

Научная статья

УДК 581.192:582.998.1

DOI: 10.15372/KhUR2025663

EDN: CCXUCL

Фитохимическая характеристика некоторых видов родов *Solidago* L. и *Bellis* L. (Asteraceae), культивируемых в условиях Западной Сибири

Е. П. ХРАМОВА¹✉, М. А. ЛЕБЕДЕВА¹, Т. М. ШАЛДАЕВА¹, Ю. А. ПШЕНИЧКИНА¹, М. А. ПРОЦЕНКО²,
Е. В. МАКАРЕВИЧ², Е. И. ФИЛИППОВА², Н. А. МАЗУРКОВА²

¹Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

²Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии “Вектор” Роспотребнадзора, Кольцово, Новосибирская область, Россия

E-mail: elenakhramova2023@yandex.ru✉, MarinaMyadelets@yandex.ru, tshaldaeva@yandex.ru, scutel@yandex.ru, protsenko_ma@vector.nsc.ru, makarevich@vector.nsc.ru, filippova_ei@vector.nsc.ru, mazurkova@vector.nsc.ru

Аннотация

Изучены содержание фенольных соединений (флавонолы, флаваны (катехины), дубильные вещества), полисахаридов (пектины, протопектины), тетратерпенов (каротиноиды), а также антиоксидантная и противовирусная активность растений *Solidago canadensis* L., *Solidago virgaurea* L., *Bellis perennis* L., культивируемых в условиях Западной Сибири. Листья и соцветия (соцв.) *S. canadensis* и *S. virgaurea* содержат около 2 % флавонолов. Суммарное содержание танинов варьирует от 10.59 % (соцв. *S. virgaurea*) до 19.7 % (соцв. *S. canadensis*). Надземные органы *S. canadensis* характеризуются более высоким содержанием катехинов (до 0.19 % в листьях), чем *S. virgaurea* (до 0.07 % в листьях). Листья и соцветия исследуемых видов рода *Solidago* содержат не более 1 % пектинов и не более 10 % протопектинов. Концентрация каротиноидов в листьях и соцветиях *S. canadensis* не различается (около 0.1 %), растение *S. virgaurea* характеризуется более высоким содержанием данной группы соединений в листьях (до 0.2 %). Величины содержания катехинов (до 0.05 %), пектинов (до 2 %), протопектинов (до 7 %) и каротиноидов (до 0.01 %) в листьях и соцветиях *B. perennis* достоверных различий не имеют. Флавонолы в меньшем количестве содержатся в листьях (не более 0.6 %), дубильные вещества – в соцветиях (не более 6 %). Суммарное содержание антиоксидантов фенольного типа в листьях и соцветиях *S. canadensis*, *S. virgaurea* и *B. perennis* находится в пределах 0.11–0.19 мг/г. Радикал-связывающая активность (метод DPPH) растений *S. virgaurea* (1.32–1.61 мг/мл) в среднем вдвое выше таковой *S. canadensis* (3.05–3.58 мг/мл). Водно-спиртовой экстракт из листьев *S. virgaurea* ингибирует размножение вируса гриппа птиц A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) (индекс нейтрализации (ИН) составляет 4.75 lg) и вируса гриппа человека A/Aichi/2/68 (ИН составляет 4.50 lg).

Ключевые слова: *Solidago canadensis*, *Solidago virgaurea*, *Bellis perennis*, флавонолы, дубильные вещества, катехины, каротиноиды, пектиновые вещества, антиоксидантная и противовирусная активность

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проектам № АААА-А21121011290025-2 “Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов”, № АААА-А21-121011290027-6 “Теоретические и прикладные аспекты изучения генофондов природных популяций растений и сохранения рас-

тительного разнообразия вне типичной среды обитания (*ex situ*)” и в рамках государственного задания Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии “Вектор” Роспотребнадзора.

Благодарности: при подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (Новосибирск), УНУ “Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте”, USU 440534.

Для цитирования: Храмова Е. П., Лебедева М. А., Шалдаева Т. М., Пшеничкина Ю. А., Проценко М. А., Макаревич Е. В., Филиппова Е. И., Мазуркова Н. А. Фитохимическая характеристика некоторых видов родов *Solidago* L. и *Bellis* L. (Asteraceae), культивируемых в условиях Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития. 2025. Т. 33, № 3. С. 383–392. DOI: 10.15372/KhUR2025663. EDN: CCXUCL.

Original article

Phytochemical characteristics of some species of the genera *Solidago* L. and *Bellis* L. (Asteraceae) under cultivation in West Siberia

Е. П. KHRAMOVA¹ , М. А. LEBEDEVA¹, Т. М. SHALDAEVA¹, YU. А. PSHENICHKINA¹, М. А. PROTSENKO², Е. V. MAKAREVICH², Е. I. FILIPPOVA², N. А. MAZURKOVA²

¹Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

²State Scientific Center of Virology and Biotechnology “Vector” of Rosпотребнадзор, Koltsovo, Novosibirsk Region, Russia

E-mail: elenakhramova2023@yandex.ru , MarinaMyadelets@yandex.ru, tshaldaeva@yandex.ru, scutel@yandex.ru, protsenko_ma@vector.nsc.ru, makarevich@vector.nsc.ru, filippova_ei@vector.nsc.ru, mazurkova@vector.nsc.ru

