

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-1-143-154>

УДК [577.114:547.458] (470.6)



Физико-химическое исследование накопления водорастворимых полисахаридов *Inula helenium* L. Северо-Кавказского региона

М.И. Стальная, Н.О. Сичко✉

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»;
г. Майкоп, Российская Федерация,
✉sichko1971@mail.ru

Аннотация. Введение. На использовании природных местных источников лекарственного сырья с высокой фармакологической активностью и значительной сырьевой базой направлена основа долгосрочного развития фармацевтического производства России в сфере импортозамещающих товаров. Достаточно перспективным в данном контексте является девясил высокий, у которого корни и корневища широко используются в качестве лекарственного сырья, но при этом к побочным продуктам переработки относят его надземные зелёные части. Это и послужило обоснованием их выбора в качестве нашего объекта исследования. **Цель исследования.** Сравнительное определение физико-химических характеристик водорастворимого полисахаридного комплекса девясила высокого (*Inula helenium* L.), произрастающего на территории Республики Адыгея; исследование сезонной динамики накопления сложных высокомолекулярных углеводов различных органов растения; установление оптимального срока заготовки сырья. **Объекты и методы исследования.** В процессе исследования были использованы основные стандартные методы анализа, позволяющие провести всестороннюю оценку качества и подлинности исследуемого растительного сырья. **Результаты и обсуждение.** В рамках исследовательской работы нами был проведён аналитический контроль водорастворимых биологически активных соединений в природных популяциях *Inula helenium* L., произрастающих в предгорной зоне Республики Адыгея, а также произведён подбор оптимальных условий процесса экстракции водорастворимых полисахаридов корней изучаемого растения. Показано, что значительное количество водорастворимых полисахаридов накапливает дикорастущее сырьё изучаемого вида, произрастающего на территории Адыгеи. В надземных и подземных частях растения определены сезонные колебания концентраций продуктов первичного метаболизма (водорастворимого полисахаридного комплекса). Установлено, что в течение всего времени активного роста и развития растения, вплоть до периода массового семяобразования и подготовки растения к покою в зимний период, увеличивается содержание растворимых углеводов в корнях и корневищах растения. **Заключение.** Перспективность проведённых научных исследований доказывают полученные нами результаты, которые имеют не только теоретическую, но и практическую ценность с целью установления научно обоснованных временных рамок заготовки сырья.

Ключевые слова: растительное сырьё, водорастворимые полисахариды, экстрагирование, динамика накопления, оптимальные условия извлечения

Для цитирования: Стальная М.И., Сичко Н.О. Физико-химическое исследование накопления водорастворимых полисахаридов *Inula helenium* L. Северо-Кавказского региона. *Новые технологии* / *New technologies*. 2026; 22(1):143-154. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-1-143-154>

Physical and chemical research of the accumulation of *Inula helenium* L. water-soluble polysaccharides in the North Caucasus region

M.I. Stalnaya, N.O. Sichko✉

Maykop State Technological University; Maikop, the Russian Federation,
✉sichko1971@mail.ru

Abstract. Introduction. The long-term development of the Russian pharmaceutical production in the field of import-substituting goods is based on the use of natural local sources of medicinal raw materials with high pharmacological activity and a significant raw material base. Elecampane is quite promising in this context, its roots and rhizomes are widely used as medicinal raw materials, but its aboveground green parts are classified as by-products of processing. This served as the rationale for choosing them as the object of our research. **The goal of the research** is comparative determination of the physicochemical characteristics of the water-soluble polysaccharide complex of elecampane (*Inula helenium* L.), growing in the Republic of Adygea; research of the seasonal dynamics of accumulation of complex high molecular weight carbohydrates in various plant organs; establishment of the optimal time for raw material procurement. **The objectives and methods of the research.** In the research, the main standard methods of analysis were used, allowing for a comprehensive assessment of the quality and authenticity of the studied plant raw materials. **The results and discussion.** As part of the research, analytical monitoring of water-soluble biologically active compounds in natural populations of *Inula helenium* L. growing in the foothills of the Republic of Adygea has been conducted; and optimal conditions for the extraction of water-soluble polysaccharides from the roots of the studied plant have been selected. It has been demonstrated that the wild-growing raw materials of the species, growing in Adygea, accumulate significant amounts of water-soluble polysaccharides. Seasonal fluctuations in the concentrations of primary metabolism products (water-soluble polysaccharide complex) have been determined in the above-ground and underground parts of the plant. It has been established that the content of soluble carbohydrates in the roots and rhizomes of the plant increases throughout the period of active growth and development, right up to the period of mass seed formation and preparation for winter dormancy. **Conclusion.** The promising nature of the conducted scientific research is demonstrated by our results, which have not only theoretical but also practical value for the purpose of establishing scientifically substantiated timeframes for raw material procurement.

