

УДК 615.322:582.736

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ ТРАВЫ АСТРАГАЛА БЕЛОСТЕБЕЛЬНОГО (*ASTRAGALUS ALBICAULIS* DC)

Т.А. Позднякова¹, Р.А. Бубенчиков²

¹ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Минобрнауки России (Орел, Россия)

²АО «Научно-производственное объединение «Микроген» Минздрава России (Москва, Россия)

Для цитирования: Позднякова Т.А., Бубенчиков Р.А. Изучение полисахаридов травы астрагала белостебельного (*Astragalus albicaulis* DC). *Аспирантский вестник Поволжья*. 2023;23(3):72-76. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.72-76

■ Сведения об авторах

Позднякова Т.А. – канд. фарм. наук, доцент, доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии и фармации.

ORCID: 0000-0002-6058-6619 E-mail: pozdnyakova.tatyana.72@mail.ru

Бубенчиков Р.А. – д-р фарм. наук, доцент, начальник отдела стандартизации и внедрения управления научных разработок,

стандартизации и внедрения. ORCID: 0000-0003-0955-6892 E-mail: fg.ksmu@mail.ru

Рукопись получена: 30.01.2023

Рецензия получена: 21.09.2023

Решение о публикации: 13.10.2023

■ Аннотация

Цель – выделение и изучение полисахаридов травы астрагала белостебельного.

Материал и методы. Объектом исследования служила трава астрагала белостебельного, заготовленная в Курской области в 2022 году в период массового цветения растения. Для выделения полисахаридного комплекса из сырья предварительно удаляли полифенольные соединения, высушивали и последовательно выделяли из полученного шрота водорастворимый полисахаридный комплекс, пектиновые вещества, гемицеллюлозу А и гемицеллюлозу Б. В качестве экстрагентов были использованы: для выделения водорастворимого полисахаридного комплекса – вода очищенная, для экстрагирования пектиновых веществ – смесь 0,5% растворов кислоты щавелевой и аммония оксалата (1:1), для получения гемицеллюлоз – 10% водный раствор щелочи с последующей нейтрализацией кислотой уксусной. Состав полученных веществ устанавливали после кислотного гидролиза с помощью бумажной хроматографии.

Результаты. Выход водорастворимых полисахаридов из травы астрагала белостебельного составил $9,41\% \pm 0,46\%$, пектиновых веществ – $17,49\% \pm 0,62\%$, гемицеллюлозы А – $0,86\% \pm 0,04\%$, гемицеллюлозы Б – $5,36 \pm 0,25\%$. После кислотного гидролиза в комплексе водорастворимых полисахаридов были обнаружены 5 моносахаридов: рамноза, ксилоза, арабиноза, галактоза и глюкуроновая кислота, из которых преобладающими являются арабиноза и галактоза. Моносахаридный состав пектиновых веществ представлен ксилозой, арабинозой, глюкозой, галактозой и галактуроновой кислотой, преобладает галактуроновая кислота. В результате идентификации продуктов гидролиза гемицеллюлозы А и Б были обнаружены рамноза, ксилоза и глюкоза, преобладающим моносахаридом является ксилоза.

Заключение. Впервые из травы астрагала белостебельного были выделены и изучены по фракциям комплексы полисахаридов – водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлоза А и Б, установлен их качественный состав. Полученные данные свидетельствуют о том, что трава астрагала белостебельного может быть использована в качестве источника природных полисахаридов.

■ **Ключевые слова:** астрагал белостебельный, полисахаридный комплекс, пектиновые вещества, гемицеллюлоза А, гемицеллюлоза Б.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

■ Список сокращений

ВРПС – водорастворимый полисахаридный комплекс; ПВ – пектиновые вещества; Гц А – гемицеллюлоза А; Гц Б – гемицеллюлоза Б.

