

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ В КОРНЕВИЩАХ И КОРНЯХ ДЕВЯСИЛА ВЫСОКОГО В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ

Н.А. Дьякова

Воронежский государственный университет (г. Воронеж)

Study of dynamics of accumulation of water-soluble polysaccharides in rhizomes and roots of high elecampane during vegetation

N.A. Dyakova

Voronezh State University (Voronezh, Russia)

РЕЗЮМЕ

В настоящее время в медицинской и фармацевтической практике используются водные извлечения из корневищ и корней девясила высокого, при этом фармакологический эффект обусловлен водорастворимыми соединениями, основу которых составляют водорастворимые полисахариды. Регламентированные Государственной фармакопеей РФ сроки заготовки корневищ и корней девясила высокого – осень, без уточнений конкретного периода.

Цель исследования – изучение динамики накопления водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого.

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 года (в середине месяца) в Новоусманском районе Воронежской области. Определение суммы водорастворимых полисахаридов 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. Выявлено, что максимальное накопление данной группы биологически активных веществ в изучаемом лекарственном растительном сырье происходит в октябре и достигает $30,29 \pm 0,46$ %, что примерно в 1,5 раза больше, чем содержание водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого в мае ($21,75 \pm 0,38$ %) и сентябре ($22,81 \pm 0,39$ %). Наименьшее же содержание суммы водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого отмечается в период его активного цветения и начала плодоношения в июле ($11,15 \pm 0,40$ %), 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.

RESUME

Currently, in medical and pharmaceutical practice, aqueous extracts from the rhizomes and roots of the high elecampane are used, the pharmacological effect being due to water-soluble compounds based on water-soluble polysaccharides. The State Pharmacopoeia of the Russian Federation suggests harvesting of rhizomes and roots of high elecampane during autumn, without specifying a specific period. The purpose of the study is to study the dynamics of the accumulation of water-soluble polysaccharides in the rhizomes and roots of the high elecampane. 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 Novousmansk district of the Voronezh region. The sum of the water-soluble polysaccharides in the selected rhizome and root samples of the high elecampane was determined by a previously developed, validated and patented express gravimetric procedure using ultrasonic extraction. Each determination was carried out three times. It was revealed that the maximum accumulation of this group of biologically active substances in the studied medicinal plant raw materials occurs in October and reaches $30.29 \pm 0.46\%$, which is about 1.5 times more than the content of water-soluble polysaccharides in the rhizomes and roots of the high elecampane in May ($21.75 \pm 0.38\%$) and September ($22.81 \pm 0.39\%$). The lowest content of the sum of water-soluble polysaccharides in the rhizomes and roots of the high elecampane is noted during its active flowering and the beginning of fruiting in July ($11.15 \pm 0.40\%$), which is explained by the significant energy exchange in the plant body during this period, and as a result, consumption of spare nutrients.

Keywords: water-soluble polysaccharides, inulin, rhizomes and roots of the high elecampane.

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 [1, 2].

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, 4].

Регламентированные Государственной фармакопеей 14 издания сроки заготовки корневищ и корней девясила высокого – осень, без уточнений конкретного периода [5].

Цель исследования – изучение динамики накопления водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ

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 года (в середине месяца)

в Новоусманском районе Воронежской области. Более ранняя (апрель) заготовка сырья не представлялась возможной 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 суммы водорастворимых полисахаридов в отобранных образцах корневищ и корней девясила высокого проводили по ранее разработанной, валидированной и запатентованной экспрессной гравиметрической методике с применением ультразвуковой экстракции [6, 7, 8]. Данная методика позволяет интенсифицировать процесс выделения водорастворимых полисахаридов из корневищ и корней девясила высокого и снизить время, расходуемое на него до 4–5 часов. Методика анализа сводится к тому, что 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 °С, экстрагируют 15 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза, прибавляя по 15 мл воды. Водные извлечения объединяют и фильтруют в мерную колбу вместимостью 50 мл через 3 слоя марли с подложенным тампоном ваты, вложенной в стеклянную воронку диаметром 5 см и предварительно промытой водой очищенной. Фильтр промывают водой и доводят объём раствора до метки (раствор А). 12,5 мл раствора А помещают в коническую колбу на 50 мл, прибавляют 37,5 мл 95 % этилового спирта, перемешивают, охлаждают в морозильной камере при температуре -18 °С в течение 30 мин. 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. Осадок на фильтре последовательно промывают 15 мл раствора 95 % этилового спирта в воде очищенной (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95 % этилового спирта (1:1). Фильтр с осадком высушивают сначала на воздухе, затем при температуре 100–105 °С до постоянной массы [6].

