

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ ОБОЛОЧЕК ПЛОДОВ КАШТАНА КОНСКОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUM L.*) И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

А.В. Филатова, Д.Т. Джурабаев, Л.Б. Азимова, А.С. Тураев

Альбина Васильевна Филатова (ORCID 0000-0002-7911-1461)*, Джалол Тургунбаевич Джурабаев (ORCID 0000-0003-3381-955X), Луиза Бахтияровна Азимова (ORCID 0000-0002-0673-5396), Аббасхан Сабирханович Тураев (ORCID 0000-0003-2915-9237)

Институт биоорганической химии им. А.С. Садыкова Академии наук Республики Узбекистан, ул. Мирзо Улугбека, 83, Ташкент, Узбекистан, 100125

E-mail: albfil@mail.ru*, djalol@mail.ru, luiza8181@mail.ru, abbaskhan@mail.ru

Приведены результаты разработки технологии выделения полисахаридов из оболочек плодов каштана конского, собранных на территории Ташкента и Ташкентской области Республики Узбекистан. Разработана технологическая схема получения полисахаридов, которая включает стадии измельчения сырья, его очистки, водной экстракции, фильтрации, промывки, сушки. Путем водной экстракции выделены водорастворимые полисахариды, представляющие собой порошок светло-коричневого цвета, с молекулярной массой 15000 Да, содержание которого в экстракте составило 15,98%, что говорит о перспективности данного вида сырья для получения лекарственных препаратов на их основе. Установлен моносахаридный состав полисахаридов, выделенных из оболочек плодов конского каштана, путем водного экстрагирования. В результате проведенных исследований установлено, что в выделенных из каштана конского полисахаридах примерно 35% составляет сумма нейтральных моносахаридов, а сумма уроновых кислот - около 26%. Установлено, что полисахариды состоят в основном из остатков галактозы, арабинозы, маннозы. В составе были обнаружены также другие моносахариды в малом количестве - рамноза, рибоза. Для подтверждения принадлежности полученных образцов к категории полисахаридов использовали ИК- и ЯМР-спектроскопию. ИК спектроскопические исследования показали, что образцы, выделенные из оболочек каштана конского, представлены полисахаридами, так как в спектрах отмечены полосы поглощения в интервале 1016-1140 см⁻¹, соответствующие валентным колебаниям С-О-С связей глюкопиранозного кольца полисахаридов. В ¹³С ЯМР спектрах наблюдались сигналы и полосы поглощения, соответствующие общим полисахаридам. Данные ЯМР анализа согласуются с результатами анализа моносахаридного состава полисахаридов.

Ключевые слова: полисахариды, нейтральные, кислые, экстракция, выделение, сухой экстракт

TECHNOLOGY OF SEPARATION OF POLYSACCHARIDES FROM THE SHELLS OF THE FRUITS OF CHESTNUT HORSE (*AESCULUS HIPPOCASTANUM L.*) AND THE STUDY OF ITS CHEMICAL COMPOSITION

A.V. Filatova, J.T. Dzhurabaev, L.B. Azimova, A.S. Turaev

Albina V. Filatova (ORCID 0000-0002-7911-1461)*, Jalol T. Dzhurabaev (ORCID 0000-0003-3381-955X), Luiza B. Azimova (ORCID 0000-0002-0673-5396), Abbaskhan S. Turaev (ORCID /0000-0003-2915-9237)

Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Mirzo Ulugbek st., 83, Tashkent, 100125, Republic of Uzbekistan

