

3.4.2. Фармацевтическая химия, фармакогнозия
(фармацевтические науки)

УДК 615.322+577.114
doi: 10.17021/2021.2.2.11.16

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ПОЛИСАХАРИДОВ НАДЗЕМНОЙ И ПОДЗЕМНОЙ
ЧАСТЕЙ ДЕВЯСИЛА БРИТАНСКОГО**

Виктория Валерьевна Арутюнова¹, Алла Владимировна Яницкая²

^{1,2} Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

¹gukassova_1990@mail.ru

²a.yanitskaya@yandex.ru

Аннотация. Все большее внимание привлекает изучение растительного сырья, содержащего в качестве запасного питательного вещества полисахарид инулин. Благодаря наличию в своей структуре фруктозы, инулин широко применяется в пищевой промышленности как компонент диетического питания, сахарозаменитель в продуктах для больных сахарным диабетом, входит в состав детских каш и смесей, улучшает качество хлеба и кисломолочных продуктов. Кроме того, нормализует микрофлору кишечника, способствует развитию полезных микроорганизмов. Поэтому поиск растительных объектов - источников инулина - представляется перспективным. В статье приведены сведения о содержании суммы полисахаридов (фруктозанов) в пересчете на инулин в подземной и надземной частях девясила британского (*Inula britannica* L.) семейства Астровые (*Asteraceae*), широко произрастающего на территории Волгоградской области. Сырье для изучения было заготовлено от дикорастущих популяций в июле - августе 2020 года. Количественное определение проводили методом спектрофотометрического анализа по фармакопейной методике, изложенной в ГФ XIV издания, с предварительным определением показателей влажности для изучаемых морфологических групп. Среднее значения содержания суммы полисахаридов (фруктозанов) в пересчете на инулин в корневищах и корнях составило $11,92 \pm 0,36$ %, в траве - $4,27 \pm 0,17$ % соответственно.

Ключевые слова: инулин, фруктозаны, полисахариды, пребиотик, спектрофотометрия, девясил британский.

Для цитирования: Арутюнова В.В., Яницкая А.В. Определение суммы полисахаридов надземной и подземной частей девясила британского // Прикаспийский вестник медицины и фармации. 2021. Т. 2, № 2. С. 11–16.

**DETERMINATION OF THE AMOUNT OF POLYSACCHARIDES IN THE ABOVE-
GROUND AND UNDERGROUND PARTS OF THE *INULA BRITANNICA* L.**

Viktoriya V. Arutyunova¹, Alla V. Yanitskaya²

^{1,2} Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

¹gukassova_1990@mail.ru

²a.yanitskaya@yandex.ru

Abstract. The study of plant materials containing the polysaccharide inulin as a reserve nutrient is attracting more and more attention. Due to the presence of fructose in its structure, inulin is widely used in the food industry as a component of dietary nutrition, a sugar substitute in products for patients with diabetes mellitus, is a part of baby cereals and formula, improves the quality of bread and dairy products. In addition, it normalizes the intestinal microflora, promotes the development of beneficial microorganisms. Therefore, the search for plant objects - sources of inulin - seems promising. The article provides information on the content of the sum of polysaccharides (fructosans) in terms of inulin in the late and aerial parts of the British

elecampane (*Inula britannica* L.) of the Asteraceae family, which grows widely in the Volgograd region. The raw materials for the study were harvested from wild populations in July - August 2020. The quantitative determination was carried out by the method of spectrophotometric analysis according to the pharmacopoeial method described in the State Pharmacopoeia of the XIV edition, with a preliminary determination of moisture indicators for the studied morphological groups. The average value of the content of the sum of polysaccharides (fructosans) in terms of inulin in rhizomes and roots was 11.92 ± 0.36 %, in grass - 4.27 ± 0.17 %, respectively.

Key words: inulin, fructosans, polysaccharides, prebiotic, spectrophotometry, British elecampane (*Inula britannica* L.)

For citation: Arutyunova V.V., Yanitskaya A.V. Determination of the amount of polysaccharides in the aboveground and underground parts of the *Inula britannica* L. // Caspian Journal of Medicine and Pharmacy. 2021 : 2 (2): 11–16 (In Russ.).

Введение. Общеизвестный факт, что полисахариды являются запасными питательными веществами растений и накапливаются в преобладающей степени в подземных органах, а их комплексы, выделенные из растительного сырья, обладают высокой биологической активностью. У большинства растительных объектов в качестве запасного вещества накапливается крахмал - вещество всем известное и давно изученное. И лишь представители некоторых семейств, в частности семейства Астровые (*Asteraceae*), синтезируют инулин.