Содержание суммы водорастворимых по-

лисахаридов в пересчёте на абсолютно сухое сырьё вычисляют по стандартной формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 4 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)}, (1)$$

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 суммы водорастворимых полисахаридов использовали ультразвуковую баню «Град 40-35», взвешивание осуществляли на аналитических весах «A&D GH-202», высушивание до постоянной массы проводили в сушильном 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 [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

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

Из рис. 1 видно, что максимальное накопление суммы водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого ($30,29 \pm 0,46$ %) происходит в октябре, когда содержание данной группы биологически активных веществ примерно в 1,5 раза превышает их концентрацию в мае ($21,75 \pm 0,38$ %). К июню (период бутонизации и начала цветения девясила высокого) содержание суммы во-

дорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях заметно снижается ($14,08 \pm 0,42$ %). Минимальное содержание суммы водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого отмечается в период его активного цветения и начала плодоношения в июле ($11,15 \pm 0,40$ %), что объясняется значительным энергетическим обменом в растительном организме в этот период, и как следствие, повышенным расходом запасных питательных веществ. К августу запас водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях растения вновь повышается ($15,68 \pm 0,33$ %), к сентябрю их содержание выходит примерно на уровень мая ($22,81 \pm 0,39$ %) и процесс накопления продолжается до октября. Концентрация суммы водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого в ноябре, когда надземная часть растения уже полностью увяла, составила $29,87 \pm 0,34$ %, что немного ниже октябрьского содержания данной группы биологически активных веществ в сырье – на 0,42 %, но при этом укладывается в ошибку эксперимента, а также может объясняться небольшой растратой растением запасных питательных веществ на метаболические процессы в отсутствии фотосинтеза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено исследование динамики накопления водорастворимых полисахаридов 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

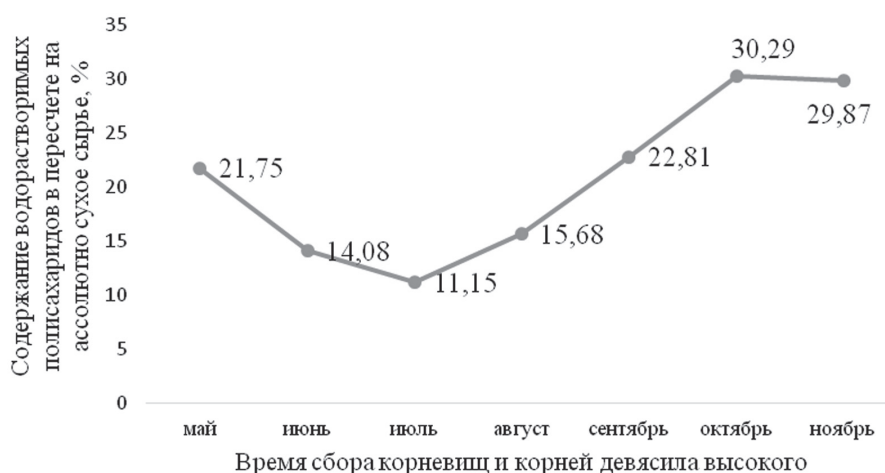


Рис. 1. Содержание водорастворимых полисахаридов в пересчете на абсолютно сухое сырье в корневищах и корнях девясила высокого.

сырье, заготовленном в Воронежской области, происходит в октябре и достигает $30,29 \pm 0,46 \%$, что примерно в 1,5 раза больше, чем содержание водорастворимых полисахаридов в корневищах и корнях девясила высокого в этом же регионе в мае ($21,75 \pm 0,38 \%$) и сентябре ($22,81 \pm 0,39 \%$).