Keywords: plant materials, water-soluble polysaccharides, extraction, accumulation dynamics, optimal extraction conditions

For citation: Stalnaya M.I., Sichko N.O. Physical and chemical research of the accumulation of *Inula helenium* L. water-soluble polysaccharides in the North Caucasus region. *Novye tehnologii / New technologies*. 2026; 22(1):143-154. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-1-143-154>

Введение. Расширение за счёт растений отечественной флоры ассортимента доступного и эффективного лекарственного растительного сырья является принципиальным подходом к улучшению эффективности системы здравоохранения в целом [1]. Препараты растительного происхождения, за редким исключением, обладают рядом существенных преимуществ: у них при длительном применении отмечена минимальная токсичность, отсутствуют опасные побочные эффекты и низкая аллергическая реакция, у пациентов различных

возрастных групп установлена хорошая переносимость, не наблюдается привыкание даже при продолжительном использовании. Особую ценность фитопрепараты представляют благодаря своей высокой совместимости с другими лекарственными средствами и между различными фитотерапевтическими препаратами. Это свойство делает их незаменимыми как при различных профилактических мероприятиях и комплексной терапии хронических заболеваний, а так и при длительном медикаментозном лечении [2, 3].

В последнее время в фокусе внимания остро поставлен вопрос о расширении местного природного потенциала сырья посредством поиска новых сырьевых источников, что обеспечивает условия безопасной, длительной компенсации нарушений метаболизма углеводов и позволяет минимизировать проявление побочных эффектов у заболевших. Девясил высокий может являться одним из подобных источников для данных фитотерапевтических средств. О массовом использовании девясила высокого этномедициной свидетельствует проведённый обзор научной литературы, рассматривающей использование лекарственных препаратов, содержащих важнейшие биологически активные компоненты растительного сырья, определяющие его фармакологические свойства.

Растения девясила высокого (*Inula helenium* L.) можно повсеместно встретить в центральной Европе, на территории азиатских стран и на африканском континенте. Данный вид отнесён к семейству астровых (*Asteraceae*), к виду многолетних растений рода Девясил (*Inula*) [4, 5]. Для лечения ран в качестве противовоспалительного, ранозаживляющего и антимикробного средства применяют водные настои из высушенной травы этого растения [6, 7].

К значительному сокращению запасов растительного сырья, среди которых находятся и многолетние растения семейства Астровых, приводят антропогенное влияние человека на окружающую природу и связанные с этим существенные экологические сдвиги. Для решения указанной проблемы мы рекомендуем привлечение потенциала разных видов девясила, а именно девясила высокого, природные заросли которого широко распространены на всей территории Северо-Кавказского региона.

Отмечено, что фрагментарный характер носят сведения о фармакологических свойствах и химическом составе как корней с корневищами, так и надземных органов девясила высокого. В этой связи считаем актуальным изучение физико-химического

состава данного растения с целью его внедрения в научную медицину.

Цель исследования. Сравнительное определение физико-химических характеристик водорастворимого полисахаридного комплекса *Inula helenium* L., произрастающего на территории Республики Адыгея; исследование сезонной динамики накопления биологически активных соединений (БАС) подземной части растения; установление оптимального срока заготовки сырья.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются дикорастущие популяции лекарственного растения девясила высокого (*Inula helenium* L.), заготовленные в экологически чистой предгорной зоне Республики Адыгея на высоте 480 м над уровнем моря в начале мая - конце ноября 2025 года. Сырьём выступали корни, листья и облиственные цветоносные побеги, которые можно заготавливать несколько раз за сезон в жарких климатических условиях.

Методы исследования. Применяли технологический ультразвуковой аппарат «Волна» для интенсификации процесса извлечения водорастворимых полисахаридов (ВРП), в принципе работы которого заложено использование колебаний ультразвука высокой интенсивности для ускорения массо- и теплообменных реакций; на аналитических весах «WA-21» проводили весовой анализ; высушивание свежеобранного растительного материала до постоянной массы – в сушильном шкафу с принудительной воздушной конвекцией «SNOL 58/350»; экстракцию проводили в инфундирном аппарате с электроподогревом «АИ-3». Очищенную воду и спирт этиловый использовали в качестве экстрагента, прочие условия процесса извлечения подбирались экспериментально.

Для количественного определения показателей поглощения готовых экстрактов образцы помещали в растворители при соотношении 1:10. В соответствии с выбранной методикой извлечения по окончании процесса экстракции проводили фильтрацию и полученные выжимки отжимали

в перфорированном стакане, после чего измеряли объём готового извлечения.

Гравиметрически отмеряли по 10,0 г высушенного цельного и измельченного растительного сырья, после чего заливали навески очищенной водой и готовили водные извлечения в соответствии с ОФС.1.4.1.0018.15. «Настои и отвары» для установления коэффициента водопоглощения [8]. Остаточная сырьевая масса подвергалась механическому отжиму. Процедура проводилась в перфорированном стакане инфундирного аппарата, который обеспечивает максимальное отделение жидкости от растительного материала. Для обеспечения чистоты и удаления мелких частиц сырья из полученного водного извлечения его пропускали через фильтр, после фильтрации производился точный замер объёма конечного продукта.

