resursy SSSR: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye. Semeystvo Asteraceae (Compositae)* [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, and use. Family Asteraceae (Compositae)], ed. P.D. Sokolov. St. Petersburg, 1993, 352 p. (in Russ.).
67. Savchenko L.N., Marinina T.F., Karpenko V.A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2016, vol. 18, no. 2, pp. 195–198. (in Russ.).
68. Sampson J.H., Phillipson J.D., Bowery N.G., O'neill M.J., Houston J.G., Lewis J.A. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 2000, vol. 14, no. 1, pp. 24–29.
69. Vinogradova Yu., Vergun O., Grygorieva O., Brindza J. *Acta Horticulturae*, 2021, vol. 1324, pp. 373–380. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1324.58.
70. Pepeljnjak S., Kustrak D., Vukusic I. *Pharmaceutical and pharmacological letters*, 1998, vol. 8, pp. 85–86.
71. Bader G., Wray V., Just U., Hiller K. *Phytochemistry*, 1998, vol. 49, no.1, pp. 153–156.
72. Gross S.C., Goodarzi G., Watabe M., Bandyopadhyay S., Pai S.K., Watabe K. *Nutrition and cancer*, 2002, vol. 43, no. 1, pp. 76–81.
73. Plohmann B., Bader G., Hiller K., Franz G. *Die Pharmazie*, 1997, vol. 52, no. 12, pp. 953–957.
74. Kołodziej B., Kowalski R., Kędzia B. *Ait. Journal of Medicinal Plants Research*, 2011, vol. 5, no. 31, pp. 6770–6779.
75. Fedotova V.V., Chelombit'ko V.A., Postnikova N.V. *Farmatsiya*, 2013, no. 1(25), pp. 185–188. (in Russ.).
76. Bader G.V., Hiller K. *Phytochemistry*, 1992, vol. 31, no. 2, pp. 621–623.
77. Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. *Chernaya kniga flory Sredney Rossii*. [Black Book of the Flora of Central Russia]. Moscow, 2010, 512 p. (in Russ.).
78. Deng Y., Zhao Y., Padilla-Zakour O., Yang G. *Industrial crops and products*, 2015, vol. 74, pp. 803–809.
79. Suleymanova F.Sh., Nesterova O.V., Avertseva I.N., Reshetnyak V.Yu., Matveyenko V.N., Zhukov P.A. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2. Khimiya*, 2020, vol. 61, no. 4, pp. 330–332. (in Russ.).
80. Ravichandiran V., Deepa N. *Int. J. Res. Pharm. Sci*., 2012, vol. 3, pp. 158–162.
81. Suleymanova F.Sh., Nesterova O.V., Matyushkin A.A. *Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke*, 2017, vol. 19, pp. 142–144. (in Russ.).
82. Kopylova N.A., Laman N.A. *Ves. Nats. akad. navuk Belarusi. Ser. biyal. navuk*, 2016, no. 4, pp. 27–32. (in Russ.).
83. Sonova K.V. *Nauchnyy meditsinskiy vestnik*, 2015, no. 2, pp. 61–67. (in Russ.).
84. Sivak K.V., Lesiovskaya Ye.Ye., Ozhigova M.S., Khakim E.M., Novikova Ye.K. *Rastitel'nyye resursy*, 2017, vol. 53, no. 2, pp. 265–283. (in Russ.).
85. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii, XV izdaniye*. [State pharmacopoeia of the Russian Federation, 15th edition]. Moscow, 2023. URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15. (in Russ.).
86. Sharygin A.M., Krivtsova A.V. *Khvoynyye boreal'noy zony*, 2018, vol. 36, no. 3, pp. 243–247. (in Russ.).
87. Sharygin A.M., Krivtsova A.V. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologiya i ekologiya*, 2019, no. 3, p. 55. (in Russ.).
88. Shiryayeva N.A., Naumkin V.P. *Vestnik agrarnoy nauki*, 2020, no. 1(82), pp. 60–67. (in Russ.).
89. Shelepova O., Vinogradova Yu. *Agrobiodivers Improv Nutr Health Life Qual*., 2021, vol. 5, no. 2, pp. 209–214. https://doi.org/10.15414/ainhlq.2021.0019.
90. Zihare L., Blumberga D. *Energy Procedia*, 2017, vol. 128, pp. 275–280.
91. Jachula J., Denisow B., Strzałkowska-Abramek M. *Journal of Apicultural Research*, 2020, vol. 59, no. 4, pp. 599–608. https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1703086.

92. Nureyeva R.N., Feofilova D.S., Cherepanov I.S. *Nauchnyye issledovaniya: itogi i perspektivy*, 2024, vol. 5, no. 1, pp. 48–54. https://doi.org/10.21822/2713-220X-2024-5-1-48-54. (in Russ.).
93. Prokhorov V.N., Laman N.A., Rosolenko S.I., Babkov A.V., Sak M.M. *Tezisy dokladov II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kletochnaya biologiya i biotekhnologiya rasteniy*. [Abstracts of the II International Scientific and Practical Conference. Cell Biology and Biotechnology of Plants]. 2018, pp. 101. (in Russ.).
94. Ivanov O.A., Domash V.I. *Fungistaticheskiye effekty ekstraktov razlichnykh chastey invazivnykh vidov roda Solidago v otnoshenii nekotorykh znachimykh fitopatogennykh gribov*. [Fungistatic effects of extracts of various parts of invasive species of the genus Solidago against some significant phytopathogenic fungi]. 2017. URL: https://elib.bsu.by/handle/123456789/188885. (in Russ.).

Received August 7, 2025

Accepted March 1, 2026

Сведения об авторах

Спиридович Елена Владимировна – кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией, a.spirydovich@gmail.com

Шелепова Ольга Владимировна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, shov_gbsad@mail.ru

Агабалаева Елена Дмитриевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, plechischik@rambler.ru

Виноградова Юлия Константиновна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, gbsad@mail.ru

Information about authors

Spirydovich Alena Vladimirovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of Laboratory, a.spirydovich@gmail.com

Shelepova Olga Vladimirovna – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, shov_gbsad@mail.ru

Agabalaeva Alena Dmitrievna – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, plechischik@rambler.ru

Vinogradova Yulia Konstantinovna – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, gbsad@mail.ru