

УДК 615.322

14.04.02 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2021.1.27

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ИНУЛИНА В КОРНЕВИЩАХ И КОРНЯХ ДЕВЯСИЛА ВЫСОКОГО В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ**

© Дьякова Н.А.

*Воронежский государственный университет, Россия, 394006, Воронеж, Университетская площадь, 1**Резюме*

**Цель** исследования – изучение динамики изменения содержания инулина в корневищах и корнях девясила высокого.

**Методика.** Заготовку лекарственного растительного сырья осуществляли в экологически чистом месте в естественной заросли, вдали от крупных городов, транспортных магистралей и промышленных предприятий, ежемесячно, с мая по ноябрь 2020 г. (в середине месяца) в Новоусманском районе Воронежской области. Определение содержания инулина в отобранных образцах корневищ и корней девясила высокого проводили по ранее разработанной, валидированной и запатентованной экспрессной гравиметрической методике с применением ультразвуковой экстракции. Каждое определение проводили троекратно.

**Результаты.** Рассмотрена динамика изменения содержания инулина в корневищах и корнях девясила высокого в период вегетации растения с мая по ноябрь.

**Заключение.** Выявлено, что максимальное накопление инулина в корневищах и корнях девясила высокого происходит в октябре достигает  $21,15 \pm 0,51\%$ , что примерно в 1,5 раза больше, чем содержание водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого в мае ( $13,97 \pm 0,44\%$ ) и сентябре ( $14,71 \pm 0,49\%$ ). Наименьшее же содержание инулина в корневищах и корнях девясила высокого отмечается в период его активного цветения и начала плодоношения в июле ( $5,18 \pm 0,60\%$ ), что объясняется значительным энергетическим обменом в растительном организме в этот период, и как следствие, затратой запасных питательных веществ.

*Ключевые слова:* водорастворимые полисахариды, инулин, корневища и корни девясила высокого

**DYNAMICS OF INULIN CONTENT CHANGE IN RHIZOMES AND ROOTS OF INULA HELENIUM L IN VEGETATION PROCESS**

Dyakova N.A.

*Voronezh State University, Russia, 394006, Voronezh, University Square, 1**Abstract*

**Objective.** To study the dynamics of inulin content change in rhizomes and roots of *Inula helenium* L.

**Methods.** The preparation of medicinal vegetal raw materials was carried out in an environmentally friendly place in a natural thicket, away from large cities, transport highways and industrial enterprises, monthly, from May to November 2020 (in the middle of the month) in the Novousmansky district of the Voronezh region. Determination of inulin content in selected samples of rhizomes and roots of *Inula helenium* L was carried out using previously developed, validated and patented express gravimetric procedure using ultrasonic extraction. Each determination was carried out three times.

**Results.** Dynamics of change of inulin content in rhizomes and roots of *Inula helenium* L during plant vegetation period from May to November are considered.

**Conclusion.** It was revealed that the maximum accumulation of inulin in the rhizomes and roots of the *Inula helenium* L occurs in October and reaches  $21.15 \pm 0.51\%$ , which is about 1.5 times more than the content of water-soluble polysaccharides in the rhizomes and roots of the plant in May ( $13.97 \pm 0.44\%$ ) and September ( $14.71 \pm 0.49\%$ ). The smallest content of inulin in the rhizomes and roots of *Inula helenium* L is noted during its active flowering and the beginning of fruiting in July ( $5.18 \pm 0.60\%$ ), which is explained by the significant energy exchange in the plant body during this period, and as a result, the cost of spare nutrients.

*Keywords:* water-soluble polysaccharides, inulin, rhizomes and roots of *Inula helenium* L

## Введение

Девясил высокий (*Inula helenium* L.) – многолетнее травянистое растение рода Девясил (*Inula*) семейства Астровые (*Asteraceae*), высотой до 1,5-2 м. В дикорастущем виде широко встречается на лугах, в карьерах, около водоемов в Европе, Азии и Африке. Благодаря красивому внешнему виду и лечебным свойствам активно используется в ландшафтном дизайне и вводится в культуру. Корневища и корни девясила высокого отличаются богатым химическим составом и содержат водорастворимые полисахариды, основу которых составляет инулин (до 44%), а также эфирное масло, горькие вещества, сапонины, смолы, камеди, алкалоиды, органические кислоты, микро- и макроэлементы [2, 6].

Корневища и корни девясила высокого обладают отхаркивающим, противовоспалительным действием, антисептическим, желчегонным, спазмолитическим, кровоостанавливающим, мочегонным, глистогонным действиями, улучшают аппетит, снижают секрецию желудочного сока. Благодаря широкому спектру фармакологической активности корневища и корни девясила высокого широко используются как лекарственное растительное сырье в виде отвара, а также входят в состав сборов («Алфит-4», «Алфит-18», «Алфит-20») и сиропов (Сироп девясила с витамином С, Сироп сабельника с девясилом для суставов). Таким образом, в медицинской и фармацевтической практике используются водные извлечения из лекарственного растительного сырья девясила высокого, а фармакологический эффект обусловлен водорастворимыми соединениями, основу которых составляют водорастворимые полисахариды [3, 9].