Abstract

The content of phenolic compounds (flavonols, flavans (catechins), tannins), polysaccharides (pectins, protopectins), tetraterpenes (carotenoids), as well as the antioxidant and antiviral activity of *Solidago canadensis* L., *Solidago virgaurea* L., *Bellis perennis* L., cultivated in West Siberia has been investigated. The leaves and inflorescences of *S. canadensis* and *S. virgaurea* contain about 2 % of flavonols. The total tannin content varies in the inflorescences from 10.59 % (*S. virgaurea*) to 19.7 % (*S. canadensis*). The above-ground organs of *S. canadensis* are characterised by the higher content of catechins (up to 0.19 % in leaves) than *S. virgaurea* (up to 0.07 % in leaves). Leaves and inflorescences of the studied species of *Solidago* genus contain no more than 1 % pectins and 10 % protopectins. The concentrations of carotenoids in the leaves and inflorescences of *S. canadensis* are the same (about 0.1 %), *S. virgaurea* is characterised by a higher content of this group of compounds in the leaves (up to 0.2 %). The total content of catechins (up to 0.05 %), pectins (up to 2 %), protopectins (up to 7.0 %) and carotenoids (up to 0.01 %) in the leaves and inflorescences of *B. perennis* exhibit no significant differences. Flavonols are present in smaller amounts in the leaves (no more than 0.6 %), tannins in the inflorescences (no more than 6 %). The total content of phenolic antioxidants in the leaves and inflorescences of *S. canadensis*, *S. virgaurea* and *B. perennis* is within the range of 0.11–0.19 mg/g. The radical binding activity (determined by the DPPH method) of *S. virgaurea* (1.32–1.61 mg/mL) is two times higher than that of *S. canadensis* (3.05–3.58 mg/mL) on average. An aqueous-alcoholic extract from the leaves of *S. virgaurea* inhibits the reproduction of the avian influenza virus A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) (neutralization index (NI) is 4.75 lg) and the human influenza virus A/Aichi/2/68 (NI is 4.50 lg).

Keywords: *Solidago canadensis*, *Solidago virgaurea*, *Bellis perennis*, flavonols, tannins, catechins, carotenoids, pectin substances, antioxidant and antiviral activity

ВВЕДЕНИЕ

Роды *Solidago* L. и *Bellis* L. включены в трибу Astereae Cass. (астровые) и относятся к самому крупному семейству (сем.) цветковых растений Asteraceae (сложноцветные). Виды трибы распространены по всем континентам, но особенно они разнообразны в умеренных широтах Америки и тропиках Старого Света – Европы, Азии и Африки [1].

В коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ЦСБС СО РАН) представлены из рода *Solidago* два вида – *Solidago canadensis* L. (золотарник канадский) и *Solidago virgaurea* L. (золотарник обыкновенный или золотая розга), из рода *Bellis* – *Bellis perennis* L. (маргаритка многолетняя).

Растения рода *Solidago* являются травянистыми многолетниками высотой от 10 см до 1.8 м, с прямыми или слегка извилистыми стеблями. Виды *S. virgaurea* и *S. canadensis* различаются по соцветиям и цветкам. Так, у *S. virgaurea* соцветие представляет собой раскидистую метелку с длинными цветками до 8 мм. У *S. canadensis* соцветие – метелка, состоящая из однобоких дугообразно изогнутых кистей, цветки едва длиннее обертки [2]. Вид *S. canadensis* распространен в Северной Америке, культивируется как декоративное и лекарственное растение и дичает в других внетропических странах. Вид широко известен в Сибири, на Кавказе, в Средней Азии, на Дальнем Востоке, относится к агрессивным, инвазивным видам, распространение и численность которых подлежит регулированию [2, 3]. Для этого предлагается использовать кошение с последующей обработкой отрастающих растений гербицидами [4]. Вид *S. virgaurea* распространен по всей Европе, европейской части России (кроме Крайнего Севера), на Кавказе и в Западной Сибири [2, 5].

Вид *B. perennis* – многолетнее травянистое растение с прямостоячими, безлистными, полыми, опушенными цветоносами с корзинками из желтых трубчатых цветков в центре и белых или розоватых язычковых краевых цветков. Листья в прикорневой розетке, обратнойцевидные, по краю зубчатые, волосисто-опушенные. Этот вид произрастает в Западной, Центральной и Северной Европе, широко натурализован в большинстве умеренных регионов, включая Америку. Встречается в одичалом состоянии в Западной Сибири, на Байкале и Сахалине [2].

Представители родов *Solidago* и *Bellis* хорошо известны как декоративные, лекарственные и имеющие важное хозяйственное значение растения. Издавна используются в фитотерапии для лечения различных воспалительных заболеваний мочевыводящих путей, заболеваний опорно-двигательного аппарата, грибковых заболеваний [6–12]. Научные исследования показали цитотоксическое, противовоспалительное, противомикробное, антиоксидантное, антимуtagenное, антиканцерогенное, антидиабетическое, обезболивающее, отхаркивающее, жаропонижающее, антифунгальное действие экстрактов изучаемых растений [7, 11, 13, 14]. По широкому спектру терапевтического действия, в первую очередь антибактериального и противовоспалительного в отношении уропатогенов, выделяется препарат “Цисто-аурин” из *S. virgaurea* [15]. Противовоспалительное и обезболивающее действие при лечении ревматических заболеваний, превосходящее по эффективности химический препарат “Диклофенак”, проявляет фитопрепарат “Фитодолор”, одним из компонентов которого является водно-спиртовой экстракт *S. virgaurea* [16]. В офтальмологии отмечается амебицидный эффект экстрактов из *S. virgaurea* [13]. Также этот экстракт используется в составе комплексных биологически активных добавок к пище. Экстракт из травы *S. canadensis* входит в состав известных фитопрепаратов с диуретическим, спазмолитическим и противовоспалительным действием (например, “Марелин”, “Урофлукс”, “ПростаНорм”). Комбинированный растительный препарат “Фитолизин” представляет собой сгущенный экстракт травы золотарника. Помимо этого, *B. perennis* активно применяется в гомеопатии [11]. Кроме того, растение используется в комплексной терапии воспалительных заболеваний различных органов, входит в состав мазей, таблеток и растворов для инъекций (например, препарат “Траумель С”, мазь “Уртика ДН”, капли “Акнесан”).

Фармакологическое действие этих видов растений обусловлены уникальным набором биологически активных веществ – фенольных соединений, терпеноидов, органических кислот, полисахаридов [6, 11, 13, 15, 17, 18].

Основной группой вторичных метаболитов, обнаруженных в *S. canadensis* и *S. virgaurea* и обеспечивающих антиоксидантный, противовоспалительный и антимикробный эффект, являются соединения полифенольной природы,

в большей мере флавоноиды и фенолокислоты [10, 12, 14, 17].