POLYSACCHARIDE CONTENT AND COMPOSITION ANALYSIS IN THE HERB *ASTRAGALUS ALBICAULIS* DC

Tatyana A. Pozdnyakova¹, Roman A. Bubenchikov²

¹Orel State University named after I.S. Turgenev (Orel, Russia)

²Scientific and Production Association "Microgen" (Moscow, Russia)

Citation: Pozdnyakova TA, Bubenchikov RA. Polysaccharide content and composition analysis in the herb *Astragalus albicaulis* DC. *Aspirantskiy vestnik Povolzhya*. 2023;23(4):72-76. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.72-76

■ Information about authors

Tatyana A. Pozdnyakova – PhD, Associate professor, Department of Pharmacology, Clinical Pharmacology and Pharmacy.

ORCID: 0000-0002-6058-6619 E-mail: pozdnyakova.tatyana.72@mail.ru

Roman A. Bubenchikov – PhD, Associate professor, Head of the Department of Standardization and Implementation.

ORCID: 0000-0003-0955-6892 E-mail: fg.ksmu@mail.ru

Received: 30.01.2023

Revision Received: 21.09.2023

Accepted: 13.10.2023

■ Abstract

Aim – to isolate and analyze the polysaccharides content in the herb *Astragalus albicaulis*.

Material and methods. The object of the study was the herb *Astragalus albicaulis* harvested in the Kursk region in 2022 during the period of mass flowering. To isolate the polysaccharide complex, polyphenolic compounds were previously removed from the raw material. After drying, a water-soluble polysaccharide complex, pectin substances, hemicellulose A and hemicellulose B were sequentially isolated from the extraction cake. As extractants, purified water was used to isolate the water-soluble polysaccharide complex, a mixture of 0.5% solutions of oxalic acid and ammonium oxalate (1:1) was used for pectin substances extraction, to obtain hemicelluloses – a 10% aqueous solution of alkali followed by neutralization with acetic acid. The composition of the obtained substances was analyzed after acid hydrolysis using paper chromatography.

Results. It was found that the yield of water-soluble polysaccharides from the herb *Astragalus albicaulis* was $9.41\% \pm 0.46\%$, pectin substances – $17.49\% \pm 0.62\%$, hemicellulose A – $0.86\% \pm 0.04\%$, hemicellulose B – $5.36\% \pm 0.25\%$. After acid hydrolysis, 5 monosaccharides were found in the complex of water-soluble polysaccharides: rhamnose, xylose, arabinose, galactose, and glucuronic acid, of which arabinose and galactose were predominant. The monosaccharide composition of pectin substances was represented by xylose, arabinose, glucose, galactose and galacturonic acid, galacturonic acid predominated. As a result of the identification of hydrolysis products of hemicellulose A and B, rhamnose, xylose and glucose were found, the predominant monosaccharide was xylose.

Conclusion. For the first time, complexes of polysaccharides – water-soluble polysaccharides, pectin substances, hemicellulose A and B – were isolated and studied by fractions from the herb *Astragalus albicaulis*, their qualitative composition was registered. The data obtained indicates that the herb *Astragalus albicaulis* can be used as a source of natural polysaccharides.

■ **Keywords:** *Astragalus albicaulis* DC, polysaccharide complex, pectin substances, hemicellulose A, hemicellulose B.

■ **Conflict of interest:** nothing to disclose.