Регламентированные Государственной фармакопеей 14 издания сроки заготовки корневищ и корней девясила высокого – осень, без уточнений конкретного периода [1].

Цель исследования – изучение динамики изменения содержания инулина в корневищах и корнях девясила высокого.

## Методика

Заготовку лекарственного растительного сырья осуществляли в экологически чистом месте в естественной заросли, вдали от крупных городов, транспортных магистралей и промышленных предприятий, ежемесячно, с мая по ноябрь 2020 г. (в середине месяца) в Новоусманском районе Воронежской области. Более ранняя (апрель) заготовка сырья не представлялась возможным в связи со сложностями идентификации растения, надземная часть которого в указанные периоды неразвита. Выкопанные корневища и корни девясила высокого очищали от надземных частей и остатков земли, резали на куски на 5-10 см, сушили теневым способом.

Определение инулина в отобранных образцах корневищ и корней девясила высокого проводили по ранее разработанной, валидированной и запатентованной экспрессной гравиметрической методике с применением ультразвуковой экстракции [4, 7, 8]. Данная методика позволяет интенсифицировать процесс получения инулина из корневищ и корней девясила высокого и снизить время, расходуемое на него до 6-7 ч.

Для выделения инулина аналитическую пробу сырья измельчают до частиц размера 0,5-1,0 мм. Около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу вместимостью 50 мл, прибавляют 15 мл воды очищенной, нагретой до температуры кипения, помещают в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц при температуре 80°C, экстрагируют 15 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза, прибавляя по 15 мл воды. Водные извлечения объединяют и фильтруют через 3 слоя марли с подложенным тампоном ваты, вложенных в стеклянную воронку диаметром 5 см. Осаждение проводят трехкратным количеством 95%-ного этилового спирта, перемешивают, охлаждают в морозильной камере при температуре -18°C в течение 1 часа. Затем содержимое колбы фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный беззольный бумажный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр ПОР 16 с диаметром 40 мм, под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Полученный осадок растворяют в 10 мл нагретой до 80 °C воде очищенной, добавляют 5 капель 50% раствора кальция хлорида и 0,5 г мелкодисперсного порошка алюминия оксида, выдерживают 20 мин, затем фильтруют под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Полученный фильтрат последовательно пропускают через ионообменные колонки с анионитом в гидроксильной форме АВ-17-8 и катионитом в водородной форме КУ-2-8 с учетом емкости ионообменных смол до рН элюата 6,5-7,5 и степени чистоты инулина, равной 97%. Для осаждения инулина к элюату вновь добавляют трехкратное количество 95%-ного этанола при перемешивании, охлаждая в морозильной камере при температуре -18°C в течение 1 часа, фильтрование осадка проводят через предварительно высушенный беззольный бумажный

фильтр под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Осадок на фильтре последовательно промывают 15 мл раствора 95% этилового спирта в очищенной воде (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95% этилового спирта (1:1). Фильтр с осадком высушивают сначала на воздухе, затем при температуре 100-105°C до постоянной массы.

Содержание инулина в пересчете на абсолютно сухое сырьё вычисляют по стандартной формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) * 100 * 100}{m * (100 - W)}, \quad (1)$$

где  $m_1$  – масса высушенного фильтра, г;  $m_2$  – масса высушенного фильтра с осадком, г;  $m$  – навеска сырья, г;  $W$  – потеря в массе сырья при высушивании, %.

Для извлечения инулина использовали ультразвуковую баню «Град 40-35», взвешивание осуществляли на аналитических весах «A&D GH-202», высушивание до постоянной массы проводили в сухожаровом шкафу «Витязь ГП-40». Каждое определение проводили трехкратно. Полученные в ходе эксперимента данные, статистически обрабатывали с помощью пакета программ «Microsoft Excel» с использованием t-критерия Стьюдента при доверительной вероятности 0,95 [5].

## Результаты исследования и их обсуждение

Результаты, полученные при изучении динамики накопления инулина в корневищах и корнях девясила высокого, показаны на рис. 1.