Химический состав биологически активных веществ золотарников изучен в разной степени. *S. virgaurea* – наиболее изученный вид из своего рода, главными составляющими биологически активных веществ являются флавоноиды (кверцетин, кемпферол, в сумме около 1.5 %), терпены и сапонины. Установлено антиоксидантное, противовоспалительное, болеутоляющее, спазмолитическое, антигипертензивное, мочегонное, антибактериальное, противогрибковое, противопаразитарное, цитотоксическое, противоопухолевое, антимуtagenное, антиадипогенное, противодиабетическое, кардиопротекторное и адаптогенное действие [13, 19].

В экстрактах из надземной части *S. canadensis* обнаружены флавоноиды, катехины, оксикоричные, оксibenзойные и другие органические кислоты, терпеноиды (сапонины, эфирные масла), дубильные вещества [14, 17, 20–23]. Травя *S. canadensis* является лекарственным растительным сырьем и входит в Европейскую и Британскую фармакопеи [24, 25]. В России также имеется фармакопейная статья на траву золотарника канадского (*Herba Solidaginis canadensis*) ФС 42-2777-91, утратившая силу, но ведутся исследования по стандартизации сырья *S. canadensis* [26, 27] и модификациям методик количественного определения биологически активных веществ (БАВ) [23, 28].

Известно, что биологическая активность растений зависит от содержания в них комплекса БАВ. Особым вниманием исследователей пользуются растения, содержащие фенольные соединения (флавонолы, катехины, танины и пр.) вследствие их ценности для медицины как источников лекарственных препаратов широкого спектра действия.

Лечение вирусных инфекций – одна из наиболее значимых проблемных областей современной медицины. Одним из источников соединений, способных инактивировать вирусы, являются растения. Систематизация опыта традиционной медицины по применению растений при вирусных инфекциях, основанная на методах математической статистики показала, что сем. Asteraceae характеризуется достоверно повышенной встречаемостью видов, применявшихся при основных вирусных болезнях человека и животных [29].

Цель данной работы – исследование содержания БАВ, антиоксидантной и противовирусной активности растений *S. canadensis*, *S. vir-*

gaurea и *B. perennis*, культивируемых в условиях Западной Сибири.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалом для исследований служило сырье (листья, соцветия) видов сем. Asteraceae: золотарник канадский (*S. canadensis*), золотарник обыкновенный (*S. virgaurea*), маргаритка многолетняя (*B. perennis*), взятое из “Биоресурсной коллекции ЦСБС СО РАН”, УНУ “Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте”, USU_440534. Сырье собирали с десяти растений каждого вида в фазе цветения, высушивали на воздухе в затененном месте, измельчали и отбирали репрезентативную пробу для анализа. В полученных извлечениях определяли содержание фенольных соединений (флавонолы, флаваны (катехины), дубильные вещества), полисахаридов (пектины, протопектины), тетратерпенов (каротиноиды). Все показатели были рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. Количественный анализ проводили с использованием спектрофотометров СФ-56 (ЛМО, Россия) и Agilent 8453 (Agilent Technologies, США) по следующим методикам.

Флавонолы определяли спектрофотометрическим методом, в котором использована реакция комплексообразования флавонолов с хлоридом алюминия [30]. Концентрацию флавонолов в пробе рассчитывали по калибровочному графику, построенному по рутину (Chemapol). Этот метод часто предлагается использовать для оценки общего содержания флавоноидов. Вместе с тем есть исследования, показывающие, что данный метод является селективным только для флавонолов и флавонов [31, 32].

Катехины определяли спектрофотометрическим методом, основанном на способности катехинов давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте. В две мерные пробирки переносили по 0.8 мл этанольного извлечения, в одну из них прибавляли 4 мл 1 % раствора ванилина в концентрированной соляной кислоте. Объем обеих пробирок доводили до 5 мл концентрированной соляной кислотой. Вторая пробирка служила в качестве раствора сравнения. Оптическую плотность (*D*) раствора измеряли на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 502 нм. Количественное содержание катехинов в пробе рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по (±)-катехину (C1788, Sigma-Aldrich) [33].

Содержание дубильных веществ определяли спектрофотометрическим методом с применением раствора молибдата аммония [34]. Навеску сырья 2 г помещали в колбу и добавляли 250 мл дистиллированной воды. Экстрагировали при умеренном кипячении в течение 30 мин, охлаждали, переносили в мерную колбу на 250 мл и доводили дистиллированной водой до метки. После экстракции 10 мл извлечения переносили в мерную колбу на 100 мл, добавляли 10 мл 2 % водного раствора молибдата аммония, доводили до метки водой и оставляли на 15 мин. Оптическую плотность образовавшегося окрашенного раствора измеряли с помощью спектрофотометра СФ-56 при длине волны 420 нм в кювете с толщиной слоя 1 см. В качестве стандартного образца использовали стандартный образец танина (CAS 1401-55-4, Sigma-Aldrich).

Полисахариды (протопектины, пектины) определяли бескарбазольным спектрофотометрическим методом, основанном на получении специфического желто-оранжевого окрашивания урновых кислот с тимолом в сернокислой среде. Измельченную навеску растительного образца массой 2–3 г трехкратно экстрагировали горячим 80 % этанолом в соотношении 1 : 10 на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 20–30 мин для извлечения свободных углеводов, мешающих определению пектиновых веществ. Отфильтрованную пробу высушивали при 50 °С до исчезновения запаха спирта. Сначала извлекали водой пектины, затем гидролизовали протопектины. После реакции с тимолом оптическую плотность окрашенных растворов измеряли с помощью спектрофотометра Agilent 8453 при длине волны 480 нм в кювете с рабочей длиной 1 см. Количественное содержание пектиновых веществ определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте (CAS 91510-62-2, Molekula) [35].

