

УДК 615.322

3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2025.4.25 EDN: NVQKRZ

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРНЕЙ КУПЕНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**© Макарова Д.Ю., Каухова И.Е., Новикова Е.К.***Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, Россия, 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 14А**Резюме*

Цель. Теоретическое обоснование использования биологически активных веществ корней купены лекарственной в качестве субстанций растительного происхождения в фармацевтической отрасли.

Методика. Научно-теоретический анализ отечественной и зарубежной литературы о химическом составе и фармакологической активности биологически активных веществ корней купены лекарственной (*Polygonatum officinale* All.).

Результаты. В состав корней купены лекарственной входят биологически активные вещества, относящиеся к группам флавоноидов, полисахаридов и сапонинов, которые могут использоваться в дальнейшем как субстанции растительного происхождения. Ценность соединений корней купены лекарственной определяется их фармакологическим действием, заключающимся в проявлении антиоксидантных, иммуномодулирующих, противобактериальных, противодиабетических, пробиотических и противовирусных свойств. Учитывая широкий спектр химического состава корней купены лекарственной, представляется целесообразным разработка технологии выделения этих веществ из предлагаемого растительного сырья в качестве фитосубстанций для производства лекарственных средств.

Заключение. Результатом предварительного научно-теоретического анализа специальной литературы является обоснование актуальности применения выявленных химических соединений корней купены лекарственной для их дальнейшего экспериментального изучения: разработки технологии выделения из растительного сырья, исследования технологических свойств полученной субстанции с целью подбора лекарственной формы и составления проекта нормативной документации.

Ключевые слова: корни купены лекарственной, полисахариды, флавоноиды, сапонины

THE RELEVANCE OF USE OF POLYGONATUM OFFICINALE ALL ROOTS IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY**Makarova D.Yu, Kaukhova I.E., Novikova E.K.***Saint-Petersburg State Chemical Pharmaceutical University, 14A, Professor Popov St., 197022, Saint Petersburg, Russia**Abstract*

Objective. Theoretical substantiation of the use of biologically active substances of the roots of *Polygonatum officinale* All. as substances of plant origin in the pharmaceutical industry.

Methods. Scientific and theoretical analysis of domestic and foreign literature on the chemical composition and pharmacological activity of biologically active substances of the roots of *Polygonatum officinale* All.

Results. The composition of the roots of *Polygonatum officinale* All. includes biologically active substances belonging to the groups of flavonoids, polysaccharides and saponins, which can be further used as substances of plant origin. The value of compounds of the roots of *Polygonatum officinale* All. is determined by their pharmacological action, which consists in the manifestation of antioxidant, immunomodulatory, antibacterial, antidiabetic, probiotic and antiviral properties. Given the wide range of chemical composition of the roots of *Polygonatum officinale* All., it seems advisable to develop a technology for isolating these substances from the proposed plant raw materials as phytosubstantiations for the production of medicines.

Conclusion. The result of a preliminary scientific and theoretical analysis of the specialized literature is the justification of the relevance of the use of the identified chemical compounds of the roots of *Polygonatum officinale* for their further experimental study: the development of technology for isolation from plant raw materials, the study of the technological properties of the obtained substance in order to select the dosage form and draft regulatory documentation.

Keywords: roots of *Polygonatum officinale* All., polysaccharides, flavonoids, saponins

Введение

Расширение возможностей по разработке лекарственных средств, обладающих высокой эффективностью, является приоритетным направлением фармацевтической промышленности страны [3, 10]. Решение задач данного направления невозможно без проведения исследований по поиску новых активных субстанций [3]. Лекарственные растения представляют собой важный источник получения биологически активных веществ. Применение лекарственных средств растительного происхождения для профилактики и лечения различных заболеваний имеет преимущества по сравнению с продуктами химического синтеза, опирается на многовековую историю и требует актуализации исследований посредством изучения новых видов растений, среди которых следует выделить корни купены лекарственной [2, 4, 6, 8, 11, 24].