E-mail: albfil@mail.ru*, djalol@mail.ru, luiza8181@mail.ru, abbaskhan@mail.ru

The results of the development of a technology for the isolation of polysaccharides from the shells of horse chestnut fruits collected on the territory of Tashkent and the Tashkent region of

the Republic of Uzbekistan are presented. A technological scheme for the production of polysaccharides has been developed, which includes the stages of raw material grinding, purification, water extraction, filtration, washing, and drying. By water extraction, water-soluble polysaccharides were isolated, which are a light brown powder with a molecular weight of 15000 Da, the content of which in the extract was 15.98%, which indicates the promise of this type of raw material for obtaining drugs based on them. The monosaccharide composition of polysaccharides isolated from the shells of horse chestnut fruits was established by water extraction. As a result of the research, it was found that in the polysaccharides isolated from horse chestnut, approximately 35% is the solution of neutral monosaccharides, and the solution of uronic acids is about 26%. It has been established that polysaccharides consist mainly of residues of galactose, arabinose, and mannose. In the composition other monosaccharides were also found in small quantities - rhamnose, ribose. IR and NMR spectroscopy was used to confirm that the obtained samples belonged to the category of polysaccharides. IR spectroscopic studies have shown that samples isolated from horse chestnut shells are represented by polysaccharides, since absorption bands in the range of 1016-1140 cm⁻¹, corresponding to stretching vibrations of C-O-C bonds of the glucopyranose ring of polysaccharides, are noted in the spectra. In ¹³C NMR, signals and absorption bands were observed corresponding to common polysaccharides. The data of NMR analysis are consistent with the results of the analysis of the monosaccharide composition of polysaccharides.

Key words: polysaccharides, neutral, acidic, extraction, isolation, dry extract

Для цитирования:

Филатова А.В., Джурабаев Д.Т., Азимова Л.Б., Тураев А.С. Технология выделения полисахаридов из оболочек плодов каштана конского (*Aesculus hippocastanum L.*) и изучение его химического состава. *Изв. вузов. Химия и хим. технология.* 2022. Т. 65. Вып. 7. С. 88–93. DOI: 10.6060/ivkkt.20226507.6605.

For citation:

Filatova A.V., Dzhurabaev J.T., Azimova L.B., Turaev A.S. Technology of separation of polysaccharides from the shells of the fruits of chestnut horse (*Aesculus hippocastanum L.*) and the study of its chemical composition. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 7. P. 88–93. DOI: 10.6060/ivkkt.20226507.6605.

ВВЕДЕНИЕ

К числу важнейших задач медицинской и фармацевтической науки относится поиск эффективных лекарственных средств на основе природных биологически активных веществ (БАВ), выделенных из растений.

Сочетание научно обоснованных процессов экстракции, концентрирования и сушки, осуществляемых на оборудовании, специально подобранном для работы с лекарственными растениями, позволяет сохранить в сухих экстрактах весь комплекс БАВ. Сухие экстракты являются одним из наиболее рациональных способов переработки лекарственных средств, обеспечивающих максимальное извлечение действующих веществ и возможность создания стандартизованного фитопрепарата [1, 2]. Известно, что полисахариды, выделенные из растительного сырья, обладают антимикробной, иммуномодулирующей и рядом других активностей [3-13].

Перспективным источником получения препаратов, обладающих противовоспалительной и антиоксидантной активностями является каштан конский, произрастающий в Республике Узбекистан [14-17].

Ранее из оболочек семян каштана конского получены полисахариды щелочной фракции и исследованы их свойства [18, 19]. Целью настоящего исследования является получение водной фракции полисахаридов, выделенных из оболочек семян каштана конского, и изучение физико-химических параметров.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Объекты исследования: полисахариды, выделенные из оболочек плодов каштана конского (*Aesculus Hippocastanum L.*).

Выделение полисахаридов из оболочек плодов каштана конского проводили путем экстракции измельченного сырья горячей водой (1:10), после чего полученные водные извлечения упаривали под вакуумом до 1/5 от первоначального объема и осаждали полисахариды 3-х кратным количеством 95% спирта.

Количественное содержание полисахаридов определяли гравиметрическим способом после высушивания осадка [20].

Определение моносахаридного состава. Для определения моносахаридного состава полисахарида проводили его полный кислотный гидролиз 2Н раствором H₂SO₄ при 100 °С в течение 20 ч. Для

получения нейтральных моносахаридов гидролиз полисахарида осуществляли в запаянной ампуле, во избежание возможного окисления. Гидролизаты нейтрализовали раствором $BaCl_2$ и упаривали до сиропообразного состояния.