Как средний арифметический результат трёх параллельных определений рассчитывали коэффициент водопоглощения ($K_{вп}$), который рассчитывали по следующей формуле:

$$K_{вп} = \frac{V_1 - V_2}{a},$$

где V_1 – объём водного извлечения, который необходимо получить, мл;

V_2 – объём водного извлечения, который был получен после отжатия сырья, мл;

a – навеска растительного сырья, отмеренная для приготовления водного извлечения, г.

Результаты и обсуждение. В ходе проведения фитотерапевтических исследований была выявлена сезонная специфика заготовки сырья изучаемого растения. Весенний период сбора (апрель) оказался неподходящим по следующим причинам: невозможно было точно идентифицировать растения, поскольку в данный вегетационный период отмечено отсутствие характерных морфологических признаков и недоразвитость надземных органов. В этой связи ежемесячно с середины мая до середины ноября вдалеке от автодорог и населённых пунктов нами была произведена заготовка растительного лекарственного сырья. Образцы соби-

рали в естественных природных зарослях, произрастающих в экологически чистом предгорном районе Республики Адыгея.

Процесс заготовки лекарственного сырья включал следующие технологические стадии: срезка необходимой длины зелёных частей растения, аккуратное их отделение от корневой системы, выкапывание подземной части, их механическая очистка от почвенных загрязнений и удаление остатков надземных частей, последующее измельчение материала до необходимых размеров.

Регулярно переворачивая воздушно-теплым способом в хорошо проветриваемом помещении с хорошей вентиляцией, производили высушивание сырья до постоянной массы, при этом раскладывали образцы тонким слоем на сетчатых стеллажах.

Упаковывали сырьё в тканевые мешки и, соблюдая основные требования к условиям сохранности ЛРС, защищали заготовленное сырьё от попадания солнечных лучей, контролировали регулярно качество заготовленного растительного материала.

Изначально для заготовленных образцов был рассчитан коэффициент водопоглощения, который является важным критерием, характеризующим способность 1 грамма растительного материала удерживать определенное количество воды (в миллилитрах) после процесса отжима в перфорированном стакане инфундирного аппарата. Данный показатель имеет практическое применение. Он используется при расчётах объёма воды для приготовления водных извлечений для определения необходимого количества сырья и в технологических процессах изготовления отваров и настоев.

В качестве растворителей использовали воду очищенную и водно-спиртовые растворы этанола различной концентрации.

Методология исследования проводилась согласно требованиям общей фармакопейной статьи ОФС.1.5.3.0012 «Определение коэффициента водопоглощения и расходного коэффициента лекарственного растительного сырья» [9], которая регламентирует условия проведения экспери-

мента, порядок расчёта расходных коэффициентов и методику измерения коэффициентов поглощения.

Полученные результаты поглощающей способности сырья надземных органов *Inula helenium* L. в отношении различных растворителей показаны в таблице 1.

Установлено, что в случае экстракции водой наибольшим коэффициентом поглощения обладают как листья (1,66 мл/г), так и трава (1,86 мл/г) девясила. При условии получения водно-спиртовых извлечений показано, что листья и трава удерживают меньше растворителя в 1,5-2 раза, а величина коэффициента поглощения находится в пределах 1,11-1,36 мл/г. Предположительно наличием полисахаридного комплекса в изучаемом лекарственном сырье могут быть обусловлены подобные различия.

Сахариды, гидролиз молекул которых сопровождается их распадом и образованием молекул мономеров, называют полиозами, или полисахаридами. Эти сахаридные полимеры относят к высокомолекулярным соединениям, образование которых возможно при конденсации в процессе биохимического синтеза из более чем пяти моносахаридных остатков; они являются первичными ресурсами растительного метаболизма. Условно молекулы полисахаридов можно представить, как ангидридоподобные соединения, являющиеся продуктами синтеза нескольких молекул моносахаридов с выделением воды. Все комплексы полисахаридов имеют гликозидное строение [10].

Накопление наибольшего количества полисахаридов отмечено в подземных органах, немного меньше – в семенах и плодах, тем не менее они обнаружены во всех частях растений. Установлено, что основным способом извлечения водорастворимых полимеров, содержащих больше десяти моносахаридных остатков из растительной матрицы, является водный процесс экстрагирования с дальнейшим их осаждением концентрированным этанолом.

В природе полисахаридные структуры широко распространены. Они находятся во всех животных и растительных организмах, поскольку участвуют в иммунологических процессах (гликопротеиды животных клеток и липополисахариды бактерий); являются структурным скелетным каркасом (хитин, целлюлоза, гемицеллюлоза); энергетическим резервным материалом клетки (гликоген, крахмал, слизи, инулин); обладают защитными функциями (гепарин, гиалуроновая кислота). Полисахаридные агрегаты различных групп содержит в своем составе каждое растение. Тем не менее, не каждый растительный вид может являться источником конкретной группы высокомолекулярных углеводов из-за сильных количественных колебаний входящих в него биополисахаридов. В растворенном в клеточном соке или в клетках-мешках полисахаридные молекулы (гемицеллюлоза, целлюлоза хитин) локализуются в виде глобул инулина, крахмальных зёрен или слизи.