Содержание каротиноидов определяли в ацетоново-этанольном экстракте спектрофотометрическим методом. Навеску сырья 0.1 г растирали в ступке до однородной массы, добавляя последовательно 0.1 г карбоната кальция для нейтрализации органических кислот, так как каротиноиды неустойчивы в кислой среде, 1 мл диметилформамида для устойчивости пигментов и 2 г сульфата натрия. Экстракцию каротиноидов проводили ацетоном (40 мл – 1 раз и далее по 10 мл – 2 раза), после чего продолжали экстрагировать 96 % этанолом (по 5 мл – 3 раза) для извлечения ликопина. Затем исчерпывающе экстрагировали ацетоном до исчезно-

вания окраски и измеряли объем объединенного экстракта [36]. Далее экстракт разбавляли ацетоном так, чтобы при измерении на спектрофотометре величина оптической плотности разбавленного раствора находилась в пределах от 0.1 до 0.8. Определение содержания каротиноидов проводили при длинах волн 662 и 644 нм (для хлорофиллов а и b) и 440.5 нм (для каротиноидов) с помощью спектрофотометра СФ-56. Концентрацию каротиноидов ($C_{\text{кар}}$, мг/л) рассчитывали по формуле: $C_{\text{кар}} = 4.695D_{440.5} - 0.268(5.134D_{662} - 20.436D_{644})$, где D_i – оптическая плотность экстракта при определенной длине волны. Содержание каротиноидов (X , мас. %) определяли по формуле: $X = C_{\text{кар}} V_1 V_3 / (M V_2 \cdot 10^4)$, где V_1 – объем исходного ацетонового экстракта, мл; V_2 – объем исходного экстракта, взятого для разбавления, мл; V_3 – объем разбавленного экстракта, мл; M – масса абсолютно сухого сырья, г [37].

Определение суммарного содержания антиоксидантов (ССА, мг/г) осуществляли амперометрическим методом с использованием прибора “Цвет Яуза-01-АА” (Россия) [38]. Сущность метода заключается в измерении электрического тока, возникающего при окислении гидроксильных групп антиоксидантов фенольной природы на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале. Предварительно строили график зависимости сигнала образца сравнения (галловой кислоты) от его концентрации. Суммарное содержание антиоксидантов определяли в водно-спиртовых экстрактах, для получения которых 1.0 г сырья заливали 50 мл этанола (70 %) и встряхивали в течение 1 ч на перемешивающем устройстве.

Антиоксидантную активность (АОА) экстрактов растительных образцов определяли по способности улавливать свободные радикалы 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH). Величиной АОА изучаемых извлечений была выбрана концентрация, приводящая к ингибированию 50 % радикалов DPPH, – IC_{50} [39, 40].

Все анализы выполнены в трех аналитических повторностях. Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартного пакета программы Microsoft Excel. Рассчитаны значения средних и их стандартных отклонений ($M \pm S_m$), коэффициентов корреляции (r) и детерминации (R^2).

Для изучения токсичности, а также противовирусной активности были получены водно-этанольные и водные экстракты. Для получения спиртовых экстрактов БАВ использовали ме-

тод дробной мацерации. Условия эксперимента: кратность экстрагирования = 4 при температуре 60 °С, концентрация этанола – 70 %, соотношение сырье/экстрагент = 1 : 50, общее время экстракции 8 ч. Охлажденные экстракты фильтровали и высушивали при 60 °С. Сухие водные экстракты получали двукратной экстракцией водой при температуре 95 °С в течение 1 ч с последующим высушиванием объединенного экстракта при 60 °С.

При определении токсичности исследуемых водных и водно-этанольных извлечений образцы разводили в несколько раз и оценивали наличие токсического действия в монослое культуры клеток MDCK с помощью инвертированного микроскопа. Затем рассчитывали максимально переносимые концентрации (МПК) растительных экстрактов для данной клеточной культуры. В экспериментах по исследованию противовирусной активности использовали вирус гриппа птиц A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) и адаптированный к лабораторным мышам штамм вируса гриппа человека A/Aichi/2/68 (H3N2), полученные из Государственной коллекции возбудителей вирусных инфекций и риккетсиозов Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии “Вектор” Роспотребнадзора (ГНЦ ВБ “Вектор”, п. Кольцово, Новосибирская обл.). Нарботку и титрование вируса гриппа проводили на перевиваемой культуре клеток MDCK, полученной из коллекции культур клеток ГНЦ ВБ “Вектор”. Титр вируса в контроле (без экспериментальных образцов) и опыте (в присутствии экспериментальных образцов) рассчитывали по методу Спирмена–Кербера, выражали в десятичных логарифмах 50%-х тканевых

цитопатических доз в миллилитре ($\lg \text{ТЦД}_{50}/\text{мл}$) и представляли в виде $M \pm S_m$. О влиянии экстрактов растений на вирус гриппа каждого субтипа судили по величине индекса нейтрализации (ИН): $\text{ИН (в } \lg) = \text{титр вируса (контроль, в } \lg \text{ТЦД}_{50}/\text{мл}) - \text{титр вируса (опыт, в } \lg \text{ТЦД}_{50}/\text{мл})$. В качестве контроля использовали клетки MDCK, культивируемые в питательной среде DMEM, содержащей 2 мкг/мл трипсина, и клетки MDCK, инфицированные вирусом гриппа A/Aichi/2/68 и A/chicken/Kurgan/05/2005 без внесения растительного экстракта [41]. В качестве референс-препарата применяли Тамифлю® (Hoffmann-La Roche Ltd.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение комплекса БАВ анализируемых видов трибы *Astereae* Cass. показало, что суммарное содержание флавонолов, дубильных веществ и катехинов в исследуемых образцах *S. canadensis* (листья и соцветия) и *S. virgaurea* (листья) в среднем вдвое выше, чем в растениях *B. perennis*. Вместе с тем суммарное содержание антиоксидантов фенольного типа в надземных органах изученных растений достоверных различий не имеет (табл. 1). Также листья и соцветия *B. perennis* отличаются более низкой концентрацией каротиноидов и более высоким содержанием пектинов.