Получение ацетатов альдонитрилов сахаров проводили следующим способом: навеску, содержащую 3-5 мг свободных моносахаридов, помещали в пробирку с притертой пробкой, добавляли эквивалентное количество солянокислого гидроксилamina и 2 мл раствора внутреннего стандарта (25 мг инозита в 100 мл пиридина, перегнанного над гидратом окиси калия). Пробирку нагревали в течение 1 ч. Затем доливали 1 мл уксусного ангидрида и продолжали нагревание при 70 °C еще 1 ч. По окончании реакции аликвотную часть реакционной смеси вводили в колонку газового хроматографа.

Количественное определение нейтральных и кислых моносахаридов. Общее содержание суммы нейтральных и кислых моносахаридов в гидролизате полисахаридов каштана конского определяли по цветной реакции спектральным способом в пересчете на галактозу [21].

ИК-спектроскопия. ИК спектры полисахаридов снимали на ИК-Фурье спектрометре системы 2000 фирмы «Perkin Elmer» в диапазоне частот 400-4000 cm^{-1} в таблетке с KBr. Для съемки спектров, по 10 мг изучаемых образцов размалывали в шаровой мельнице с 100 мг бромида калия в течение 1 мин, затем к смеси добавляли около 100 мг KBr и снова измельчали в мельнице, после чего добавляли оставшийся бромид калия (всего 300 мг), перемалывали еще ~30 сек и прессовали таблетки.

ЯМР-спектроскопия. Спектры ^{13}C ЯМР были сняты на спектрометрах Bruker Avance 400 MHz и Bruker Avance 600 MHz в D_2O при 50 °C, при частоте 100 МГц и ширине импульса 30°, в течение 0,3 с и при задержке релаксации 3 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Разработана технология выделения полисахаридов из оболочек плодов конского каштана. На рис. 1 представлена технологическая схема выделения полисахаридов из измельченных оболочек плодов каштана конского (*Aesculus hippocastanum L.*).

Для выделения полисахаридов были использованы высушенные до постоянной массы в сушильном шкафу ШС-80-01 СПУ при температуре 40-50 °C оболочки плодов каштана конского (*Aesculus hippocastanum L.*). Каштаны были собраны в местах естественного произрастания в Ташкенте на территории Мирзо-Улугбекского района и ташкентской области.

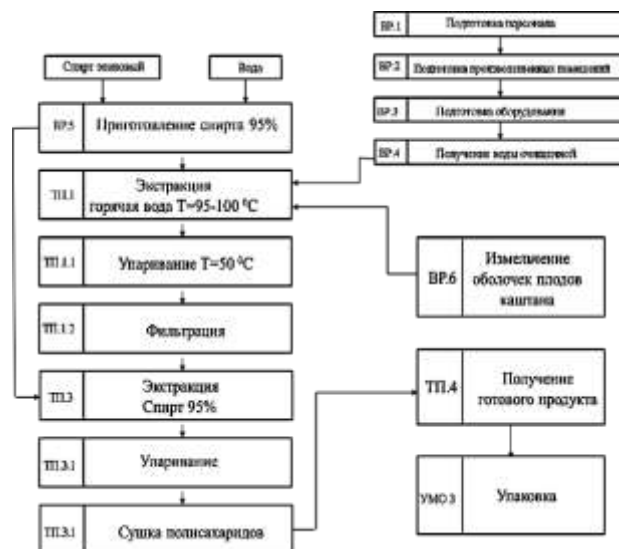


Рис. 1. Технологическая схема выделения полисахаридов из оболочек плодов каштана конского
Fig. 1. Technological scheme for the isolation of polysaccharides from the shells of horse chestnut fruits

Выделение водорастворимых полисахаридов осуществляли методами водной экстракции. Оболочки плодов каштана измельчали в лабораторном измельчителе до размера частиц от 2 до 6 мм. Для удаления низкомолекулярных примесей и белков 100 г оболочек экстрагировали в аппарате Сокслета смесью хлороформ-спирт этиловый 95% до полного истощения сырья. Полученное извлечение упаривали при температуре 50-60 °C до состояния густой массы, затем высушивали при температуре 100 °C до остаточной влажности 5%.