Купена лекарственная, или Купена душистая или Купена аптечная (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, or *Polygonatum officinale* All.) представляет собой многолетнее травянистое растение, которое принадлежит согласно литературным данным к семейству Лилейные (Liliaceae) [1, 6, 9, 14, 15, 22], или Спаржевые (Asparagaceae) [19, 23, 34, 35]. Купена лекарственная распространяется в регионах Северного полушария. Данное растительное сырье используется более 2000 лет во многих ботанических и медицинских целях: традиционно в Китае употребляется как в качестве функционального продукта питания, так и лекарственного средства, предотвращая нарушения обмена веществ и сердечно-сосудистые заболевания и обладая антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами [6, 14, 34]; в других азиатских странах (Япония, Иран, Пакистан, Вьетнам, Индия) находит применение в качестве питательного тонизирующего средства [6, 14, 25, 34]; в США используется в основном как приправа [14, 25].

В настоящее время проводятся глубокие систематические исследования по изучению химического состава и фармакологических свойств биологически активных веществ корней купены лекарственной. К наиболее значимым соединениям указанного растительного сырья относят полисахариды, сапонины и флавоноиды [6, 9, 14, 19, 23, 24, 31, 34]. Высокая фармакологическая активность отдельных групп биологически активных веществ, выделяемых из растительного сырья, с каждым годом привлекает все большее внимание российских ученых [2, 11]. Представленный выше материал свидетельствует об актуальности выбранной тематики работы и определяет цель настоящего исследования.

Цель исследования – теоретическое обоснование использования биологически активных веществ корней купены лекарственной в качестве субстанций растительного происхождения в фармацевтической отрасли.

Методика

В ходе исследования применялся научно-теоретический анализ отечественной и зарубежной литературы о химическом составе и фармакологической активности корней купены лекарственной (*Polygonatum officinale* All.). Поиск источников информации осуществляли в базах eLibrary, КиберЛенинка, Google Scholar, ScienceDirect и PubMed.

Результаты исследования

В исследовании корни купены лекарственной предлагается представить с помощью ботанической характеристики и биологически активных веществ и их свойств (полисахаридов, флавоноидов и сапонинов). На рис. 1 представлены высушенные корни купены лекарственной [6].



Рис. 1. Высушенные корни купены лекарственной

Ботанические особенности корней купены лекарственной характеризуются наличием корня с толстым горизонтальным корневищем диаметром до одного сантиметра, который располагается под землей и имеет округлые веточные рубцы с многочисленными пучками листовых следов [1, 5, 12]. Как правило, цветение происходит в мае и июне, сбор корней осуществляется в середине осени [29].

Полисахариды выступают в качестве основного компонента в сырье [5, 9, 18]. По мнению некоторых исследователей полисахариды из корней купены лекарственной могут обладать широким спектром фармакологического действия в зависимости от технологии, растворителя и очистки (табл. 1) [7, 15, 20, 22, 32, 35].

Таблица 1. Исследования по изучению фармакологического действия групп полисахаридов, выделенных из корней купены лекарственной

Полисахариды	Фармакологическое действие	Ссылка
Щелочнорастворимые полисахариды	Антимикробное Антиоксидантное	[15]
Нейтральные полисахариды	Иммуномодулирующее	[35]
Ферментированные с помощью целлюлазы полисахариды	Антиоксидантное Иммуномодулирующая	[22]
Ферментированные с помощью <i>Bacillus subtilis</i> полисахариды	Антиоксидантное Иммуномодулирующее Пробиотическое	[20]
Полисахаридный комплекс	Антиоксидантное	[32]

В работе, посвященной изучению щелочнорастворимых полисахаридов, сделан вывод об их структуре и фармакологической активности: щелочнорастворимые полисахариды состоят из следующих моносахаридных остатков: рамнозы, маннозы, ксилозы и арабинозы и проявляют антиоксидантную и противомикробную активность в отношении *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* [15]. В исследовании по изучению фруктанов, выделенных из корней купены лекарственной, отмечается, что полисахариды проявляют антиоксидантное действие и иммуномодулирующую активность в отношении жизнеспособности клеток и продукции IL-6 макрофагами RAW 264.7 [35]. В научных трудах по выделению полисахаридов с помощью ферментов целлюлазы или *Bacillus subtilis* подтверждается увеличение иммунной способности макрофагов RAW 264.7 и проявление антиоксидантной активности [20, 22]. Кроме того, ферментированные с помощью *Bacillus subtilis* полисахариды могут проявлять пробиотическую активность [20]. Также выделенный с помощью ультразвука полисахаридный комплекс способствует очистки от радикалов DPPH и OH [32]. Таким образом, согласно литературным данным, полисахариды корней купены лекарственной способны проявлять иммуномодулирующую, антиоксидантную, пробиотическую и противомикробную активность.