ВВЕДЕНИЕ

Невозможно представить существование живых организмов без полисахаридов. Эти вещества первичного биосинтеза растений являются строительным материалом для клеток, обеспечивают их энергией и выполняют роль запасных питательных веществ. Также природные полисахаридные комплексы играют важную роль в онтогенезе растений, повышают их морозостойкость, выполняют защитную роль во взаимоотношениях растений с фитопатогенами, способствуют ликвидации повреждений и выходу растения из состояния стресса. Их макромолекулы являются определяющими в прорастании семян и росте растений, в созревании и хранении овощей и фруктов, а структура может существенно меняться в процессе роста и развития растения [1]. В результате многочисленных научных исследований доказано, что природные полисахаридные комплексы обладают выраженной антиоксидантной активностью, ингибируют Р-гликопротеин [2, 3]. Содержащиеся в их составе биологически активные вещества обладают иммуностимулирующей и гиполипидемической активностью, проявляют антимикробные и фунгицидные свойства, ускоряют процессы пролиферации [4–8]. Кроме того, полисахариды могут быть использованы в медицинской практике в качестве отхаркивающих, обволакивающих, слабительных средств и энтеросорбентов [9, 10]. При этом, являясь веществами природного происхождения, они биосовместимы с организмом человека и безопасны. Наиболее перспективными источниками прородных полисахаридов являются лекарственные растения, в частности, представители рода астрагал (*Astragalus*) семейства бобовых (*Fabaceae*). На наш взгляд, интерес для изучения представляет астрагал белостебельный (*Astragalus albicaulis* DC), поскольку он имеет разнообразный химический состав и достаточно широко распространен на территории России [11, 12]. Растение издавна используется в народной медицине разных стран при различных патологиях – как диуретическое средство при отеках различного генеза и локализации; как отхаркивающее средство при заболеваниях дыхательных путей, сопровождающихся образованием мокроты; при болезнях желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся нарушением эвакуации пищи. Особенно часто

астрагал используется при нефротических и сердечных отеках, а также при заболеваниях почек за счет диуретического действия [13].

ЦЕЛЬ

Выделение и изучение полисахаридов травы астрагала белостебельного (*Astragalus albicaulis* DC).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлась трава астрагала белостебельного, заготовленная в Курской области летом 2022 года во время массового цветения растения и высушенная до воздушно-сухого состояния. Для выделения полисахаридного комплекса воздушно-сухое измельченное сырье предварительно обрабатывали 70% спиртом этиловым для удаления полифенольных соединений. Шрот, оставшийся после получения полифенольных соединений, высушивали и последовательно выделяли водорастворимый полисахаридный комплекс (ВРПС), пектиновые вещества (ПВ) и гемицеллюлозы (Гц А, Гц Б). Для получения ВРПС воздушно-сухой шрот экстрагировали водой в соотношении 1:20 к массе сырья при нагревании до 95°C в течение 120 минут при постоянном перемешивании. Повторное извлечение полисахаридов проводили дважды водой в соотношении 1:10. Растительный материал отделяли центрифугированием, и объединенные экстракты упаривали на водяной бане до 1/5 первоначального объема. Помимо фильтрования была проведена дополнительная очистка от фенольных соединений на полиамидном сорбенте на воронке Бюхнера, затем сорбент промывали водой и присоединяли к элюату. Полисахариды выделяли из элюата осаждением путем замены растворителя – добавляли в трехкратном объеме 96% спирт этиловый. Выпавшие в осадок водорастворимые полисахариды отделяли, промывали этанолом, затем ацетоном, высушивали и взвешивали [14–16].

После выделения водорастворимых полисахаридов использовали оставшийся шрот для выделения пектиновых веществ, экстрагент – смесь 0,5% растворов кислоты щавелевой и аммония оксалата (1:1) при $80\text{--}85^{\circ}\text{C}$. Экстракцию вели трижды, в первом случае в соотношении

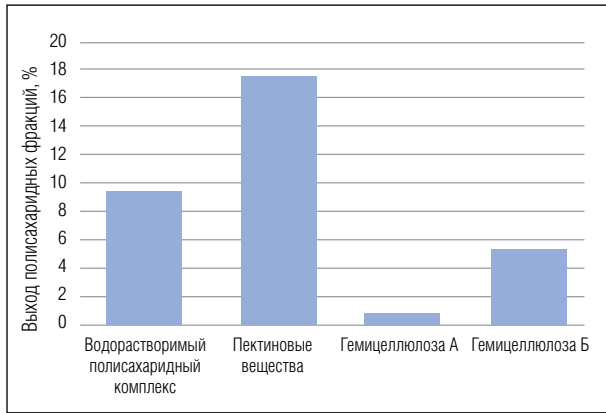


Рисунок 1. Количественное содержание полисахаридных фракций в траве астрагала белостебельного.