Листья и соцветия *S. canadensis* одинаково богаты дубильными веществами, катехинами, пектиновыми веществами и каротиноидами, различия заключаются в более высокой концентрации флавонолов в соцветиях (до 4.54 мас. %). По данным [27], в образцах *S. canadensis*, заготов-

ТАБЛИЦА 1

Содержание биологически активных веществ и их антиоксидантная активность в видах семейства Asteraceae

Вид растения	Орган	Содержание, мас. %					Антиоксидантная активность	
		Флавонолы	Дубильные вещества	Катехины	Пектины	Протопектины	Каротиноиды	ССА, мг/г
<i>Solidago canadensis</i>	Лист	2.27±0.01	15.39±0.41	0.19±0.00	0.42±0.01	8.27±0.04	0.11±0.00	0.11±0.01
	Соцв.	4.54±0.02	19.70±0.89	0.16±0.00	0.53±0.02	6.20±0.23	0.08±0.00	0.19±0.05
<i>Solidago virgaurea</i>	Лист	1.76±0.01	16.04±0.32	0.07±0.00	0.93±0.02	9.49±0.42	0.23±0.00	0.16±0.02
	Соцв.	1.85±0.01	10.59±0.23	0.06±0.00	0.41±0.01	5.59±0.10	0.04±0.00	0.18±0.01
<i>Bellis perennis</i>	Лист	0.61±0.01	13.13±0.35	0.05±0.00	1.95±0.01	5.40±0.04	0.01±0.00	0.11±0.01
	Соцв.	1.98±0.01	5.97±0.08	0.05±0.00	1.23±0.01	6.56±0.07	0.01±0.00	0.15±0.01

Примечания. 1. ССА – суммарное содержание антиоксидантов; IC_{50} – концентрация, приводящая к ингибированию 50 % радикалов DPPH; соцв. – соцветия. 2. Значения представлены в виде среднее±стандартное отклонение (число повторов эксперимента $n = 3$). 3. Прочерк – нет данных.

ленных на территории питомника лекарственных растений Санкт-Петербургского государственного химико-фармацевтического университета, расположенного в окрестностях пос. Стекланный Всеволожского района Ленинградской обл., содержание флавоноидов с учетом влияния разных технологических параметров составляет от 4.49 до 8.05 мас. %. В траве *S. canadensis*, собранной в Тульской, Московской, Тверской областях в период бутонизации, количество флавоноидов варьируется в зависимости от концентрации этанола (от 1.11 до 4.06 мас. %) и от дисперсности сырья (от 0.63 до 7.47 мас. %). Содержание дубильных веществ в образцах, собранных нами в Новосибирской обл., достигало 20 мас. % (в соцветиях), а в собранном в Московской обл. сырье *S. canadensis* при различных условиях экстрагирования – 1.62–5.71 % [23]. Более низкое содержание дубильных веществ в образцах из Московской обл., возможно, связано с тем, что другие исследователи использовали для анализа в качестве сырья всю надземную часть растений. Содержание полисахаридов в траве золотарника канадского из Центральной России составило 5.20 % (в пересчете на глюкозу) [42].

Исследуемые нами образцы листьев *S. virgaurea*, собранные в Новосибирской обл., характеризуются более высоким по сравнению с соцветиями содержанием дубильных веществ (в 1.5 раза), пектинов и протопектинов (в 1.5–2 раза) и каротиноидов (в 5 раз). Концентрация дубильных веществ достигала 16.04 мас. % (в листьях) и 10.59 мас. % (соцветия), что соответствует содержанию в траве *S. virgaurea* из Астраханской обл. – 11.2 мас. % [43]. Результаты по содержанию флавонолов в листьях и соцветиях *S. virgaurea* из коллекции ЦСБС СО РАН (1.76 и 1.85 мас. %, соответственно) согласуются с данными других исследователей – 2.24 мас. % [44].

Листья *B. perennis* отличаются более высоким содержанием дубильных веществ по сравнению с соцветиями, при этом флавонолов в 3.2 раза выше в соцветиях, чем в листьях. По содержанию катехинов, каротиноидов и суммарному содержанию пектиновых веществ (пектинов и протопектинов) листья и соцветия *B. perennis* практически не различаются. Высокое содержание пектиновых веществ (до 10 %) соответствует данным других исследователей [45].

Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) в листьях и соцветиях исследуемых видов растений достоверно не различается и находится в пределах 0.11–0.19 мг/г (см. табл. 1), наблю-

дается средняя прямая зависимость от содержания флавонолов ($r = 0.42$ – 0.63). Для *S. canadensis* и *S. virgaurea* установлена средняя обратная несущественная зависимость от концентрации катехинов ($r = -0.52$).

Антиоксидантную активность водно-этанольных экстрактов определяли по реакции со стабильным свободным радикалом DPPH в 96%-м этиловом спирте (метод DPPH). По количеству вещества DPPH, вступающего в реакцию с 1 мл экстракта, оценивали АОА. В качестве контроля использовали тролокс (trolox, $IC_{50} = 7.49$ мг/мл) и аскорбиновую кислоту (ascorbic acid, $IC_{50} = 8.69$ мг/мл). Чем ниже концентрация прореагировавшего DPPH с экстрактом, тем выше АОА. Экстракты из листьев и соцветий *S. virgaurea* обладали более высокой антиоксидантной активностью ($IC_{50} = 1.61$ и 1.34 мг/мл соответственно) по сравнению с *S. canadensis*. Выявлена высокая зависимость АОА от концентрации катехинов ($R^2 = 0.9880$; $p \leq 0.05$). В данном случае инактивирующая активность экстрактов в отношении радикалов DPPH на 99 % определяется концентрацией катехинов, на 43 % – концентрацией дубильных веществ и на 39 % – концентрацией флавонолов. Концентрация экстракта *S. virgaurea* (1.32–1.64 мг/мл), при которой происходит связывание 50 % радикалов DPPH, сопоставима с антиоксидантной активностью розмарина (1.5 мг/мл) [46]. Концентрация экстракта *S. canadensis* (3.05–3.58 мг/мл) – с активностью экстракта хурмы (3.55 мг/мл) [46]. Так как в исследуемых видах растений достоверных различий ССА не выявлено, антиоксидантная активность *B. perennis* нами не определялась. По литературным данным, антиоксидантная активность (метод DPPH) цветков *B. perennis* варьирует от 66.03 до 89.27 мг/мл, что примерно в 50 и 30 раз ниже по сравнению с кверцетином и аскорбиновой кислотой соответственно и примерно в 5 раз выше по сравнению с апигенином-7-глюкозидом. Авторы [11] отмечают значительную корреляцию между АОА и общим количеством фенольных соединений, но при этом отсутствует корреляция между общим содержанием флавоноидов и АОА.