По своей структуре инулин отличается от крахмала наличием в фруктозы, однако это отличие делает его уникальным веществом с широким спектром фармакологической активности. Так, инулин является эффективным пребиотиком для организма человека, беспрепятственно достигая толстого кишечника и расщепляясь под действием его микрофлоры, стимулирует перистальтику, ускоряет процесс пищеварения, выводит шлаки и токсины и таким образом оказывает дезинтоксикационное действие и препятствует появлению запоров [1]. Кроме того, инулин влияет на нормализацию и рост полезной микрофлоры кишечника, а следовательно, положительно влияет на процесс пищеварения в целом. Согласно результатам исследований, регулярный прием инулина в течение двух недель дает десятикратный рост полезной микрофлоры в толстом кишечнике [2].

Инулин легко расщепляется до мономеров, которые являются ценными энергетическими продуктами диетического питания. Он способен образовывать гелеобразную текстуру вместе с водой и таким образом имитировать наличие жира в диетических продуктах [3].

Именно факт расщепления до фруктозы делает инулин таким востребованным в современном мире больных сахарным диабетом в качестве сахарозаменителя. По результатам 33 исследований, включающих 1346 участников, показано, что инулин способствует снижению концентрации глюкозы в крови, гликозилированного гемоглобина, инсулина, резистентности к инсулину особенно у людей с предиабетом и диабетом 2 типа. Использование инулина в качестве добавки к пище в количестве 10 г/сутки имеет клиническую ценность [4].

Благодаря своим пребиотическим свойствам инулин входит в большинство продуктов детского питания, в частности в каши и смеси для детей от 0 лет, улучшает качество кисломолочных и хлебобулочных изделий и т.д. [5].

В промышленности инулин получают в основном из цикория обыкновенного. Для увеличения рентабельности производства инулина представляется перспективным получение его из лекарственных фруктозано-накапливающих растений, в которых помимо указанного полисахарида имеется еще комплекс важных биологически активных веществ [6]. Большой интерес с этой точки зрения представляют растения рода Девясил (*Inula*). Среди последних лишь один вид - девясил высокий (*Inula helenium* L.) является фармакопейным. Однако девясил британский (*Inula britannica* L.), широко произрастающий на территории Волгоградской области, представляется перспективным по многим направлениям [1]. Согласно последним данным, он накапливает в надземной части комплекс ценных гидроксикоричных кислот, обладающих высокой биологической активностью [8]. Комплексное использование растительного объекта делает актуальным изучение химического состава подземных органов, в частности количественную оценку содержания полисахаридных комплексов.

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы явилось сравнительное определение содержания суммы полисахаридов (фруктозанов) в пересчете на инулин в подземной (корневища и корни) и надземной (трава) частях девясила британского, произрастающего на территории Волгоградской области.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследований послужили корневища и корни, а также надземная часть девясила британского, заготовленные на территории Среднеахтубинского района Волгоградской области в июле - августе 2020 года. Сырье высушивали воздушно-тенивым способом.

Поскольку для количественного определения суммы полисахаридов спектрофотометрическим методом необходим показатель влажности сырья, на первом этапе определяли содержание остаточной влаги по общепринятой методике, изложенной в ГФ XIV издания [9].

Для количественного определения суммы полисахаридов (фруктозанов) в пересчете на инулин использовали фармакопейную методику [10]. Аналитическую пробу сырья измельчали до величины частиц, проходящих сквозь сито диаметром отверстий 1 мм. Около 1,0 г (точная навеска) измельченного сырья помещали в колбу вместимостью 250 мл, прибавляли 60 мл воды и нагревали на кипящей водяной бане (с погружением колбы) в течение 45 мин. Полученное извлечение после охлаждения фильтровали через вату в мерную колбу вместимостью 200 мл так, чтобы частицы сырья не попали на фильтр. Колбу промывали 10 мл воды и фильтровали в ту же колбу. Экстракцию водой повторяли еще дважды (первый раз нагревают 45 мин. с 30 мл воды, второй раз – 15 мин. с 30 мл воды). Затем сырье переносили на вату, колбу ополаскивали 10 мл воды, фильтровали смыв через вату. К полученному извлечению в мерную колбу прибавляли 1 мл свинца (II) ацетата раствора 10% и оставляли на 10 мин. Затем добавляли 2 мл диатригидрофосфата безводного раствора 5% и оставляли еще на 5 мин. Полученный объем раствора в колбе доводили водой до метки, фильтровали через бумажный фильтр, отбрасывая первые 10-15 мл фильтрата.