Таблица 1. Результаты зависимости коэффициента водопоглощения надземных органов девясила высокого от растворителя

Table 1. The results of the dependence of the water absorption coefficient of the aboveground organs of *Elecampane* on the solvent

Экстракт	Коэффициент водопоглощения, мл/г	
	трава	листья
Вода очищенная	1,86 ± 0,03	1,66 ± 0,04
Этанол 40 %	1,34 ± 0,04	1,36 ± 0,02
Этанол 50 %	1,28 ± 0,08	1,32 ± 0,05
Этанол 60 %	1,23 ± 0,05	1,27 ± 0,02
Этанол 70 %	1,16 ± 0,06	1,23 ± 0,03
Этанол 80 %	1,14 ± 0,03	1,17 ± 0,06
Этанол 90 %	1,11 ± 0,04	1,14 ± 0,04

Именно в корнях и корневищах *Inula helenium* L. отмечен богатый химический состав, включающий такие основные группы БАС, как инулин, количество которого достигает до 44%, а также водорастворимые полисахариды, эфирные масла (алантовое масло накапливается до 3 %), фенольные соединения, органические кислоты, алкалоиды, макро- и микроэлементы, камеди, растительные смолы [11, 12].

Водные экстракты из корней и корневищ девясила высокого широко используются в лечебной практике и фармацевтической промышленности, а терапевтический эффект обусловлен комплексом водорастворимых соединений, среди которых особое место занимают водорастворимые полисахариды и инулин [13].

Сроки заготовки корневищ и корней ЛРС, установленные регламентом Государственной фармакопеи XIV издания, приходятся на осенний период, без конкретных уточнений [14].

Метод, который основан на применении механических колебаний широкого ультразвукового диапазона, является перспективным физическим методом воздействия на вещества с целью активизации различных биохимических процессов. Так, установлено, что из растительного материала ультразвуковыми колебаниями с частотой 19-44 кГц легко извлекаются фенольные гликозиды, флавоноиды, дубильные вещества, антоцианы и кумарины. При этом не только существенно ускоряется

процесс извлечения полезных веществ из растительных клеток, но и, относительно других методов экстракции, заметно возрастает выход основного действующего вещества [15, 16]. В качестве экстрагента мы использовали очищенную воду для ускорения процесса извлечения ВРП, а остальные параметры процесса были установлены экспериментально.

Оптимальные условия извлечения суммы ВРП с использованием ультразвуковой установки «Волна» из корней девясила высокого были определены изначально. Изменяли температурный режим процесса экстракции, измельченность сырья, соотношение экстрагента и сырья, длительность и кратность экстрагирования, а также частоту ультразвука. Повторность при определении была трёхкратной. Экспериментальные результаты приведены в таблицах 2-4 и на рисунках 1-3.

В процессе количественного исследования ВРП корней *Inula helenium* L., произрастающего в Адыгее, при трёхкратном последовательном экстрагировании по 15 минут с частотой ультразвука 35 кГц и соотношением сырья и экстрагента 1 г на 15 мл, а также при изменении степени измельчения сырьевого материала и подборе температурных параметров ультразвуковой установки выявлено, что оптимальная температура извлечения водорастворимых биополимеров соответствует 80⁰С, а степень измельчения сырья должна быть от 0,5 до 1,0 мм.

Таблица 2. Количественная оценка ВРП (% в пересчёте на абс. сухое вещество) в корнях девясила высокого при изменении температуры ультразвуковой установки и измельченности сырья

Table 2. Quantitative assessment of the GRP (% in terms of absolute dry matter) in Elecampane roots with changes in the ultrasonic unit temperature and the grinding of the raw material

Температура, °С	Измельченность сырья, мм				
	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0
50	15,31	15,38	15,19	12,08	11,87
60	18,35	19,06	18,42	14,22	12,34
70	22,43	23,14	24,95	20,39	18,29
80	26,15	27,83	31,58	28,41	25,99

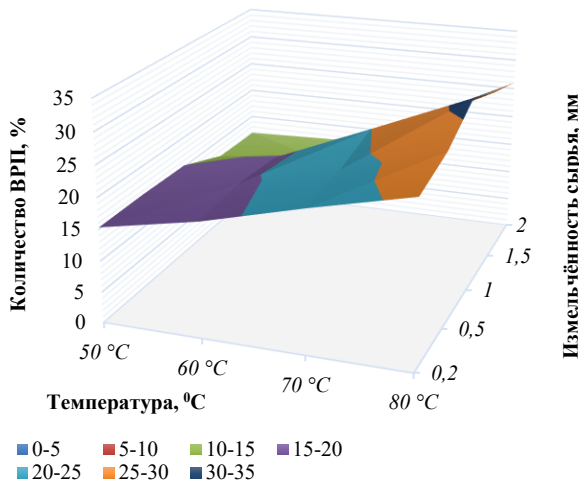


Рис. 1. Корреляционная взаимосвязь выхода ВРП (% в пересчёте на абс. сухое вещество) в подземных органах девясила высокого при вариации температуры ультразвуковой установки и измельчённости сырья