Для выделения водорастворимых полисахаридов обезжиренное сырье высушивали до удаления запаха растворителей, взвешивали и экстрагировали трижды горячей водой на кипящей водяной бане с обратным холодильником (при суммарном соотношении сырья и экстрагента 1:4, 1:3, 1:2). Суммарная продолжительность трех экстрагирований составила 6 ч. Полученные водные экстракты объединяли и упаривали на роторно-пленочном испарителе при температуре 50 °C до 1/5 первоначального объема, затем фильтровали. Из полученного концентрата водорастворимые полисахариды выделяли добавлением четырехкратного объема спирта этилового 95%. После центрифугирования осадок отделяли, промывали спиртом этиловым на стеклянном фильтре, сушили при температуре 30 °C.

Выделенные полисахариды представляют собой светло-коричневый водорастворимый порошок, молекулярная масса которого 15000 Да.

Далее был изучен состав полисахаридов, результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание полисахаридов, суммы нейтральных и кислых моносахаридов в гидролизате полисахаридов, выделенных из оболочек плодов каштана конского

Table 1. The content of polysaccharides, the total amount of neutral and acidic monosaccharides in the hydrolyzate of polysaccharides isolated from the shells of horse chestnut fruits

Объект исследования	Содержание, %		
	Полисахариды	Нейтральные моносахариды	Кислые моносахариды
Оболочки плодов каштана конского	15,98 ± 0,25	35,29 ± 0,53	26,33 ± 0,46

В результате проведенных исследований установлено, что в выделенном из каштана конского полисахаридном комплексе примерно 35% составляет сумма нейтральных моносахаридов, а сумма уоновых кислот – около 26% (табл. 1). Результаты изучения моносахаридного состава полисахаридов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты анализа нейтральных моносахаридов в изучаемом объекте

Table 2. The results of the analysis of neutral monosaccharides in the object under study

Нейтральные моносахариды	Содержание нейтральных моносахаридов, %
Галактоза	12,05±0,42
Арабиноза	9,04±0,53
Манноза	7,12±0,31
Глюкоза	4,5±0,13
Ксилоза	1,05±0,21
Рибоза	1,03±0,11
Рамноза	0,5±0,05

Из табл. 2 видно, что выделенные полисахариды состоят в основном из остатков галактозы, арабинозы, маннозы. В составе были обнаружены также другие моносахариды в малом количестве, в связи с чем их в основную структуру не включают. В следовых количествах в образцах находится рамноза, рибоза. По данным литературы значительное содержание кислых моносахаридов (уоновых кислот) в полисахаридном комплексе обуславливает терапевтический эффект, связанный с противовоспалительной и антимикробной активностями.

Для подтверждения принадлежности полученных образцов к категории полисахаридов использовали ИК- и ЯМР-спектроскопию.

В ИК спектрах образцов выделенных из каштана конского полисахаридов наблюдается поглощение при 2937-3265 см⁻¹, характерное для валентных колебаний О-Н связи. В области 1140-1454 см⁻¹ наблюдается поглощение соответствующие полисахаридам и С-О связи карбоксильных групп. В области 640-830 см⁻¹ присутствуют полосы поглощения, характерные для различных типов колебаний С-Н связи.

ИК-спектроскопические исследования показали, что образцы, выделенные из оболочек каштана конского, представлены полисахаридами, так как в спектрах отмечены полосы поглощения в интервале 1016-1140 см⁻¹, соответствующие валентным колебаниям С-О-С связей глюкопиранозного кольца полисахаридов.