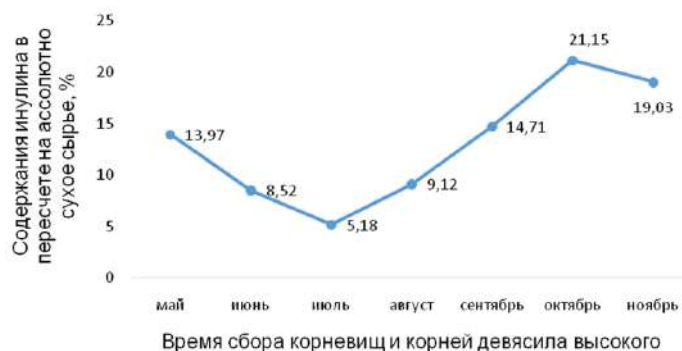


Рис. 1. Содержание инулина в пересчете на абсолютно сухое сырьё в корневищах и корнях девясила высокого

Из рис. 1 видно, что максимальное накопление инулина в корневищах и корнях девясила высокого ( $21,15 \pm 0,51\%$ ) происходит в октябре. Содержание данной группы биологически активных веществ в мае примерно в 1,5 раза ниже и составляет  $13,97 \pm 0,44\%$ . К июню (период бутонизации и начала цветения девясила высокого) содержание инулина в корневищах и корнях начинает заметно снижаться ( $8,52 \pm 0,53\%$ ). Наименьшее же содержание инулина в корневищах и корнях девясила высокого отмечается в период его активного цветения и начала плодоношения в июле ( $5,18 \pm 0,60\%$ ), что объясняется значительными энергетическим обменом в растительном организме в этот период, и как следствие, затратой запасных питательных веществ. К августу запас инулина в корневищах и корнях растения вновь активизируется ( $9,12 \pm 0,55\%$ ), к сентябрю его содержание выходит уровень  $14,71 \pm 0,49\%$ , и его накопление продолжается до октября. Концентрация инулина в корневищах и корнях девясила высокого в ноябре, когда надземная часть растения уже полностью увяла, составила  $19,03 \pm 0,54\%$ , что немного ниже октябрьского содержания данной группы биологически активных веществ в сырье, но при этом может объясняться небольшой растратой запасных питательных веществ растением на метаболизм в отсутствие фотосинтетических процессов.

## Заключение

Рассмотрена динамика изменения содержания инулина в корневищах и корнях девясила высокого в период вегетации растения с мая по ноябрь. Выявлено, что максимальное накопление данной группы биологически активных веществ в изучаемом лекарственном растительном сырье происходит в октябре достигает  $21,15 \pm 0,51\%$ , что примерно в 1,5 раза больше, чем содержание

водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого в мае ( $13,97 \pm 0,44\%$ ) и сентябре ( $14,71 \pm 0,49\%$ ).

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект МК-1177.2021.3).

## Литература (references)

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 4. – М.: ФЭМБ, 2018. – 1883 с. [*Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. Izdanie XIV, Tom 4. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV. Volume 4. Moscow: FEMB, 2018. – 1883 p. (in Russian)*]
2. Захаренко В.Г. Девясил высокий – лекарственное и декоративное растение // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2006. – №93. – С. 17-20. [Zaharenko V.G. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. Bulletin of the State Nikita Botanical Garden. – 2006. – N 93. – P. 17-20. (in Russian)]
3. Куркин В.А. Фармакогнозия / А.В. Куркин. – Самара: Офорт, 2004. – 1179 с. [Kurkin V.A. *Farmakognoziya*. *Pharmakognoziya*. Samara: Ofort, 2004. – 1179 p. (in Russian)]
4. Патент 2712094 (РФ). Способ получения очищенного инулина из растительного сырья / Н.А. Дьякова, А.А. Мындра, А.И. Сливкин // 2020. Бюл. – №3. – 7 с. [Patent 2712094 (RU). Dyakova N.A., Myndra A.A., Slivkin A.I. 2020 *Sposob polucheniya ochishchennogo inulina iz rastitel'nogo syr'ya*. Method for production of purified inulin from vegetable raw materials N 3, 7 p. (in Russian)].
5. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва: «МедиаСфера» – 2000. – 312 с. [Rebrova O.Y. *Statisticheskij analiz medicinskih dannyh. Primenenie paketa prikladnyh programm STATISTICA*. Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA application package. Moscow: MediaSphere, 2000. – 312 p. (in Russian)]
6. Яницкая А.В., Митрофанова И.Ю. Девясил высокий – перспективный источник новых лекарственных средств // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2012. – №3. – С. 24-27. [Anickaya A.V., Mitrofanova I.YU. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. Bulletin of Volgograd State Medical University. – 2012. – N3. – P. 24-27. (in Russian)]
7. Dyakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P. et al. Development and validation of an express technique for isolation and quantitative determination of water-soluble polysaccharides from roots of *Taraxacum officinale* Wigg // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. – 2018. – V.52. – N4. – P. 343-346.
8. Dyakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P. et al. Development and validation of an express method for assay of water-soluble polysaccharides in common burdock (*Arctium lappa* L.) roots // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. – 2015. – V.49. – N9. – P. 620-623.
9. Konishi T., Shimada Y. Antiproliferative sesquiterpene lactones from the roots of *Inula helenium* // *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. – 2010. – V.25. – N10. – P. 1370-1371.

## Информация об авторах

Дьякова Нина Алексеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: Ninochka\_V89@mail.ru

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.