2 мл фильтрата помещали в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводили объем раствора водой до метки (раствор А испытуемого раствора).

В каждую из двух конических колб вместимостью по 50 мл помещали по 5 мл резорцина спиртового раствора 0,1 % и по 10 мл хлористоводородной кислоты 30 %. Затем в первую колбу добавляли 5 мл раствора А испытуемого раствора, во вторую – 5 мл воды (раствор сравнения А). Обе колбы нагревали на водяной бане при температуре 80 °С в течение 20 мин и охлаждали до комнатной температуры. Содержимое колб количественно переносили в соответствующие мерные колбы вместимостью 25 мл и доводили объем растворов в них хлористоводородной кислотой 30 % до метки (раствор Б испытуемого раствора, раствор сравнения Б).

Через 15 мин измеряли оптическую плотность раствора Б на спектрофотометре Shimadzu в диапазоне длин волн 300-600 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм относительно раствора сравнения Б.

Содержание суммы фруктозанов и фруктозы в пересчете на инулин в абсолютно сухом сырье в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$x = \frac{A \times 200 \times 100 \times 25 \times 100}{A_{1\text{см}}^{1\%} \times \alpha \times 2 \times 5 \times (100 - W)} = \frac{A \times 5000000}{A_{1\text{см}}^{1\%} \times \alpha \times (100 - W)}$$

где А – оптическая плотность раствор Б испытуемого раствора;

$A_{1\text{см}}^{1\%}$ – удельный показатель поглощения продуктов реакции инулина с резорцином в кислой среде при длине волны 483 нм, равный 498;

α - навеска сырья, г;

W - потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

За окончательный результат принимали среднее значение трех параллельных исследований. Все полученные данные подвергались статистической обработке.

Результаты исследования и их обсуждение. Поскольку полисахаридный комплекс накапливается, как известно, в большей степени в подземных органах, количественное определение мы начали именно с корневищ и корней.

При проведении спектрофотометрического скрининга полученных по методике извлечений из подземных органов был получен характерный УФ-спектр (рис. 1) с максимумом поглощения при длине волны 480 нм (согласно ФС.2.5.0070.18 «Девясила высокого корневища и корни» инулин определяют при 483 нм).