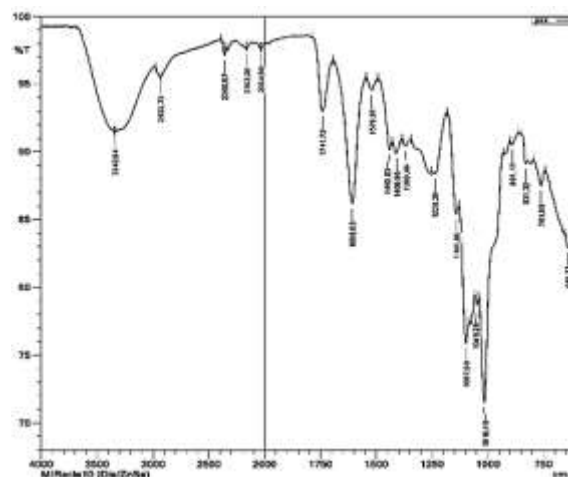


Рис. 2. ИК спектр полисахаридов, выделенных из каштана конского

Fig. 2. IR spectrum of polysaccharides isolated from horse chestnut

Дальнейшее изучение образцов полисахаридов проводили с использованием ¹³C ЯМР-спектроскопии (рис. 3). В спектрах ¹³C ЯМР образцов наблюдались соответствующие сигналы в диапазоне 105-60 м.д. Наблюдались соответствующие пики α-аномерам атома углерода С-1 глюкопиранозного кольца полисахаридов в диапазоне 99-101 м.д, β-аномерам – в диапазоне между 102 и 105 м.д.

Пики, соответствующие С-2, С-3, С-5 и С-5' (образуется за счет С-6 гликозидного связывания), были обнаружены в диапазоне 71-75 м.д. Также наблюдались пики в диапазоне 69-70 м.д., соответствующие атомам углерода С-4 и С-4', связанные гликозидной связью. Пики, соответствующие атому углерода С-4, связанному гликозидной связью, образовывались в диапазоне 79-85 м.д. В диапазоне 66-70 м.д. наблюдались пики, соответствующие атому углерода С-6, участвующего в гликозидном

связывании. Пики, соответствующие атому углерода С6, наблюдались в диапазоне 60-64 м.д. В ¹H ЯМР-спектрах образцов пики в диапазоне 4,8-5,4 м.д. соответствуют атомам аномерного водорода Н-1 в α-D-глюканах. Пики, соответствующие атому углерода С6, наблюдались в диапазоне 60-64 м.д. В диапазоне 3,2-4,0 м.д. спектра ¹H ЯМР наблюдались пики, соответствующие атомам водорода Н-2, Н-3, Н-4, Н-5, Н-6. В ¹³C ЯМР спектрах наблюдались сигналы, соответствующие общим полисахаридам.

ВЫВОДЫ

Разработана технология выделения водной фракции полисахаридов, выделенных из оболочек плодов каштана конского, выход полисахаридов составил 15,98%. Установлено содержание нейтральных и кислых моносахаридов 35,2 и 26,3%. Установлен моносахаридный состав полисахаридов. Выделенный полисахарид состоит в основном из остатков галактозы, арабинозы, маннозы, а также в качестве минорных моносахаридов ксилозы, рамнозы, рибозы. В ¹³C ЯМР, ИК спектрах наблюдались сигналы и полосы поглощения, соответствующие общим полисахаридам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тухтаев К.Р., Хамидов О.З., Султанова Р.К., Чинибеева Н.К. Экстракт из цветков ромашки на масле горького миндаля и получение стабильных эмульсий на его основе. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2021. Т. 64. Вып. 7. С. 61-67. DOI: 10.6060/ivkkt.20216407.6306.
2. Жарова О.Г., Куркин В.А., Петрухина И.К. Организационно-экономический анализ ангиопротекторных препаратов. *Мат. VIII-ого Междунар. съезда Фитофарм «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения»*. Микелли, Финляндия. 2005. С. 95-100.
3. Gregori A., Pohleven J. Cultivation Techniques and Medicinal Properties of Pleurotus spp. *Food Tech. Biotech.* 2007. V. 45. P. 238.
4. Автономова А.В. Водорастворимые полисахариды мицелия Ganoderma lucidum: биотехнологии получения и противоопухолевые свойства. *Усп. мед. микологии*. 2006. Т. 8. С. 217-219.
5. Ананьева Е.П., Гурина С.В., Кожемякина Н.В. Состав и биологическая активность углеводных фракций Pleurotus ostreatus. *Пробл. мед. микологии*. 2007. Т. 9. № 1. С. 30-32.
6. Ooi V.E., Liu F. Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide-protein complexes. *Curr. Med.Chem.* 2000. 7(7). P. 715-729. DOI: 10.2174/0929867003374705.
7. Федосеева Л.М., Харлампович Т.А. Изучение некоторых водорастворимых соединений донника лекарственного травы (Melilotus officinalis L.). *Химия растит. сырья*. 2013. №2. С. 153-157. DOI: 10.14258/jcpr/13021535.
8. Коккина Д.Г., Сычев И.А. Изучение состава, некоторых физико-химических свойств и биологической активности полисахаридного комплекса листьев лопуха большого.