Fig. 1. Correlation relationship of the GRP yield (% in terms of absolute dry matter) in the Elecampane underground organs with variations in the ultrasonic unit temperature and grinding of the raw material

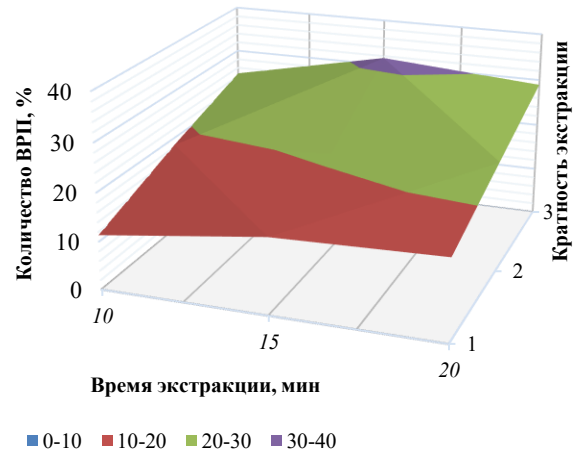


Рис. 2. Корреляционная взаимосвязь выхода ВРП (% в пересчёте на абс. сухое вещество) в подземных органах девясила высокого при вариации длительности и кратности экстрагирования

Fig. 2. Correlation relationship of the yield of GRP (% in terms of absolute dry matter) in the Elecampane underground organs with variations in the duration and frequency of extraction

Таблица 3. Количественная оценка ВРП (% в пересчёте на абс. сухое вещество) в корнях девясила высокого при изменении длительности и кратности экстрагирования

Table 3. Quantitative assessment of the GRP (% in terms of absolute dry matter) in the Elecampane roots with changes in the duration and frequency of extraction

Длительность экстракции, мин	Кратность экстракции		
	однократная	двухкратная	трёхкратная
10	11,35	18,48	24,67
15	15,79	20,81	31,56
20	16,81	22,98	28,95

Таблица 4. Количественная оценка ВРП (% в пересчёте на абс. сухое вещество) в корнях девясила высокого при изменении частоты ультразвука и соотношения сырья к экстрагенту

Table 4. Quantitative assessment of the GRP (% in terms of absolute dry matter) in the Elecampane roots with changes in the ultrasound frequency and the ratio of raw materials to extractant

Соотношение сырья и экстрагента (г : мл)	Частота ультразвука, кГц		
	15	25	35
1 : 10	14,69	21,87	23,51
1 : 15	15,87	26,38	31,58
1 : 20	16,91	24,31	27,97

В процессе количественного изучения ВРП корней девясила высокого при температуре ультразвуковой установки 80⁰С с частотой ультразвука 35 кГц и изменении длительности, кратности экстрагирования, степени измельчения растительного мате-

риала от 0,5 до 1,0 мм, соотношении сырья и растворителя 1 г на 15 мл установлено, что при 15-минутной длительности процесса и трёхкратном извлечении возможно достигнуть оптимального выхода изучаемых БАС.

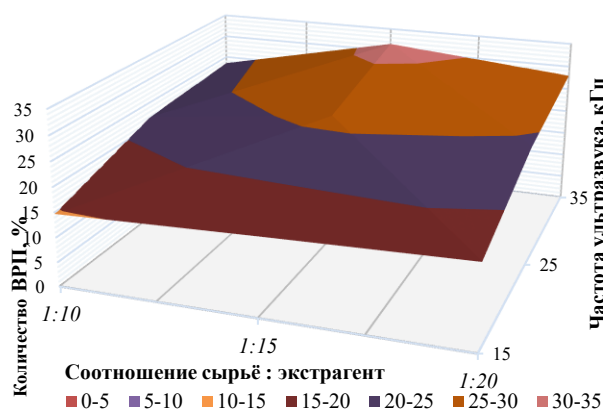


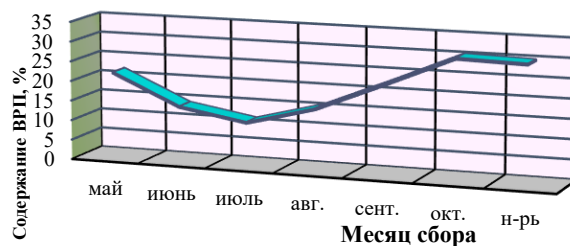
Рис. 3. Корреляционная взаимосвязь выхода ВРП (% в пересчёте на абс. сухое вещество) в подземных органах девясила высокого при вариации соотношения частоты ультразвука и соотношения сырья к экстрагенту

Fig. 3. Correlation relationship of the yield of GRP (% in terms of absolute dry matter) in the Elecampane underground organs with variations in the ratio of ultrasound frequency and the ratio of raw materials to extractant

В результате исследовательской работы были подобраны оптимальные условия процесса экстракции полигликозидного комплекса подземных органов *Inula helenium* L.: частота ультразвуковых колебаний – 35 кГц, степень измельчения растительного материала – от 0,5 до 1,0 мм, кратность извлечения – 3 раза, температура процесса – 80⁰С, длительность каждой экстракции – 15 минут, соотношение сырьё : экстрагент – 1 г на 15 мл.