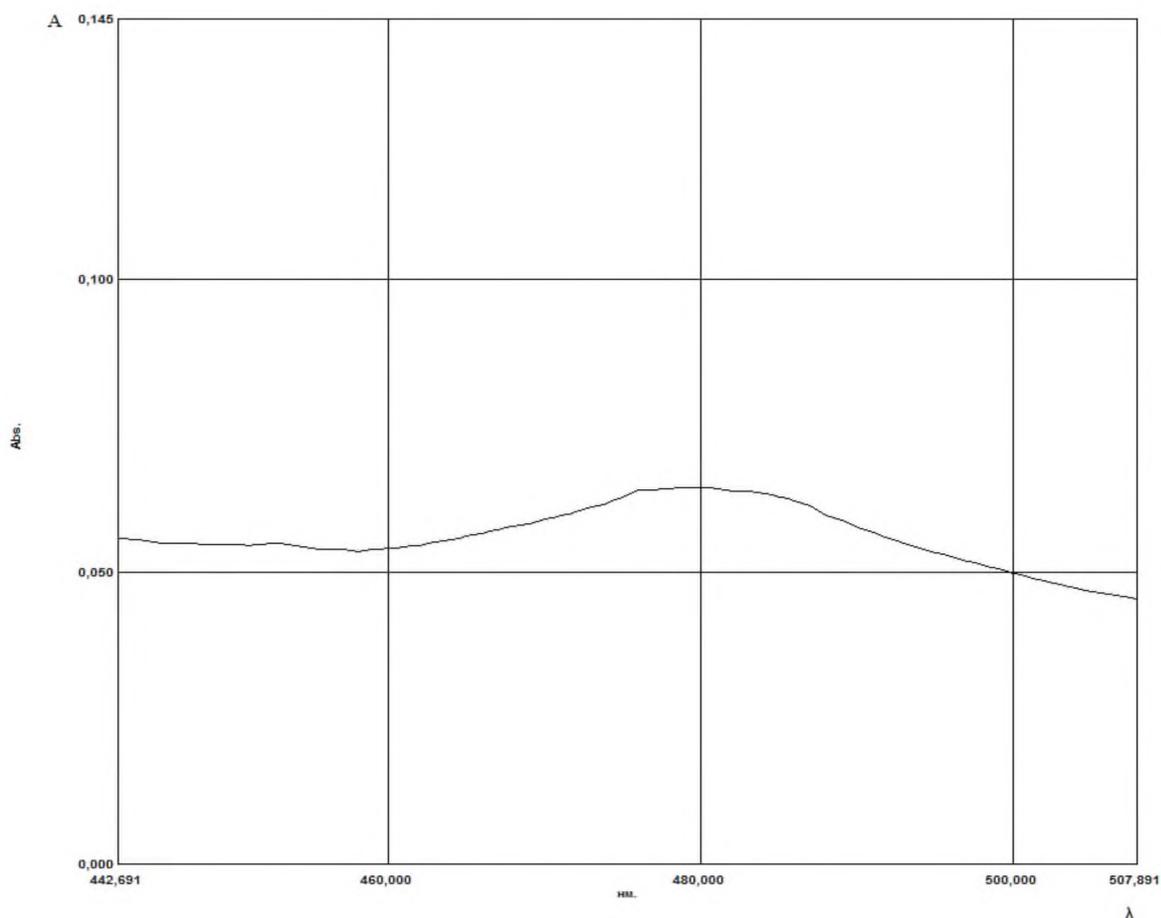


Рис. 1. УФ - спектр поглощения водного экстракта корневищ и корней девясила британского с резорцином

Оптическую плотность изучаемого раствора измеряли при длине 483 нм. Среднее значения содержания суммы полисахаридов в пересчете на инулин составило в пределах $11,92 \pm 0,36$ %, что больше, чем у родственных видов девясила с похожей системой подземных органов, за исключением фармакопейного [11].

Для водного экстракта надземной части изучаемого объекта была получена схожая спектрофотометрическая картина. Оптическую плотность раствора изучали так же при длине волны 483 нм, содержание полисахаридного комплекса составило $4,27 \pm 0,17$ %.

Результаты количественного определения суммы полисахаридов (фруктозанов) в пересчете на инулин представлены в сводной таблице.

Таблица

Результаты определения суммы полисахаридов надземной и подземной частей девясила британского

№ п/п	Корневища и корни девясила британского	Трава девясила британского
1	11,78	4,17
2	11,66	4,18
3	12,31	4,46
$X_{\text{ср}}$	11,92	4,27
S	0,35	0,16
S^2	0,12	0,03
ΔX	0,36	0,17
$\varepsilon, \%$	3,04	4,05

Закключение. Было проведено сравнительное определение содержания суммы полисахаридов (фруктозанов) в подземной и надземной частях девясила британского, произрастающего на территории Волгоградской области. Среднее значение содержания суммы полисахаридов в пересчете на ину-

лин в корневищах и корнях составило $11,92 \pm 0,36$ %, в траве - $4,27 \pm 0,17$ % соответственно.

Список источников

1. Сербяева Э.Р., Якупова А.Б., Магасумова Ю.Р., Фархутдинова К.А., Ахметова Г.Р., Кудуев Б.Р. Инулин: природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применение // Биомика. 2020. Т. 12. № 1. С. 57–79.
2. Хамицаева А.С., Гасиева В.А., Чельдиева Л.Ш., Дзодзиева Э.С., Фарниева М.З., Зокоева С.Ф. Перспективы применения инулина в пищевой промышленности // Материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента «Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Владивказ. 2019.. С. 65–68.
3. Barkhatova T.V., Nazarenko M.N., Kozhukhova M.A., Khripko I.A. Obtaining and identification of inulin from jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers // Foods and Raw Materials. 2015. Vol. 3, no. 2. P. 13–22.
4. Wang L., Yang H., Huang H., Zhang C., Zuo H.X., Xu P., Niu Y.M., Wu S.S. Inulin-type fructans supplementation improves glycemic control for the prediabetes and type 2 diabetes populations: results from a GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of 33 randomized controlled trials // Journal of Translational Medicine. 2019. Vol. 17:410. doi: 10.1186/s12967-019-02159-0.
5. Надежкина М.С., Сагина О.А. Инулин: свойства, применение. Мировой рынок инулина // Modern Science. 2020. №1–2. С. 76–80.
6. Оленников Д.Н., Танхаева Л.М. Методика количественного определения суммарного содержания полифруктанов в корнях лопуха (*Arctium* spp.) // Химия растительного сырья. 2010. №1. С. 115–120.
7. Арутюнова В.В. Изучение сырьевого потенциала травы девясила британского в некоторых районах Волгоградской области // Материалы 75-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов ВолгГМУ с международным участием «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины». Волгоград. Волгоградский государственный медицинский университет. 2017. С. 468 – 469.
8. Янищкая А.В., Правдивцева О.Е., Гукасова В.В. Выделение и идентификация компонентного состава наземной части девясила британского // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2016. № 3 (59). С. 126–129.
9. ОФС.1.5.3.0007.15 «Определение влажности лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» // Государственная фармакопея Российской Федерации. 14 издание. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/547/index.html#zoom=z.pdf.
10. ФС.2.5.0070.18 «Девясилы высокого корневища и корни». URL : http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_4/HTML/829/index.html.pdf.
11. Бубенчикова В.Н., Азарова А.В. Состав и отхаркивающая активность водорастворимых полисахаридных комплексов девясила иволистного // Научные ведомости Белгородского Государственного университета. Серия: естественные науки. 2011. Т. 15. № 2 (104). С. 189–191.