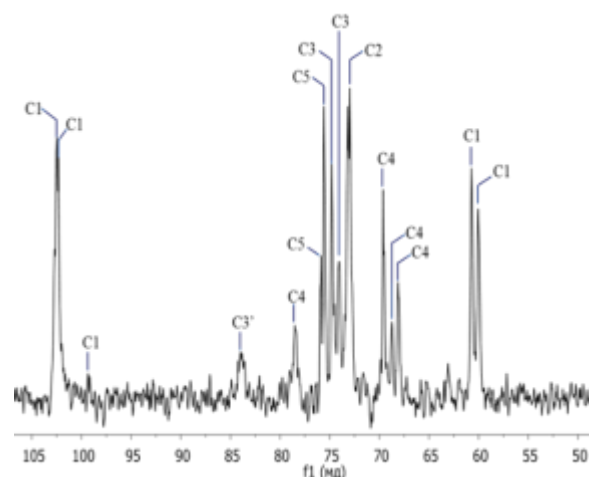


Рис. 3. ¹³C ЯМР спектры полисахаридов, выделенных из каштана конского
Fig. 3. ¹³C NMR spectra of polysaccharides isolated from horse chestnut

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

REFERENCES

1. Tukhtayev K.R., Khamidov O.Z., Sultanova R.K., Chinibeeva N.K. Extract from chamomile flowers in bitter almond oil and obtaining stable emulsions based on it. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2021. V. 64. N 7. P. 61-67. DOI: 10.6060/ivkkt.20216407.6306.
2. Zharova O.G., Kurkin V.A., Petrukina I.K. Organizational and economic analysis of neuroprotective drugs. *Mat. VIII Internat. Congr. Fitofarm «Actual problems of creating new medicines of natural origin»*. Mikelli, Finland. 2005. P. 95-100 (in Russian).
3. Gregori A., Pohleven J. Cultivation Techniques and Medicinal Properties of Pleurotus spp. *Food Tech. Biotech.* 2007. V. 45. P. 238.
4. Avtonomova A.B. Water-soluble polysaccharides of Ganoderma lucidum mycelium: biotechnologies for production and antitumor properties. *Usp. Med. Mikologii*. 2006. V. 8. P. 217-219 (in Russian).
5. Ananyeva E.P., Gurina S.V., Kozhemyakina N.V. Composition and biological activity of carbohydrate fractions of Pleurotus ostreatus. *Probl. Med. Mikologii*. 2007. V. 9. N 1. P. 30-32 (in Russian).
6. Ooi V.E., Liu F. Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide-protein complexes. *Curr. Med.Chem.* 2000. 7(7). P. 715-729. DOI: 10.2174/0929867003374705.
7. Fedoseeva L.M., Kharlampovich T.A. Study of some water-soluble compounds of medicinal herb sweet clover (Melilotus officinalis L.). *Khimiya Rastit. Syr'ja*. 2013. N 2. P. 153-157 (in Russian). DOI: 10.14258/jcpr/13021535.#.
8. Kokkina D.G., Sychev I.A. Study of the composition, some physical and chemical properties and biological activity of the polysaccharide complex of burdock leaves. *Ross. Med.-*