Figure 1. Quantity of polysaccharide fractions in the herb *Astragalus albicaulis*.

«сырье – экстрагент» 1:20 в течение 120 минут, далее в соотношении 1:10 в течение 60 минут. Извлечения объединяли, концентрировали и осаждали пектиновые вещества спиртом 96% в пятикратном количестве. Выделенные пектиновые вещества отделяли, промывали тем же растворителем, высушивали и взвешивали [16, 17].

Шрот, оставшийся после выделения ПВ, заливали пятикратным объемом 10% водного раствора щелочи и оставляли при комнатной температуре на 12 часов. Затем отфильтровывали через четыре слоя марли. К полученному фильтрату прибавляли два объема кислоты уксусной. Образовавшийся осадок отфильтровывали через фильтр. На фильтре получился осадок Гц А в виде зеленовато-коричневой массы. К фильтрату добавляли двукратный объем 96% спирта этилового для осаждения Гц Б. Полученный осадок отфильтровывали через фильтр, промывали спиртом этиловым, высушивали и определяли массу [14–16].

Для установления моносахаридного состава ВРПС, ПВ, Гц А и Б проводили их гидролиз 2Н кислотой серной. Для этого навески веществ (0,05 г) помещали в ампулу емкостью 10 мл, прибавляли 2,5 мл раствора кислоты серной, запаивали ампулы и гидролизовали при температуре 100–105°C в течение 6 часов (для ВРПС), 24 часов (для ПВ) и 48 часов (для Гц А, Гц Б). После проведения гидролиза содержимое ампул переносили в стаканчики, ампулы омывали водой и переносили в тот же стаканчик, раствор нейтрализовали до pH 7 кристаллическим карбонатом бария. Нейтрализованный раствор фильтровали и доводили до 10 мл водой. Далее к раствору гемицеллюлозы А и Б и водорастворимых полисахаридов добавляли по 30 мл спирта этилового 96%, а к раствору пектиновых веществ – 50 мл спирта этилового 96%, оставляли на 2 часа и фильтровали выпавшие осадки. Фильтраты переносили в выпарительные чашки, выпаривали до 0,5 мл – в результате получали раствор для идентификации нейтральных моносахаридов. Осадки с фильтра снимали и растворяли в воде, подкисляли с помощью катионита КУ-2 и также выпаривали до 0,5 мл – получали раствор для идентификации кислых моносахаридов [14].

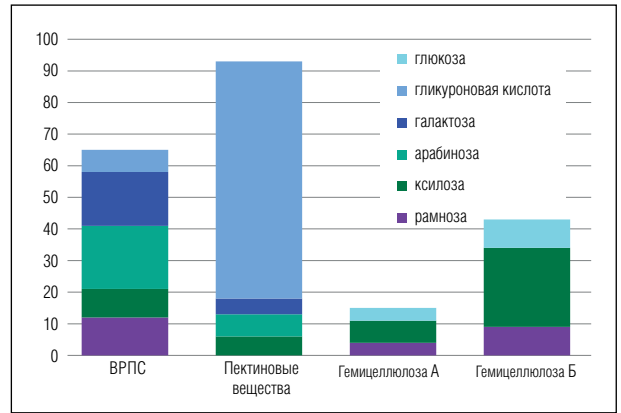


Рисунок 2. Моносахаридный состав полисахаридных фракций травы астрагала белостебельного.

Figure 2. Monosaccharide composition of polysaccharide fractions of the herb *Astragalus albicaulis*.