В литературных данных обнаружены сведения о том, что на протяжении вегетационного периода значительным колебаниям подвержено процентное содержание водорастворимых биополимеров [17]. По этой причине нами были выявлены колебания выхода ВРП в течение всего периода вегетации растения.

Полученные данные, позволяющие определить наиболее благоприятное время для заготовки корней и корневищ девясила высокого с целью получения максимального количества ВРП в корнях и корневищах девясила высокого, показаны на рисунке 4.



	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	н-рь
Содержание ВРП, %	21,76	14,07	11,16	15,67	22,83	30,28	29,85

Рис. 4. Сезонные изменения накопления суммы ВРП (% в пересчёте на абс. сухое сырьё) в корневищах и корнях девясила высокого

Fig. 4. Seasonal changes in the accumulation of the GRP amount (% in terms of absolute dry raw materials) in the rhizomes and roots of Elecampane

Результаты указывают на то, что в корнях и корневищах *Inula helenium* L. максимальное накопление суммы полимеров моносахаридов (30,28 ± 0,11%) происходит к началу октября, к этому времени количество изучаемых групп БАС превосходит примерно в 1,5 раза их концентрацию в период отрастания (21,76 ± 0,29%). До периода бутонизации и начала цветения растения (к середине июня) содержание суммы ВРП в подземных органах заметно снижается (14,08 ± 0,42%). В фазу активного цветения и начала плодоношения девясила к середине июля отмечены предельно низкие показатели в корнях девясила суммы водорастворимых высокомолекулярных углеводов (11,16 ± 0,09%), что в этот период можно объяснить повышенным расходом запасных питательных веществ в результате активных энергетических процессов, протекающих в растительном организме.

К началу августа в корнях и корневищах растения запас ВРП начинает медленно повышаться (15,67 ± 0,41%), к сентябрю их значение достигает майского уровня (22,83 ± 0,18%) и продолжается увеличение их концентрации до середины октября. Ноябрьский показатель содержания

ВРП, когда надземная зелёная часть растения практически полностью высохла, составил $29,85 \pm 0,21\%$, что на $0,41\%$ ниже октябрьского значения. Полученный вариационный ряд показывает, что разница между показателями укладывается в ошибку эксперимента, наблюдаемое снижение не является статистически значимым, а результаты находятся в пределах погрешности измерений. Следует отметить, что метаболические процессы в ноябре характеризуются не только отсутствием фотосинтеза и минимальной активностью растения, но и незначительным расходом запасных веществ и подготовкой к зимнему периоду покоя. В этой связи снижение содержания ВРП обусловлено поддержанием базового метаболизма, естественным расходом питательных веществ и транспортом веществ внутри растения.

Таким образом, наблюдаемое снижение водорастворимых полимерных углеводов с мая по июль и в ноябре можно считать физиологически обусловленным процессом, не влияющим существенно на качество лекарственного сырья. Это подтверждает возможность проведения заготовки сырья как в октябре, так и в ноябре.

Заключение. В процессе количественного анализа водорастворимых высокомолекулярных сложных углеводов корней девясила высокого при измельчённости сырья от $0,5$ до $1,0$ мм, при изменении частоты ультразвуковых волн и соотношения сырья к экстрагенту, при трёхкратной водной экстракции по 15 минут каждая и температуре ультразвуковой установки 80°C показали, что оптимального выхода можно достигнуть при соотношении сырья к растворителю – 1 г на 15 мл и ультразвуковой частоте 35 кГц. Несомненно, последующее повышение продолжительности процесса экстрагирования с использованием ультразвуковой

установки способствует разрушению водорастворимого полисахаридного комплекса. Ранее отмечено, что приводит к деструкции БАС и использование ультразвуковых волн с частотой более 40 кГц, поэтому подобные частоты в технологическом производстве фитопрепаратов не используются [15].

Доказано, что максимальные показатели накопления ВРП зафиксированы в октябре ($30,28 \pm 0,11\%$), а наименьшими являются майские значения ($21,76 \pm 0,29\%$). Сравнительный анализ сезонной динамики демонстрирует превышение октябрьского показателя над майским на 48% , а превышение октябрьского показателя над сентябрьским на 32% . Мы предполагаем, что значительное накопление ВРП приводит к повышению осмотического давления клеточного сока, результатом чего является повышение устойчивости растения к воздействию холода. Сезонная зависимость накопления ВРП показывает существенное влияние периода вегетации растения на качество сырья, октябрь является наиболее благоприятным и научно обоснованным периодом заготовки сырья, а для биологических испытаний при планировании сбора необходимо учитывать сезонность.