Наличие в составе корней купены лекарственной флавоноидов значительно расширяет ее возможности применения как источника биологически активных веществ. Причем, в их составе содержится достаточно специфичный и редко встречающийся подкласс – гомоизофлавононы,

представляющий собой кислородсодержащие гетероциклические соединения. Ряд авторов указывает на различную фармакологическую активность гомоизофлавононов (табл. 2) [17, 26, 28].

Таблица 2. Выявленные гомоизофлавононы в корнях купены лекарственной и их фармакологическое действие

Гомоизофлавононы	Фармакологический эффект
3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-8-метокси-хроман-4-он	Антиоксидантный [28] Противодиабетический [17] Противобактериальный [26]
3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6,8-диметил-хроман-4-он	Противодиабетический [17] Противобактериальный [26]
3-(4'-метокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-8-метокси-хроман-4-он	Противодиабетический [17] Противобактериальный [26]
3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-хроман-4-он	Противобактериальный [26]

В работе по изучению 3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-8-метокси-хроман-4-она обнаружено, что данный гомоизофлавонон обладает антиоксидантной активностью в отношении радикала DPPH, но не оказывает существенного влияния на гидроксильный радикал [28]. Согласно исследованиям, такие гомоизофлавононы как 3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-8-метокси-хроман-4-он, 3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6,8-диметил-хроман-4-он и 3-(4'-метокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-8-метокси-хроман-4-он уменьшают образование конечных продуктов гликирования, что может быть использовано для создания растительного препарата для снижений последствий сахарного диабета [17]. В научных трудах отмечается, что 3-(4'-метокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-8-метокси-хроман-4-он, 3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6,8-диметил-хроман-4-он, 3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-8-метокси-хроман-4-он и 3-(4'-гидрокси-бензил)-5,7-дигидрокси-6-метил-хроман-4-он могут противодействовать росту бактерий [26]. Таким образом, гомоизофлавононы, находящихся в составе корней купены лекарственной, обладают различными видами воздействия на организм человека: антиоксидантное, противодиабетическое, противобактериальное.

Отмечено содержание сапонинов в растительном сырье корней купены лекарственной [13, 14, 16, 21, 27, 30, 33]. В зависимости от химического строения агликона сапонины купены делятся на тритерпеновые и стероидные. Важная роль сапонинов корней купены лекарственной для организма человека состоит в проявлении прокоагулятных свойств [30], подавлении роста бактерий [27] и уменьшении действия на активность панкреатической липазы [33]. Кроме того, ряд сапонинов может выступать в качестве иммуномодуляторов, стимулируя пролиферацию лимфоцитов [21]. Также они действенны в отношении бактериальной и грибковой инфекций, что подтверждается рядом научных работ [13, 27]. Нельзя не отметить, что ряд сапонинов могут оказывать влияние на эндокринную систему, тем самым обеспечивая нормализацию обменных процессов и физиологическое восстановление [16, 33]. Как итог, изучение и выделение суммы сапонинов из растительного сырья дает возможность в перспективе разработать лекарственное средство, обладающее рядом ценных свойств.

Заключение

В результате проведенного научно-теоретического анализа специальной литературы показано разнообразие химического состава корней купены лекарственной (полисахариды, флавоноиды и сапонины) и перспективность использования сырья в фармацевтической отрасли. Таким образом, исследования по разработке технологии выделения фитосубстанций и создания лекарственных препаратов являются актуальным направлением в развитии фармацевтической промышленности.