Результаты противовирусной активности экстрактов *S. canadensis* и *S. virgaurea* на клетках MDCK в отношении вируса гриппа птиц и вируса гриппа человека представлены в табл. 2. Видно, что водно-этанольный экстракт из листьев *S. virgaurea* ингибирует размножение вируса гриппа птиц A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) (ИН составляет 4.75 lg) и вируса гриппа человека A/Aichi/2/68 (ИН составляет 4.50 lg).

ТАБЛИЦА 2

Противовирусная активность растений *S. canadensis* и *S. virgaurea* в культуре клеток MDCK в отношении вируса гриппа А

Образец		МПК, мг/мл	A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1)		A/Aichi/2/68 (H3N2)		
			Титр вируса, lg ТЦД ₅₀ /мл ($M \pm S_m$, $n = 4$)	ИН, lg	Титр вируса, lg ТЦД ₅₀ /мл ($M \pm S_m$, $n = 4$)	ТЦД ₅₀ /мл	ИН, lg
Водно-этанольные экстракты							
Solidago canadensis	Лист	0.125	5.80±0.00*	1.75	6.30±0.29		0.00
	Соцв.	0.125	6.80±0.00*	0.75	5.80±0.00		0.50
Solidago virgaurea	Лист	0.50	2.80±0.00*	4.75	1.80±0.00*		4.50
	Соцв.	0.25	5.80±0.00*	1.75	6.30±0.29		0.00
Водные экстракты							
Solidago canadensis	Лист	0.125	6.80±0.00*	0.75	5.80±0.00		0.50
	Соцв.	0.25	7.55±0.25	0.00	5.80±0.00		0.50
Solidago virgaurea	Лист	0.25	6.80±0.00*	0.75	5.80±0.00		0.50
	Соцв.	0.125	6.80±0.00*	0.75	5.80±0.00		0.50
Положительный контроль (референс-препарат)							
Тамифлю		0.02	4.80±0.00*	2.75	2.80±0.00*		3.50
Отрицательный контроль (без препарата)							
Контроль вируса			7.55±0.25	–	6.30±0.29		–

Примечания. 1. МПК – максимально переносимая концентрация; ИН – индекс нейтрализации; M – среднее значение, S_m – стандартное отклонение; соцв. – соцветия; n – число лунок с монослоем клеток, инфицированных одинаковыми разведениями вируса гриппа (число повторов эксперимента). 2. Прочерк – значение не подлежит расчету.

* Достоверное отличие при $p \leq 0.05$ от соответствующего контроля (без образца), рассчитанное по методу Спирмена–Кербера.

Установлена средняя корреляционная зависимость между противовирусной активностью и содержанием в растительном сырье флавонолов ($r = 0.65$; $p = 0.04$), катехинов ($r = 0.56$; $p = 0.05$) и дубильных веществ ($r = 0.53$; $p = 0.05$). Водно-этанольные экстракты *S. canadensis* (соцветия и листья) и *S. virgaurea* (соцветия) проявляют слабую противовирусную активность и только в отношении вируса птичьего гриппа. Можно предположить, что для подавления репродукции вирусов гриппа A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) и A/Aichi/2/68 (H3N2) в культуре клеток MDCK необходимы разные БАВ или их композиции. Водные экстракты из листьев и соцветий *S. canadensis* и *S. virgaurea* в экспериментах *in vitro* не подавляют репродукцию ни вируса гриппа птиц, ни вируса гриппа человека.

Полученные результаты по противовирусной активности экстрактов *S. virgaurea* открывают возможность разработки новых противогриппозных препаратов на основе этого растительного сырья. При этом важно, что экстракты, проявившие противовирусную активность в отношении штаммов вируса гриппа человека и птиц, обладают низкой токсичностью для эукариотических клеток. Детальное изучение хими-

ческого состава, фармакологических свойств, а также проведение доклинических и клинических испытаний БАВ (и/или композиций БАВ) из этих растений позволят разработать и внедрить в практику здравоохранения новые эффективные растительные препараты на их основе против вируса гриппа.

ВЫВОДЫ

1. Листья и соцветия *S. canadensis* и *S. virgaurea* содержат около 20 мг/г флавонолов, более высокой концентрацией отличаются соцветия *S. canadensis* – до 45 мг/г. Суммарное содержание дубильных веществ в *S. canadensis* и *S. virgaurea* высокое и варьирует от 100 мг/г (соцв. *S. virgaurea*) до 200 мг/г (соцв. *S. canadensis*), что позволяет рассматривать эти растения в качестве потенциального источника дубильных веществ. Надземные органы *S. canadensis* характеризуются более высоким содержанием катехинов (до 2 мг/г в листьях) по сравнению с *S. virgaurea* (до 1 мг/г в листьях). Листья и соцветия исследуемых видов рода *Solidago* содержат не более 10 мг/г пектинов и не более 100 мг/г протопектинов. Концентрация каро-

тиноидов в листьях и соцветиях *S. canadensis* примерно одинакова (около 1 мг/г), *S. virgaurea* характеризуется более высоким содержанием каротиноидов в листьях (до 2 мг/г).

2. Суммарное содержание катехинов (до 0.5 мг/г), пектинов (до 20 мг/г), протопектинов (до 70 мг/г) и каротиноидов (до 0.1 мг/г) в листьях и соцветиях *B. perennis* достоверных различий не имеют. Флавонолы в меньшем количестве содержатся в листьях (не более 6 мг/г), дубильные вещества – в соцветиях (не более 60 мг/г).