Установление состава продуктов кислотного гидролиза полисахаридов проводили бумажной хроматографией – использовали бумагу FN-1. Анализ растворов нейтральных моносахаридов осуществляли при помощи нисходящей хроматографии в камере, насыщенной смесью н-бутанол–пиридин–вода (6:4:3), с использованием растворов стандартных образцов моносахаридов. Восходящей хроматографией в системе этилацетат–уксусная кислота–муравьиная кислота–вода (18:3:1:4) анализировали растворы кислых моносахаридов со стандартными растворами глюкуроновой и галактуриновой кислот. По окончании хроматографии хроматограммы высушивали и проявляли раствором анилингидрофталата, нагревали при температуре 100–105°C в сушильном шкафу [14].

Каждое исследование было повторено 5 раз, доверительный интервал вычисляли статистическими методами с использованием коэффициента Стьюдента (доверительная вероятность 0,95).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Было установлено, что выход водорастворимых полисахаридов из травы астрагала белостебельного составил $9,41 \pm 0,46\%$ (рисунок 1).

Для подтверждения наличия водорастворимых полисахаридов были проведены реакции их осаждения из водных растворов ацетоном и спиртом, а также с реактивом Фелинга после гидролиза в кислой среде. Выход пектиновых веществ из травы астрагала белостебельного составил $17,49\% \pm 0,62\%$. Их наличие было подтверждено положительной реакцией взаимодействия с 1% раствором алюминия сульфата. Выход гемицеллюлозы А из травы астрагала белостебельного составил $0,86\% \pm 0,04\%$, гемицеллюлозы Б – $5,36\% \pm 0,25\%$.

Физико-химические характеристики выделенных комплексов полисахаридов представлены в таблице 1.

После кислотного гидролиза в комплексе водорастворимых полисахаридов были обнаружены 5 моносахаридов: рамноза, ксилоза, арабиноза, галактоза и глюкуроновая кислота (рисунок 2), из которых преобладающими являются арабиноза и галактоза.

Таблица 1 / Table 1

Физико-химические свойства полисахаридных комплексов, выделенных из травы астрагала белостебельного
Physical and chemical properties of polysaccharide complexes isolated from the herb *Astragalus albicaulis*

| Наименование | Внешний вид | Растворимость | | | |
|------------------------------|--|---------------|------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | | Спирт 70% | Вода | Кислота серная разб. | Гидроксид натрия 5% |
| Водорастворимые полисахариды | аморфный порошок темно-коричневого цвета | – | + | + (светло-коричневый раствор) | ± (раствор светло-желтого цвета) |
| Пектиновые вещества | аморфный порошок цвета слоновой кости | – | + (опалесценция) | + (опалесценция) | + (раствор светло-желтого цвета) |
| Гемицеллюлоза А | аморфный порошок коричневого цвета | – | ± | ± | ± (раствор коричневого цвета) |
| Гемицеллюлоза Б | аморфный порошок серо-коричневого цвета | – | ± | ± | ± (раствор коричневого цвета) |

Примечания: « – » нерастворим, « + » растворим, « ± » малорастворим.

Хроматографический анализ продуктов гидролиза пектиновых веществ, проведенный в кислой среде, показал наличие ксилозы, арабинозы, глюкозы, галактозы, также галактуроновой кислоты, среди них преобладает галактуроновая кислота. В результате идентификации продуктов гидролиза гемицеллюлозы А и Б в кислой среде были обнаружены рамноза, ксилоза и глюкоза, при этом преобладающим моносахаридом является ксилоза.