Таким образом, можно заключить, что содержание играющих важную роль в жизнедеятельности растения защитных полисахаридов корневищ и корней девясила высокого (*Inula helenium* L.), является динамическим показателем, который зависит от множества факторов, связанных с физиологическим состоянием растения и условиями его произрастания. Данный вид на территории Адыгеи рекомендовано заготавливать в начале семяобразования, т.е. с конца сентября. Полученные результаты необходимо учитывать при дальнейшем практическом использовании данного вида в медицинской практике, фармацевтике и других областях.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стальная М.И., Сичко Н.О. Изучение биологически активных веществ растений Северо-Западного Кавказа, оказывающих седативное действие // Новые технологии. 2024. Т. 20, № 2. С. 157-169.
2. Стальная М.И. Производство пектина из вторичного сырья, полученного при переработке сельхозпродукции // Овощеводство и бахчеводство открытого грунта. Проблемы и перспективы развития: сборник научных статей / сост. Щербакова Н.А. Солонное Займище: ПНИИАЗ, 2016. С. 164-168.
3. Стальная М.И., Сичко Н.О. Изучение биологически активных веществ растений Северо-Западного Кавказа, оказывающих седативное действие // Новые технологии. 2024. Т. 20, № 2. С. 157-169.
4. *Inula helenium* L. – Девясил высокий / Губанов И. А. [и др.] // Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3-х т. Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М.: КМК, 2004. 444 с.
5. Универсальная энциклопедия лекарственных растений / сост. И.Н. Путырский, В.Н. Прохоров. М.: Махаон, 2000. С. 115-116.
6. Шретер А.И. Лекарственная флора Советского Дальнего Востока. М.: Медицина, 1975. 328 с.
7. Бутко А.Ю. Фармакотерапевтические аспекты применения растительного сырья девясила высокого и девясила британского в официальной и народной медицине // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2013. № 11 (154). С. 272-277.
8. Настои и отвары [Электронный ресурс] // Государственная фармакопея Российской Федерации XIII издания. URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gosudarstvennayaafarmakopeya/2/obshchaya_farmakopeynaya_statya_nastoi_i_otvary_ofs_1_4_1.html (дата обращения: 11.12.2025).
9. Определение коэффициента водопоглощения и расходного коэффициента лекарственного растительного сырья [Электронный ресурс] // Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания. URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gosudarstvennayaafarmakopeya/1/ofs_1_5_3_0-012_obshchaya_farmakopeynaya_statya_opredelenie.html (дата обращения: 10.12.2025).
10. Бубенчикова В.Н., Азарова А.В. Изучение полисахаридного комплекса травы *Inula saïicina* L. // Кластерные подходы фармацевтического союза: материалы научно-практической конференции. Белгород, 2012. С. 197-198.
11. Яницкая А.В., Митрофанова И.Ю. Девясил высокий – перспективный источник новых лекарственных средств // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2012. № 3(43). С. 24-27.
12. Захаренко В.Г. Девясил высокий – лекарственное и декоративное растение // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2006. № 93. С. 17-20.
13. Konishi T., Shimada Y. Antiproliferative sesquiterpene lactones from the roots of *Inula helenium* // *Biol. Pharm. Bull.* 2010. Vol. 25, № 10. P. 1370-1371.
14. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Т. 4. М.: ФЭМБ, 2018. С. 6012-6019.
15. Молчанов Г.И., Молчанов А.А., Кубалова Л.М. Фармацевтические технологии: современные электрофизические биотехнологии в фармации. М.: Альфа-М, 2011. 307 с.
16. Development and validation of an express technique for isolation and quantitative determination of water-soluble polysaccharides from roots of *Taraxacum officinale* Wigg / Dyakova N.A. [et al.] // *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2018. Vol. 52, No. 4. P. 343-346.
17. Коновалова Д.А., Хубиев Ш.И. Биологически активные вещества рода *Inula* L. // Растительные ресурсы. 1997. Т. 33, вып. 3. С. 87-108.

REFERENCES

1. Stalnaya M.I., Sichko N.O. Study of biologically active substances of plants of the Northwest Caucasus that have a sedative effect // *New technologies*. 2024. Vol. 20, No. 2. P. 157-169. [In Russ.]