Литература (references)

- Белов П.М. Анатомическое изучение подземных органов купены лекарственной, произрастающей на Северном Кавказе // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2010. – № 1(24). – С. 255-256. [Belov P.M. *Bulleten' Severnogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. Bulletin of the Northern State Medical University.* – 2010. – N1(24). – P. 255-256. (in Russian)]

2. Бойко Н.Н., Бондарев А.В., Жилякова Е.Т. и др. Фитопрепараты, анализ фармацевтического рынка Российской Федерации // Научный результат. Медицина и фармация. – 2017. – Т.3, №4. – С. 30-38. [Boyko N.N., Bondarev A.V., Zhilyakova E.T. i dr. *Nauchnyj rezul'tat. Medicina i farmacija. Research result. Medicine and pharmacy.* – 2017. – V.3, N4. – P. 30-38. (in Russian)]
3. Китаева Л.В., Романенко Г.И. Приоритеты современной государственной политики в российской фармацевтической отрасли // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2016. – № 12(94). – С. 6. [Kitaeva L.V., Romanenko G.I. *Upravlenie jekonomiceskimi sistemami: jelektronnyj nauchnyj zhurnal. Regional economics and management: electronic scientific journal.* – 2016. – N12(94). – P. 6. (in Russian)]
4. Корнопольцева Т.В., Петунова А.А., Ботоева Е.А., Петров Е.В. Новое лекарственное средство «Пентафитон» и его адаптогенная активность // Биофармацевтический журнал. – 2020. – Т.12, №1. – С. 31-35. [Kornopoltseva T.V., Petunova A.A., Botoeva E.A., Petrov E.V. *Biofarmacevicheskiy zhurnal. Russian Journal of Biopharmaceuticals.* – 2020. – V.12, N1. – P. 31-35. (in Russian)]
5. Любарский Е. Л. О распределении и динамике запасных углеводов в корневище купены лекарственной // Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица, эфирные масла, пищевые, технические и лекарственные растения): материалы Третьей международной конференции. – Хабаровск, 2007. – С. 249-253. [Liubarski E.L. *Lesnye biologicheski aktivnye resursy (berezovyj sok, zhivica, jefirnye masla, pishhevye, tehnicheskie i lekarstvennye rastenija): materialy Tret'ej mezhdunarodnoj konferencii. Forest biologically active resources (birch sap, resin, essential oils, food, technical and medicinal plants): materials of the Third International Conference – Khabarovsk, 2007.* – P. 249-253. (in Russian)]
6. Макарова Д. Ю. Перспективы использования корней купены лекарственной // Молодая фармация – потенциал будущего: Материалы XIII Всероссийской научной конференции школьников, студентов и аспирантов с международным участием. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 1095-1098. [Makarova D.Yu. *Molodaja farmacija - potencial budushhego: Materialy XIII Vserossijskoj nauchnoj konferencii shkol'nikov, studentov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiem. Young Pharmacy - Potential of the Future: Materials of the XIII All-Russian Scientific Conference of Schoolchildren, Students and Postgraduates with International Participation.* – Saint Petersburg, 2023. – P. 1095-1098. (in Russian)]
7. Макарова Д.Ю., Каухова И.Е., Новикова Е.К. Особенности технологии выделения растительных полисахаридов // Сандеровские чтения: Сборник материалов конференции, посвященной памяти выдающегося отечественного ученого в области технологии лекарств Юрия Карловича Сандера. – Санкт-Петербург, 2025. – С. 333-334. [Makarova D.Yu., Kaukhova I.E., Novikova E.K. *Sanderovskie chtenija: Sbornik materialov konferencii, posvjashchennoj pamjati vydajushhegoja otechestvennogo uchenogo v oblasti tehnologii lekarstv Jurija Karlovicha Sandera. Sanderovsky readings: Conference proceedings, published memory of the scientific researcher in the field of medical technology by Yuri Karlovich Sander.* – Saint Peterburg, 2025. – P. 333-334. (in Russian)]
8. Макарова Д. Ю., Новикова Е.К. Купена лекарственная как перспективное растительное сырье для разработки фитосубстанции // Сандеровские чтения: Сборник материалов конференции, посвященной памяти выдающегося отечественного ученого в области технологии лекарств Юрия Карловича Сандера. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 195-197. [Makarova D.Yu., Novikova E.K. *Sanderovskie chtenija: Sbornik materialov konferencii, posvjashchennoj pamjati vydajushhegoja otechestvennogo uchenogo v oblasti tehnologii lekarstv Jurija Karlovicha Sandera. Sanderovsky readings: Conference proceedings, published memory of the scientific researcher in the field of medical technology by Yuri Karlovich Sander.* – Saint Peterburg, 2023. – P. 195-197. (in Russian)] Ren Z. et al. Dioscin suppresses hepatocellular carcinoma tumor growth by inducing apoptosis and regulation of TP53, BAX, BCL2 and cleaved CASP3 // Phytomedicine. – 2016. – V.23, N12. – P. 1329-1336.
9. Макарова Д.Ю., Новикова Е.К., Александрова Л.Ю. Методология поверхности отклика в количественном определении полисахаридов в корнях купены лекарственной // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2023. – Т. 22, № 4. – С. 208-213. [Makarova D.Yu., Novikova E.K., Alexandrova L.Yu. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy medicinskoy akademii. Vestnik of the Smolensk State Medical Academy.* – 2023. – V.22, N4. – P. 208-213. (in Russian)]
10. Рослякова Е.А. Приоритетные цели и основные тенденции развития взаимодействия промышленной и торговой политики фармацевтической отрасли // Вестник НГИЭИ. – 2021. – №7(122). – С. 93-110. [Roslyakova E.A. *Vestnik NGIEI. Bulletin NGIEI.* – 2021. – N7(122). – P. 93-110. (in Russian)]
11. Самбукова Т.В., Овчинников Б.В., Ганапольский В.П. и др. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2017. – Т.15, №2. – С. 56-63. [Sambukova T.V., Ovchinnikov B.V., Ganapol'sky V.P. i dr. *Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoj terapii. Reviews on clinical pharmacology and drug therapy.* – 2017. – V.15, N2. – P. 56-63. (in Russian)]
12. Стремская Д.С., Никитина А.С. Морфолого-анатомическое исследование диагностических признаков корневища купены лекарственной // Молодые ученые и фармация XXI века: сборник научных трудов