Анализ литературных источников показал, что растения рода астрагал содержат разнообразные группы биологически активных соединений. Во многих растениях этого рода присутствуют полисахариды, однако в большинстве видов их количественное содержание незначительно. В частности, в официальном виде – астрагале шерстистоцветковом – преобладают тритерпеновые сапонины и флавоноиды, которые отвечают за фармакологическую активность растения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований из травы астрагала белостебельного впервые были выделены и изучены по фракциям комплексы полисахаридов – водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлоза А и Б. После гидролиза выделенных комплексов и идентификации моносахаридов установлен их качественный состав. Преобладающими моносахаридами в траве астрагала белостебельного являются следующие: в комплексе водорастворимых полисахаридов – арабиноза и галактоза, в комплексе пектиновых веществ – галактуроновая кислота, в комплексе гемицеллюлозы А и Б – ксилоза. Полученные данные свидетельствуют о том, что трава астрагала белостебельного может быть использована в качестве источника природных полисахаридов.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Ovodov DS. Polysaccharides of flowering plants: structure and physiological activity. *Bioorgan Khim.* 1998;24(7):483-501. (In Russ.). [Оводов Д.С. Полисахариды цветковых растений: структура и физиологическая активность *Биоорганическая химия.* 1998;24(7):483-501].
- Bocci G, Moreau A, Vayer P, et al. New insights in the *in vitro* characterisation and molecular modelling of the P-glycoprotein inhibitory promiscuity. *Europ J Pharmac Sci.* 2018;121:85-94. doi: 10.1016/j.ejps.2018.04.039
- Zhang M, Zhao H, Shen Y, et al. Preparation, characterization and antioxidant activity evaluation *in vitro* of *Fritillaria ussuriensis* polysaccharidezinc complex. *International Journal of Biological Macromolecules.* 2020;146:462-474. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.01.002
- Ligacheva AA, Gulina EI, Shabanova YuV, et al. Immunotropic effect of water-soluble polysaccharides from plants of the genus *Saussurea* on the activity of NO-synthase in peritoneal macrophages of mice. *Development and registration of medicinal products.* 2022;11:2:59-64. (In Russ.). [Лигачева А.А., Гулина Е.И., Шабанова Ю.В., и др. Иммунотропное влияние водорастворимых полисахаридов растений рода *Saussurea* на активность NO-синтазы перитонеальных макрофагов мышей. *Разработка и регистрация лекарственных средств.* 2022;11:2:59-64]. doi: 10.33380/2305-2066-2022-11-2-59-64
- Tawfik S, Hefni H. Synthesis and antimicrobial activity of polysaccharide alginate derived cationic surfactantmetal (II) complexes. *International Journal of Biological Macromolecules.* 2016;82:562-572. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2015.09.043
- Polezhaeva TV, Shirokikh IG, Sergushkina MI, et al. Influence of *Herichium erinaceus* BP 16 polysaccharides on the phagocytic activity of human blood neutrophils. *Theoretical and applied ecology.* 2020;2:166-171. (In Russ.). [Полежаева Т.В., Широких И.Г., Сергушкина М.И., и др. Влияние полисахаридов *Herichium erinaceus* БП 16 на фагоцитарную активность нейтрофилов крови человека. *Теоретическая и прикладная экология.* 2020;2:166-171]. doi: 10.25750/1995-4301-2020-2-166-171
- Hino S, Funada R, Sugikawa K, et al. Mechanism toward Turn-on of Polysaccharide-Porphyrin Complexes for Fluorescence Probes and Photosensitizers in Photodynamic Therapy in Living Cells. *ChemMedChem: Chemistry Enabling Drug Discovery.* 2021;16(5):793-803. doi: 10.1002/cmdc.202000656
- Rovkina KI, Buyko EE, Ivanov VV, et al. Lipid-lowering activity of polysaccharides of plant origin. *Traditional medicine.* 2019;2(57):39-44. (In Russ.). [Ровкина К.И., Буйко Е.Е., Иванов В.В., и др. Гиполипидемическая активность полисахаридов растительного происхождения. *Традиционная медицина.* 2019;2(57):39-44]. EDN: GMDGIU
- Lukomets VM, Zelentsov SV, Saenko GM, et al. Fungicidal activity of mucus-forming polysaccharides of common flax *Linum usitatissimum* L. *Russian agricultural science.* 2020;2:21-24. (In Russ.). [Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Саенко Г.М., и др. Фунгицидная активность слизеобразующих полисахаридов льна обыкновенного *Linum usitatissimum* L. *Российская сельскохозяйственная наука.* 2020;2:21-24]. doi: 10.31857/S2500-2627-2020-2-21-24