2. Stalnaya, M.I. Production of pectin from secondary raw materials obtained during the processing of agricultural products // Open-field vegetable and melon growing. Problems and development prospects: a collection of scientific articles / compiled by Shcherbakova N.A. Solenoye Zaimishche: PNI-IAZ, 2016. P. 164-168. [In Russ.]
3. Stalnaya, M.I., Sichko, N.O. Study of biologically active substances of plants of the Northwest Caucasus that have a sedative effect // New technologies. 2024. Vol. 20, No. 2. P. 157-169. [In Russ.]
4. *Inula helenium* L. – Elecampane / Gubanov I. A. [et al.] // Illustrated guide to plants of Central Russia: in 3 volumes. Vol. 3. Angiosperms (dicotyledons: dipetalous). Moscow: KMK, 2004. 444 p. [In Russ.]
5. Universal encyclopedia of medicinal plants / compiled by I.N. Putyrsky, V.N. Prokhorov. Moscow: Makhaon, 2000. P. 115-116. [In Russ.]
6. Shreter A.I. Medicinal flora of the Soviet Far East. Moscow: Medicina, 1975. 328 p. [In Russ.]
7. Butko A.Yu. Pharmacotherapeutic aspects of the use of herbal raw materials of elecampane high and elecampane British in official and folk medicine // Scientific bulletin of Belgorod State University. Series: Medicine. Pharmacy. 2013. No. 11 (154). P. 272-277. [In Russ.]
8. Infusions and decoctions [Electronic resource] // State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XIII edition. URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gosudarstvennayafarmakopeya/2/obshchaya_farmakopeynaya_statya_nastoi_i_otvary_ofs_1_4_1.html (date of access: 11.12.2025). [In Russ.]
9. Determination of the water absorption coefficient and consumption coefficient of medicinal plant materials [Electronic resource] // State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XV edition. URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gosudarstvennayafarmakopeya/1/ofs_1_5_3_0-012_obshchaya_farmakopeynaya_statya_opredelenie.html (date of access: 10.12.2025). [In Russ.]
10. Bubenchikova V.N., Azarova A.V. Study of the polysaccharide complex of the herb *Inula saicina* L. // Cluster approaches of the pharmaceutical union: materials of the scientific and practical conference. Belgorod, 2012. P. 197-198. [In Russ.]
11. Yanitskaya A.V., Mitrofanova I.Yu. Elecampane – a promising source of new drugs // Bulletin of the Volgograd State Medical University. 2012. No. 3 (43). P. 24-27. [In Russ.]
12. Zakharchenko, V.G. Elecampane is a medicinal and ornamental plant // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2006. No. 93. P. 17-20. [In Russ.]
13. Konishi, T., Shimada, Y. Antiproliferative sesquiterpene lactones from the roots of *Inula helenium* // Biol. Pharm. Bull. 2010. Vol. 25, No. 10. P. 1370-1371. [In Russ.]
14. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV. Vol. 4. Moscow: FEMB, 2018. P. 6012-6019. [In Russ.]
15. Molchanov G.I., Molchanov A.A., Kubalova L.M. Pharmaceutical technologies: modern electro-physical biotechnology in pharmacy. M.: Alfa-M, 2011. 307 p. [In Russ.]
16. Development and validation of an express technique for isolation and quantitative determination of water-soluble polysaccharides from the roots of *Taraxacum officinale* Wigg / Dyakova N.A. [et al.] // Pharmaceutical Chemistry Journal, 2018. Vol. 52, No. 4. P. 343-346. [In Russ.]
17. Konovalova, D.A., Khubiev, Sh.I. Biologically active substances of the genus *Inula* L. // Plant Resources. 1997. Vol. 33, iss. 3. P. 87-108. [In Russ.]

Информация об авторах / Information about the authors

Стальная Марина Ильинична, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры химии и физико-химических методов исследования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000 Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0403-1408>, e-mail: marina.stalnaja@yandex.ru

Сичко Наталья Олеговна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры химии и физико-химических методов исследования, Федеральное государственное бюд-

жетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000 Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-1293>, e-mail: sichko1971@mail.ru

Marina I. Stalnaya, PhD (Agr.), Associate Professor, the Department of Chemistry and Physicochemical Research Methods, Maykop State Technological University; 385000 the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0403-1408](https://orcid.org/0000-0002-0403-1408), e-mail: marina.stalnaja@yandex.ru

Natalia O. Sichko, PhD (Pedagogics), Associate Professor, the Department of Chemistry and Physicochemical Research Methods, Maykop State Technological University; 385000 the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-1293>, e-mail: sichko1971@mail.ru

Заявленный вклад соавторов

Стальная Марина Ильинична – планирование, подбор методик и выполнение исследований, статистическая обработка результатов испытаний.

Сичко Наталья Олеговна – подбор литературных источников, сбор и подготовка к анализу сырья, проведение экспериментов, оформление статьи по требованиям журнала.

Claimed contribution of the authors

Marina I. Stalnaya – planning, selecting methods, and conducting the research, statistically processing the test results.

Natalya Olegovna Sichko – selecting literary sources, collecting and preparing raw materials for analysis, conducting experiments, and preparing the article in accordance with the requirements of the Journal.

Поступила в редакцию 28.11.2025
Поступила после рецензирования 13.01.2026
Принята к публикации 16.01.2026

Received 28.11.2025
Revised 13.01.2026
Accepted 16.01.2026