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Яницкая, А.В. Девясил высокий – перспективный источник новых лекарственных средств / А.В. Яницкая, И.Ю. Митрофанова // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2012. – №3(43). – С.24–27.
2. Захаренко, В.Г. Девясил высокий – лекарственное и декоративное растение / В.Г. Захаренко // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2006. – №93. – С.17–20.
3. Konishi, T. Antiproliferative sesquiterpene lactones from the roots of *Inula helenium* / T. Konishi, Y. Shimada // Biol. Pharm. Bull. – 2010. – Vol.25, №10. – P.1370–1371.
4. Куркин, В.А. Фармакогнозия / В.А. Куркин. – Самара: СамГМУ, 2004. – С.414–417.
5. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 4. – М.: ФЭМБ, 2018. – С.6012–6019.
6. Патент 2712094 (РФ). Способ получения очищенного инулина из растительного сырья / Н.А. Дьякова, А.А. Мындра, А.И. Сливкин. – 2020. Бюл. №3. – 7 с.
7. Development and validation of an express technique for isolation and quantitative determination of water-soluble polysaccharides from roots of *Taraxacum officinale* Wigg / N.A. Dyakova, A.I. Slivkin, S.P. Gaponov [et al.] // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. – 2018. – Vol. 52. No 4. – pp. 343–346.
8. Development and validation of an express method for assay of water-soluble polysaccharides in common burdock (*Arctium lappa* L.) roots / N.A. Dyakova, A.I. Slivkin, S.P. Gaponov [et al.] // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. – 2015. – Vol.49. No 9. – pp.620–623.
9. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М.: МедиаСфера. – 2000. – 312 с.

REFERENCES

1. Anickaya, A.V. Devyasil vysokij – perspektivnyj istochnik novyh lekarstvennyh sredstv [Devyasil high – a promising source of new medicines] / A.V. Anickaya, I.Yu. Mitrofanova // *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. – 2012. – No 3 (43). – pp.24–27.
2. Zaharenko, V.G. Devyasil vysokij – lekarstvennoe i dekorativnoe rastenie [Devyasil tall – medicinal

and ornamental plant] / V.G. Zaharenko // *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. – 2006. – No 93. – pp.17–20.

3. Konishi, T. Antiproliferative sesquiterpene lactones from the roots of *Inula helenium* / T. Konishi, Y. Shimada // *Biol. Pharm. Bull.* – 2010. – Vol.25. No 10. – pp.1370–1371.

4. Kurkin, V.A. *Farmakognosiya* [Pharmacognosy] / V.A. Kurkin. – Samara: Ofort, 2004. – pp.414–417.

5. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. Izdanie XIV* [State pharmacopeia of the Russian Federation. Edition XIV], 2018, Vol. 4, Moscow, FEMB, pp. 6012–6019.

6. Patent 2712094 (RU) *Method for production of purified inulin from vegetable raw materials* / N.A. Dyakova, A.A. Myndra, A.I. Slivkin. – 2020. – No 3. – 7 p.

7. Development and validation of an express technique for isolation and quantitative determination of water-soluble polysaccharides from roots of *Taraxacum officinale* Wigg / N.A. Dyakova, A.I. Slivkin, S.P. Gaponov [et al.] // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. – 2018. – Vol. 52. No 4. – pp.343–346.

8. Development and validation of an express method for assay of water-soluble polysaccharides in common burdock (*Arctium lappa* L.) roots / N.A. Dyakova, A.I. Slivkin, S.P. Gaponov [et al.] // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. – 2015. – Vol. 49. No 9. – pp.620–623.

9. Rebrova, O.Y. *Statisticheskij analiz medicinskih dannyh. Primenenie paketa prikladnyh programm STATISTICA* [Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA application package] / O.Y. Rebrova. – Moscow: MediaSphere, 2000. – 312 p.

Адрес автора

К.б.н. Дьякова Н.А., доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии
Ninotchka_V89@mail.ru