3. Суммарное содержание антиоксидантов фенольного типа в листьях и соцветиях *S. canadensis*, *S. virgaurea* и *B. perennis* достоверно не различается и находится в пределах 0.11–0.19 мг/г.

4. По результатам сравнения антиоксидантной способности исследуемых экстрактов методом DPPH, радикалсвязывающая активность *S. virgaurea* (1.34–1.61 мг/мл) в среднем в два раза выше таковой *S. canadensis* (3.05–3.58 мг/мл) и не различается для листьев и соцветий указанных видов. Выявлена сильная прямая зависимость антиоксидантной активности от концентрации катехинов ($r = 0.99$). В данном случае инактивирующая активность в отношении радикалов DPPH на 98 % определяется концентрацией катехинов, на 43 % – концентрацией дубильных веществ и на 39 % – концентрацией флавонолов. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать ориентировочную оценку пригодности исследуемых экстрактов в качестве натуральных антиоксидантов.

5. Водно-спиртовой экстракт из листьев *S. virgaurea* ингибирует размножение вируса гриппа птиц A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) (ИН составляет 4.75 lg) и вируса гриппа человека A/Aichi/2/68 (ИН составляет 4.50 lg). Установлена связь средней силы между антивирусной активностью и содержанием в растительном сырье флавонолов ($r = 0.65$), катехинов ($r = 0.56$) и дубильных веществ ($r = 0.53$). Водно-этанольные экстракты *S. canadensis* (соцветия и листья) и *S. virgaurea* (соцветия) проявляют слабую противовирусную активность и только в отношении вируса птичьего гриппа. Водные экстракты из листьев и соцветий *S. canadensis* и *S. virgaurea* в экспериментах *in vitro* не подавляют репродукцию ни вируса гриппа птиц, ни вируса гриппа человека.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Камелин Р. В. Сложноцветные (краткий обзор системы): учеб. пособие. СПб.: Изд-во Алтайского ун-та, 2000. 59 с.

- Флора Сибири / под ред. Л. И. Малышева, Г. А. Пешковой. Т. 13. Asteraceae (Compositae). Новосибирск: Наука, 1997. С. 16–20.
- Черная Книга флоры Сибири / науч. ред. Ю. К. Виноградова. Новосибирск: Гео, 2016. 439 с.
- Ламан Н. А., Усик А. В., Анисова Ж. М., Гриц А. Н., Олешук Е. Н., Сак М. М. Способы ограничения распространения и искоренения инвазивного вида золотарника (*Solidago canadensis* L.) // Ботаника (исследования). 2023. № 52. С. 213–224.
- Флора Европейской части СССР / под ред. А. А. Федорова. Т. 7. Покрытосеменные. Двудольные. СПб.: Наука, 1994. 319 с.
- Марьян А. А., Коломиец Н. Э. Лекарственные растения и биологически активные вещества противогрибкового действия // Фундам. и клин. медицина. 2017. Т. 2, № 4. С. 45–55.
- Федотова В. В., Челомбитко В. А. Виды рода Золотарник (*Solidago*): значение для медицинской практики, перспективы изучения // Науч. ведомости Белгородского гос. ун-та. Сер.: Медицина. Фармация. 2012. № 16 (135). С. 136–145.
- Yarnell E. Botanical medicines for the urinary tract // World Journal of Urology. 2002. Vol. 20, No. 5. P. 285–293.
- 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. P. 6770–6779.
- Apáti P., Houghton P. J., Steventon G. B., Kite G., Kéry A. *In-vitro* effect of flavonoids from *Solidago canadensis* extract on glutathione S-transferase // J. Pharm. Pharmacol. 2006. Vol. 58, No. 2. P. 251–256.
- Al-Snafi A. E. The pharmacological importance of *Bellis perennis* – a review // International Journal of Phytotherapy. 2015. Vol. 5, No. 2. P. 63–69.
- Karakas F. P., Turker A. U., Karakas A., Mshvildadze V., Pichette A., Legault J. *In vitro* cytotoxic, antibacterial, anti-inflammatory and antioxidant activities and phenolic content in wild-grown flowers of common daisy – A medicinal plant // J. Herb. Med. 2017. Vol. 8. P. 31–39.
- 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, No. 12. Art. 1619.
- Elshafie H. S., Grul'ová 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. Art. 1206.
- Шостак М. В., Костев Ф. И., Лукиннюк Е. И. Эффективное лечение и профилактика часто рецидивирующих инфекций мочевых путей препаратом золотарника обыкновенного (*Solidago virgaurea*) ЦИСТО-АУРИН® // Почки. 2018. Т. 7, № 3. С. 176–187.
- Uehleke B., Brignoli R., Rostock M., Saller R., Melzer J. Phytodolor® in musculoskeletal disorders: re-analysis and meta-analysis // Forsch Komplementmed. 2011. Vol. 18, No. 5. P. 249–256.
- Deng Y., Zhao Y., Padilla-Zakour O., Yang G. Polyphenols, antioxidant and antimicrobial activities of leaf and bark extracts of *Solidago canadensis* L. // Ind. Crops Prod. 2015. Vol. 74. P. 803–809.
- Starks C. M., Williams R. B., Goering M. G., O'Neil-Johnson M., Norman V. L., Hu J.-F., Garo E., Hough G. W., Rice S. M., Eldridge G. R. Antibacterial clerodane diterpenes from Goldenrod (*Solidago virgaurea*) // Phytochemistry. 2010. Vol. 71, No. 1. P. 104–109.
- Assessment Report on *Solidago virgaurea* L., Herba / European Medicines Agency. London, 2008. 31 p. URL:

- https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/assessment-report-solidago-virgaurea-l-herba_en.pdf (accessed 06.02.2024).
20. Suleymanova F., Nesterova O., Matyushin A. HPLC quantification of hydroxycinnamic and organic acids of Canadian goldenrod (*Solidago canadensis* L.) // *Pharmacognosy Journal*. 2019. Vol. 11, No. 2. P. 400–404.
 21. Chaturvedula V. S., Zhou B. N., Gao Z., Thomas S. J., Hecht S. M., Kingston D. G. New lupane triterpenoids from *Solidago canadensis* that inhibit the lyase activity of DNA polymerase β // *Bioorg. Med. Chem.* 2004. Vol. 12, No. 23. P. 6271–6275.
 22. 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. P. 1629–1633.
 23. Сулейманова Ф. Ш. Определение дубильных веществ в траве золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) // *Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке*. 2017. Т. 19, № 12. С. 302–306.
 24. European Pharmacopoeia 8.0. Strasbourg: Council of Europe, 2014. 3638 p.
 25. British Pharmacopoeia. London: The Stationery Office, 2009. 10952 p.
 26. Сулейманова Ф. Ш., Нестерова О. В., Матюшин А. А. Изучение технологических параметров и числовых показателей качества сырья травы золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) // *Сеченовский вестник*. 2018. № 3 (33). С. 64–68.
 27. Сулоев И. С., Понкратова А. О., Дудецкая Н. А., Теслов Л. С., Лужанин В. Г. Стандартизация травы золотарника канадского // *Фармация*. 2020. Т. 69, № 8. С. 13–20.
 28. Кузьменко А. Н., Нестерова О. В., Сулейманова Ф. Ш., Матюшин А. А., Краснюк И. И. Модификация методики количественного определения флавоноидов в траве золотарника канадского (*Solidago canadensis*) // *Вестн. Московского ун-та. Сер. 2. Химия*. 2019. Т. 60, № 1. С. 49–54.
 29. Попов П. Л. Формирование списка видов растений, наиболее перспективных на обнаружение или дальнейшее исследование противовирусной активности // *Вестн. "Биомедицина и социология"*. 2020. Т. 5, № 2. С. 32–51.
 30. ФС.2.5.0015.15 Зверобоя трава. *Hyperici herba* // Государственная Фармакопея Российской Федерации XIV издания: сайт. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/2/2-5/zveroboya-trava-hyperici-herba/> (дата обращения: 06.02.2024).
 31. Pękal A., Pyrzynska K. Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay // *Food Anal. Methods*. 2014. Vol. 7, No. 9. P. 1776–1782.
 32. Денисенко Т. А., Вишникин А. Б., Цыганок Л. П. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу // *Аналитика и контроль*. 2015. Т. 19, № 4. С. 373–380.
 33. Кукушкина Т. А., Костикова В. А., Храмова Е. П. Содержание катехинов в листьях и корнях *Comarum salesovianum* и *Comarum palustre* (Rosaceae) // *Химия растит. сырья*. 2024. № 2. С. 196–206.
 34. Федосеева Л. М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных вегетативных органов бадаана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch.), произрастающего на Алтае // *Химия растит. сырья*. 2005. № 2. С. 45–50.
 35. Кривенцов В. И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // *Сб. науч. тр. Гос. Никитского ботан. сада. Вып. 109. Биологически активные вещества растений. Ялта, 1989. С. 128–137.*
 36. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав / сост. В. И. Кривенцов. Ялта: ГНБС, 1982. С. 7–9.
 37. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П., Перуанский Ю. В., Луковникова Г. А., Смирнова-Иконникова М. И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
 38. Яшин Я. И., Рыжнев В. Ю., Яшин А. Я., Черноусова Н. И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. М.: ТрансЛит, 2009. 194 с.
 39. Kumarasamy Y., Byres M., Cox P. J., Jaspars M., Nahar L., Sarker S. D. Screening seeds of some Scottish plants for free radical scavenging activity // *Phytother. Res.* 2007. Vol. 21, No. 7. P. 615–621.
 40. Gawron-Gzella A., Witkowska-Banaszczak E., Bylka W., Dudek-Makuch M., Odwrot A., Skrodzka N. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of *San-guisorba officinalis* L. extracts // *Pharm. Chem. J.* 2016. Vol. 50, No. 4. P. 244–249.
 41. Филиппова Е. И., Мазуркова Н. А., Кабанов А. С., Теплякова Т. В., Ибрагимова Ж. Б., Макаревич Е. В., Мазурков О. Ю., Шишкина Л. Н. Противовирусные свойства водных экстрактов, выделенных из высших базидиомицетов, в отношении пандемического вируса гриппа A(H1N1)2009 // *Соврем. проблемы науки и образования: сетевое изд.* 2013. № 2. Ст. 413. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=8920> (дата обращения: 06.02.2024).
 42. Сулейманова Ф. Ш. Разработка и совершенствование методов контроля лекарственного растительного сырья травы золотарника канадского и определение его биологической активности: дис. ... канд. фарм. наук. М., 2020. 154 с.
 43. Полухина Т. С., Кадырова М. Н. Содержание дубильных веществ в золотарнике обыкновенном (*Solidago virgaurea* L.) // *Результаты современных научных исследований и разработок: сб. ст. победителей II Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 12 апр. 2017 г. Пенза: Наука и просвещение, 2017. С. 209–211.*
 44. Кадырова М. Д., Полухина Т. С. Определение количественного содержания флавоноидов в траве Золотарника обыкновенного (*Solidago virgaurea* L.) // *Молодежь, наука, медицина: материалы 63-й Всероссийской межвуз. студ. науч. конф. с междунар. участием, 20–21 апр. 2017 г. Тверь: Ред.-изд. центр Твер. гос. мед. ун-та, 2017. С. 653–656.*
 45. Dakhym I., Marchyshyn S. Polysaccharides in *Bellis perennis* L. // *Plants in Pharmacy and Nutrition: 2nd ed. International Young Scientists Symposium. Poland, 2016.* URL: https://www.researchgate.net/publication/308901158_Polysaccharides_in_Bellis_perennis_L (accessed 20.01.2024).
 46. Никифорова А. Н., Самойлов А. В., Николаева Ю. В., Федорова Е. М. Изучение антиоксидантных свойств растительных экстрактов методом DPPH // *Агропром. технологии Центральной России*. 2021. № 4 (22). С. 22–30.

Поступила в редакцию 01.06.2024

Одобрена после рецензирования 29.07.2024

Принята к публикации 30.08.2024