- третьей научно-практической конференции с международным участием. – Москва, 2015. – С. 370-373. [Stremskaya D.S., Nikitina A.S. *Molodye uchenye i farmacija XXI veka: sbornik nauchnyh trudov tret'ej nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. Young scientists and pharmacy of the 21st century: collection of scientific papers of the third scientific and practical conference with international participation – Moscow, 2015. – P. 370-373. (in Russian)]\
13. Bai H., Li W., Zhao H. et al. Isolation and structural elucidation of novel cholestanol glycosides and spirostanol saponins from *Polygonatum odoratum* // *Steroids*. – 2014. – V.80. – P. 7-14.
 14. Bi J., Fang H., Zhang J. et al. A review on the application, phytochemistry and pharmacology of *Polygonatum odoratum*, an edible medicinal plant // *Journal of Future Foods*. – 2023. – V.3, N3. – P. 240-251.
 15. Chen Y., Yin L., Zhang X. et al. Optimization of alkaline extraction and bioactivities of polysaccharides from rhizome of *Polygonatum odoratum* // *BioMed Research International*. – 2014. – V.2014, N1 – 504896.
 16. Deng Y., He K., Ye X. et al. Saponin rich fractions from *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce with more potential hypoglycemic effects // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2012. – V.141, N1. – P. 228-233.
 17. Dong W., Shi H.B., Ma H. et al. Homoisoflavanones from *Polygonatum odoratum* rhizomes inhibit advanced glycation end product formation // *Archives of Pharmacal Research*. – 2010. – V.33. – P. 669-674.
 18. Lan G., Chen H., Wang Z. et al. Extraction of *Polygonatum odoratum* polysaccharides using response surface methodology and preparation of a compound beverage // *Carbohydrate Polymers*. – 2011. – V.86, N3. – P. 1175-1180.
 19. Li J., Hsiung S.-Y., Kao M.-R. et al. Structural compositions and biological activities of cell wall polysaccharides in the rhizome, stem, and leaf of *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce // *Carbohydrate Research*. – 2022. – V.521. – 108662.
 20. Li Y., Liu Y., Liu M. et al. *Polygonatum odoratum* fermented polysaccharides enhance the immunity of mice by increasing their antioxidant ability and improving the intestinal flora // *Food Bioscience*. – 2024. – V.58. – 103650.
 21. Lin H.W., Han G.Y., Liao S.X. Studies on the active constituents of the Chinese traditional medicine *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce // *Acta Pharmaceutica Sinica*. – 1994. – V.29, N3. – P. 215-222.
 22. Liu X., Zhang M., Guo K. et al. Cellulase-assisted extraction, characterization, and bioactivity of polysaccharides from *Polygonatum odoratum* // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2015. – V.75. – P. 258-265.
 23. Luo L., Qiu Y., Gong L. et al. A Review of *Polygonatum* Mill. Genus: Its Taxonomy, Chemical Constituents, and Pharmacological Effect Due to Processing Changes // *Molecules*. – 2022. – V.27, N15. – 4821.
 24. Quan L.-T., Wang S.-C., Zhang J. Chemical constituents from *Polygonatum odoratum* // *Biochemical Systematics and Ecology* – 2015. – V.58. – P. 281-284.
 25. Rafi M.M., Vastano B.C. Identification of a structure specific Bcl-2 phosphorylating homoisoflavone molecule from Vietnamese coriander (*Polygonatum odoratum*) that induces apoptosis and G2/M cell cycle arrest in breast cancer cell lines // *Food Chemistry*. – 2007. – V.104, N1. – P. 332-340.