References

1. Serbaeva E.R., Yakupova A.B., Magasumova Yu.R., Farkhutdinova K.A., Akhmetova G.R., Kuluev B.R. Inulin: natural sources, peculiarities of metabolism in plants and practical application // Biomics. 2020; 12(1): 57–79. (In Russ.).
2. Khamitsaeva A.S., Gasieva V.A., Chel'dieva L.Sh., Dzodziewa E.S., Farnieva M.Z., Zokoeva S.F. Prospects for the use of inulin in the food industry. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference in honor of the 90th anniversary of the Faculty of Technological Management " Innovative technologies for the production and processing of agricultural products." Vladikavkaz, 2019; 65–68. (In Russ.).
3. Barkhatova T.V., Nazarenko M.N., Kozhukhova M.A., Khripko I.A. Obtaining and identification of inulin from jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. Foods and Raw Materials. 2015; 3(2): 13–22.
4. Wang L., Yang H., Huang H., Zhang C., Zuo H.X., Xu P., Niu Y.M., Wu S.S. Inulin-type fructans supplementation improves glycemic control for the prediabetes and type 2 diabetes populations: results from a GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of 33 randomized controlled trials. Journal of Translational Medicine. 2019; (17): 410. doi: 10.1186/s12967-019-02159-0.
5. Nadezhkina M.S., Sagina O.A. Inulin: properties, application. World inulin market. Modern Science. 2020; (1-2): 76–80. (In Russ.).
6. Olennikov D.N., Tankhaeva L.M. Method for the quantitative determination of the total content of polyfructans in burdock roots (*Arctium* spp.). Chemistry of plant raw materials. 2010; (1): 115–120. (In Russ.).
7. Arutyunova V.V. Study of the raw material potential of British elecampane herb in some areas of the Volgograd region. Materials of the 75th open scientific-practical conference of young scientists and students of Volgograd State Medical University with international participation "Actual problems of experimental and clinical medicine." Volgograd. Volgograd State Medical University. 2017; 468 – 469. (In Russ.).
8. Yanitskaya A.V., Pravdivtseva O.E., Gukasova V.V. Isolation and identification of the component composition of the aboveground part of the British elecampane. Bulletin of the Volgograd State Medical University. 2016; 3 (59): 126–129. (In Russ.).

9. O.F.S.1.5.3.0007.15 "Determination of moisture content of medicinal plants and herbal medicinal products." State Pharmacopoeia of the Russian Federation. 14th edition. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/547/index.html#zoom=z.pdf.
10. F.S.2.5.0070.18 "Elecampane of high rhizome and roots". URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_4/HTML/829/index.html.pdf.
11. Bubenchikova V.N., Azarova A.V. Composition and expectorant activity of water-soluble polysaccharide complexes of willow leaf elecampane. Scientific statements of the Belgorod State University. Series: natural sciences. 2011; 15-2 (104): 189–191. (In Russ.).

Информация об авторах

В.В. Арутюнова, старший преподаватель кафедры фармакогнозии и ботаники, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия.

А.В. Яницкая, заведующая кафедрой фармакогнозии и ботаники, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия.

Information about the authors

V.V. Arutyunova, Senior lecturer of the department, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia.

A.V. Yanitskaya, Cand. Sci (Biol.), Head of Department, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia.*

*Статья поступила в редакцию 14.08.2021; принята к публикации 14.09.2021.
The article was submitted 14.08.2021; accepted for publication 14.09.2021.