- Росс. мед.-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова.* 2017. Т. 25. № 1. С. 42-48. DOI: 10.23888/PAVLOVJ2017142-4.
9. Vos A., M'Rabet L., Stahl B., Boehm G., Garssen J. Immune-modulatory effects and potential working mechanisms of orally applied nondigestible carbohydrates. *Crit. Rev. Immunol.* 2007. 27 (2). P. 97-140. DOI: 10.615/critrevimmunol.v27.i2.10.
 10. Голубев В.Н., Ничева-Филатова Л.В., Шеленская Т.В. Пищевые и биологически активные добавки. М.: Academia. 2003. С. 71-80.
 11. Кириченко Е.Е., Сычев И.А., Чекулаева Г.Ю. Исследование противовоспалительной активности полисахарида цветков пижмы обыкновенной. *Росс. мед.-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова.* 2012. № 3. С. 53-57.
 12. Лаксаева Е.А., Давыдов В.В., Кыримов И.А., Кухтенкова Е.А. Биологическая активность полисахаридсодержащих экстрактов, выделенных из плодов боярышника обыкновенного разной степени зрелости. *Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология.* 2019. Т. 19. Вып. 2. С. 216-222. DOI: 10.18500/1816-9775-2019-19-2-216-222.
 13. Сычев И.А. Механизм противовоспалительного действия полисахаридов донника желтого. *Росс. мед.-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова.* 2006. Т. 14. № 1. С. 51-55.
 14. Соболева В.А., Коломиец А.А. Получение гомеопатических препаратов Aesculus и их физико-химические исследования. *Провизор.* 2007. № 21. С. 45-49. DOI: 10.2753/RSP1061-1967450402.
 15. Mojzisova G., Mojzis J., Pilatova M., Varinska L., Ivanova L., Strojny L., Richnavsky J. Antiproliferative and antian-giogenic properties of horse chestnut extract. *Phytotherapy Res.* 2013. V. 27. №2. P. 159-165. DOI: 10.1002/ptr.4688.
 16. Celep A.G.S., Yilmaz S., Coruh N. Antioxidant Capacity and Cytotoxicity of Aesculus hippocastanum on Breast Cancer MCF-7 Cells. *J. Food Drug Anal.* 2012. V. 20. N 3. P. 692-698. DOI: 10.6227/jfda.2012200318.
 17. Малоштан Л. Н., Башура А. А., Половко Н.П. Доклиническое исследование специфической активности настойки листьев каштана конского. *Клин. фармация.* 2011. Т. 15. № 4. С. 57-59.
 18. Filatova A.V., Turaev A.S., Vypova N.L., Azimova L.B., Djurabaev D.T. Isolation of polysaccharides from horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) Shells and their acute toxicity and influence on the immune system. *Pharmac. Chem. J.* 2021. V. 55. N 4. P. 373-377. DOI: 10.1007/s11094-021-02430-z.
 19. Азимова Л.Б., Филатова А.В., Тураев А.С., Джурабаев Д.Т. Изучение полисахаридного комплекса, выделенного из *Aesculus Hippocastanum*. *Химия растит. сырья.* 2021. № 3. С. 115-122. DOI: 10.14258/jcprm.2021039173.
 20. Соболева В.А., Чушенко В.Н. Изучение химического состава полисахаридов семейства молочайных и использование их в технологии лекарств. *Провизор.* 2007. № 2. С. 38-39.
 21. Zhang Y.Y., Zhang B. Comparison of phenol-sulfuric acid and anthrone-sulfuric methods for determination of polysaccharide in green tea. *Food. Sci.* 2016. V. 37. P. 158-163. *Biol. Vestn. im. akad. I.P. Pavlov.* 2017. V. 25. N 1. P. 42-48 (in Russian). DOI: 10.23888/PAVLOVJ2017142-4.