10. Glagoleva LE, Korneeva OS, Shuvaeva GP. Characterization of sorption properties of plant non-starch polysaccharide complexes. *Chemistry of plant raw materials*. 2012;1:215-216. (In Russ.). [Глаголева Л.Э., Корнеева О.С., Шуваева Г.П. Характеристика сорбционных свойств растительных некрахмальных полисахаридных комплексов. *Химия растительного сырья*. 2012;1:215-216].
11. Budantsev AL. Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their composition and biological activity. Vol. 3. *Fabaceae-Apiaceae* families. SPb.–M., 2010. (In Russ.). [Буданцев А.Л. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.3. Семейства *Fabaceae-Apiaceae*. СПб.–М., 2010]. ISBN 978-5-87317-693-9
12. Mayevskii PF. Flora of the middle zone of the European part of Russia. M., 2014. (In Russ.). [Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М., 2014]. ISBN 978-5-87317-958-9
13. Nepokoichitskii GA. Complete encyclopedia of traditional medicine. M., 2003. (In Russ.). [Непокойчицкий Г.А. Полная энциклопедия народной медицины. М., 2003]. ISBN 5-94849-072-6
14. Bubenchikova VN, Kondratova YuA. Study of polysaccharide complex isolated from the herb *Veronica austriaca* L. *Scientific statements of the Belgorod State University. Series: Medicine. Pharmacy*. 2012;10(129):43-45. (In Russ.). [Бубенчикова В.Н., Кондратова Ю.А. Исследование полисахаридного комплекса, выделенного из травы вероники австрийской (*Veronica austriaca* L.). *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация*. 2012;10(129):43-45]. EDN: RBWLLH
15. Sychev IA, Alimkina TV. Isolation and determination of some physicochemical properties of the polysaccharide of black elderberry flowers. *Bulletin of the Tver State University. Series: Biology and ecology*. 2020;3(59):95-101. (In Russ.). [Сычев И.А., Алимкина Т.В. Выделение и определение некоторых физико-химических свойств полисахарида цветков бузины черной. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология*. 2020;3(59):95-101]. doi: 10.26456/vtbio163
16. Bubenchikov RA, Pozdnyakova TA. Study of the polysaccharide complex of the herb *Geranium sibiricum* L. *Scientific statements of the Belgorod State University. Series: Medicine. Pharmacy*. 2012;22(141):140-141. (In Russ.). [Бубенчиков Р.А., Позднякова Т.А. Исследование полисахаридного комплекса травы герани сибирской (*Geranium sibiricum* L.). *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация*. 2012;22(141):140-141]. EDN: RMUDGB
17. Pozdnyakova TA, Bubenchikov RA. Quantitative determination of functional groups of pectin substances of the herb *Geranium sibiricum* L. *Basic Research*. 2014;11:1:110-113. (In Russ.). [Позднякова Т.А., Бубенчиков Р.А. Количественное определение функциональных групп пектиновых веществ травы герани сибирской (*Geranium sibiricum* L.). *Фундаментальные исследования*. 2014;11:1:110-113]. EDN: TDXLUN

■ Автор для переписки

Позднякова Татьяна Александровна
Адрес: ул. Нормандия-Неман, 10, г. Орел, Россия, 302026.

■ Corresponding Author

Tatyana A. Pozdnyakova
Address: 10 Normandie-Niemen st., Orel, Russia, 302026.

E-mail: pozdnyakova.tatyana.72@mail.ru