 26. Wang D., Li D., Zhu W., Peng P. A new C-methylated homoisoflavanone and triterpenoid from the rhizomes of *Polygonatum odoratum* // *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*. – 2009. – V.23, N6. – P. 580-589.
 27. Wang D., Li D., Zhu W., Zhang J., Peng P. Steroidal saponins from the rhizomes of *Polygonatum odoratum* // *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*. – 2009. – V.23, N10. – P. 940-947.
 28. Wang D., Zeng L., Li D., Pu W. Antioxidant activities of different extracts and homoisoflavanones isolated from the *Polygonatum odoratum* // *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*. – 2013. – V.27, N12. – P. 1111-1114.
 29. Yuan Q., Han Y., Huang J., Liu X. Seasonal variation of nutritional and bioactive constituents in *Polygonatum odoratum* // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2023. – V.124. – 105655.
 30. Zhang H., Chen L., Kou J.-P. et al. Steroidal saponins and glycosides from the fibrous roots of *Polygonatum odoratum* with inhibitory effect on tissue factor (TF) procoagulant activity // *Steroids*. – 2014. – V.89. – P. 1-10.
 31. Zhang Y., Li X., Yu D. et al. Botany, chemistry, bio-activity, and application of *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce: a comprehensive review // *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*. – 2025. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00210-025-04210-y> (дата обращения: 29.06.2025).
 32. Zhang Y., Zhang Y., Chen J. Optimization of Extraction Process and Vitro Antioxidant Activity of Total Polysaccharides from *Polygonatum odoratum* // *Journal of Jishou University (Natural Sciences Edition)*. – 2024. – V.45, N6. – P. 37-43.
 33. Zhao D., Yan J., Shi X. et al. Steroidal saponins from the roots of *Polygonatum odoratum* and their inhibitory effects against pancreatic lipase // *Phytochemistry Letters*. – 2023. – V.53. – P. 202-210.
 34. Zhao P., Zhao C., Li X. et al. The genus *Polygonatum*: A review of ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2018. – V.214 – P. 274-291.
 35. Zhao P., Zhou H., Zhao C. et al. Purification, characterization and immunomodulatory activity of fructans from *Polygonatum odoratum* and *P. cyrtonema* // *Carbohydrate Polymers*. – 2019. – V.214. – P. 44-52.

Информация об авторах

Макарова Дарья Юрьевна – аспирант кафедры промышленной технологии лекарственных препаратов им. Юрия Карловича Сандера, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Минздрава России. E-mail: makarova.darya@spcpu.ru

Каухова Ирина Евгеньевна – профессор, доктор фармацевтических наук, профессор кафедры промышленной технологии лекарственных препаратов им. Юрия Карловича Сандера, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Минздрава России. E-mail: irina.kaukhova@pharminnotech.com

Новикова Екатерина Константиновна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры промышленной технологии лекарственных препаратов им. Юрия Карловича Сандера, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Минздрава России. E-mail: ekaterina.krasova@pharminnotech.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 18.07.2025

Принята к печати 28.11.2025