 9. Vos A., M'Rabet L., Stahl B., Boehm G., Garssen J. Immune-modulatory effects and potential working mechanisms of orally applied nondigestible carbohydrates. *Crit. Rev. Immunol.* 2007. 27 (2). P. 97-140. DOI: 10.615/critrevimmunol.v27.i2.10.
 10. Golubev V.N., Nicheva-Filatova L.V., Shelenskaya T.V. Food and dietary supplements. М.: Academia. 2003. P. 71-80 (in Russian).
 11. Kirichenko E.E., Sychev I.A., Chekulaeva G.Yu. Study of the anti-inflammatory activity of the polysaccharide of tansy flowers. *Ross. Med.-Biol. Vestn. im. akad. I.P. Pavlov.* 2012. N 3. P. 53-57.
 12. Laksaeva E.A., Davydov V.V., Kyarimov I.A., Kukhtenkova E.A. Biological activity of polysaccharide-containing extracts isolated from fruits of common hawthorn with different degrees of maturity. *Izv. Sarat. Univ. Nov. Ser. Ser. Khimiya. Biologiya. Ecologiya.* 2019. V. 19. N 2. P. 216-222 (in Russian). DOI: 10.18500/1816-9775-2019-19-2-216-222.
 13. Sychev I.A. Mechanism of anti-inflammatory action of yellow sweet clover polysaccharides. *Ross. Med.-Biol. Vestn. im. akad. I.P. Pavlov.* 2006. V. 14. N 1. P. 51-55 (in Russian).
 14. Soboleva V.A., Kolomiyets A.A. Obtaining homeopathic preparations of Aesculus and their physico-chemical studies. *Provizor.* 2007. N 1. P. 45-49 (in Russian). DOI: 10.2753/RSP1061-1967450402.
 15. Mojzisova G., Mojzis J., Pilatova M., Varinska L., Ivanova L., Strojny L., Richnavsky J. Antiproliferative and antian-giogenic properties of horse chestnut extract. *Phytotherapy Res.* 2013. V. 27. N 2. P. 159-165. DOI: 10.1002/ptr.4688.
 16. Celep A.G.S., Yilmaz S., Coruh N. Antioxidant Capacity and Cytotoxicity of Aesculus hippocastanum on Breast Cancer MCF-7 Cells. *J. Food Drug Anal.* 2012. V. 20. N 3. P. 692-698. DOI: 10.6227/jfda.2012200318.
 17. Maloshtan L.N., Bashura A.A., Polovko N.P. Preclinical study of the specific activity of horse chestnut leaf tincture. *Klin. Farmatsiya.* 2011. V. 15. N 4. P. 57-59 (in Russian).
 18. Filatova A.V., Turaev A.S., Vypova N.L., Azimova L.B., Djurabaev D.T. Isolation of polysaccharides from horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) Shells and their acute toxicity and influence on the immune system. *Pharmac. Chem. J.* 2021. V. 55. N 4. P. 373-377. DOI: 10.1007/s11094-021-02430-z.
 19. Azimova L.B., Filatova A.V., Turaev A.S., Djurabaev D.T. Studying a polysaccharide complex isolated from *Aesculus Hippocastanum* L. *Khim. Rastit. Syr'ya.* 2021. N 3. P. 115-122 (in Russian). DOI: 10.14258/jcprm.2021039173.
 20. Soboleva V.A., Chushenko V.N. Studying the chemical composition of the polysaccharides of the family family and the use of them in the technology of drugs. *Provizor.* 2007. N 2. P. 38-39 (in Russian).
 21. Zhang Y.Y., Zhang B. Comparison of phenol-sulfuric acid and anthrone-sulfuric methods for determination of polysaccharide in green tea. *Food. Sci.* 2016. V. 37. P. 158-163.

Поступила в редакцию 15.02.2022
Принята к опубликованию 29.03.2022

Received 15.02.2022
Accepted 29.03.2022