# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ТРАВЕ ДЕВЯСИЛА ВЫСОКОГО (*Inula helenium L.)*

**Аъзамжонова Феруза Рахимжон кизи**
***Докторант Наманганского инженерно-технологического института***
***E-mail: feruzaazamjonova2502@gmail.com***
***ORCID-0009-0007-2408-84-05;***
**Тухтабоев Нозимжон Хошимжонович**
***Андижанский государственный университет, доктор химических наук, профессор***
***E-mail: notu.nt@gmail.com***
***ORCID-0000-0003-3841-2660***

**Аннотатция**. Inula helenium произрастает в Европе, Азии и Северной Африке. На территории Узбекистана оно встречается преимущественно в предгорьях и влажных речных долинах. Подземная часть растения – корневище – богата биологически активными веществами, такими как фенольные соединения, флавоноиды, инулин, сапонины и эфирные масла, что делает её ценным лекарственным сырьём. В последние годы для определения фенольных соединений и флавоноидов разработано множество методов, среди которых спектрофотометрический метод Фолина-Чокальтеу и высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) являются наиболее распространёнными и надёжными. Эти методы позволяют количественно оценивать содержание активных веществ и контролировать качество растительного сырья.

**Ключевые слова:** Девясил высокий (*Inula helenium* L.), флаваноиды, спектрофотометрия.

**Annotatsiya**. Inula helenium Vatani Evropa, Osiyo va Shimoliy Afrika. O'zbekiston hududida u asosan tog ' etaklarida va nam Daryo vodiylarida uchraydi. O'simlikning er osti qismi-ildizpoyasi fenolik birikmalar, flavonoidlar, inulin, saponinlar va efir moylari kabi biologik faol moddalarga boy bo'lib, uni qimmatli dorivor xom ashyoga aylantiradi. So'nggi yillarda fenolik birikmalar va flavonoidlarni aniqlash uchun ko'plab usullar ishlab chiqildi, ular orasida Folin-Chokalteu spektrofotometrik usuli va yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) eng keng tarqalgan va ishonchli hisoblanadi. Ushbu usullar faol moddalar miqdorini aniqlash va o'simlik materiallarining sifatini nazorat qilish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** Elecampane yuqori (Inula helenium L.), flavonoidlar, spektrofotometriya.



*ISSN 3030-3907*

**Abstract.** *Inula helenium* grows in Europe, Asia, and North Africa. In Uzbekistan, it is predominantly found in foothill areas and moist river valleys. The underground part of the plant—the rhizome—is rich in biologically active compounds such as phenolic compounds, flavonoids, inulin, saponins, and essential oils, which makes it a valuable medicinal raw material. In recent years, numerous methods have been developed to determine phenolic compounds and flavonoids, among which the Folin–Ciocalteu spectrophotometric method and high-performance liquid chromatography (HPLC) are the most commonly used and reliable. These methods allow for quantitative evaluation of active substances and for monitoring the quality of plant materials.

**Keywords:** *Inula helenium L.*, flavonoids, spectrophotometry.

**Введение**

Лекарственные растения, являющиеся источником природных биоактивных веществ, играют важную роль в современной фармакологии и фитотерапии. Их химический состав включает различные биологически активные соединения, способствующие укреплению здоровья человека и применяемые в лечении различных заболеваний. Одним из таких растений является ***Inula helenium L.*** (девясил высокий), многолетнее растение семейства Asteraceae, широко используемое в народной медицине с древних времён [3,4].

Девясил высокий (Inula helenium) вид многолетних растений рода. Девясил (Inula) семейства Астровые Asteraceae), произрастает в Европе, Азии и Африке. Типовой вид рода Девясил высокий (Inula helenium).Корневище толстое, короткое, мясистое, с отходящими от него немногочисленными толстыми корнями. Корневища и корни снаружи бурые, внутри желтоватые. Стебель прямостоячий, бороздчатый, опушенный короткими густыми белыми волосками, высотой 100-175 см. Листья очередные, крупные, неравно зубчатые, снизу бархатисто-серовойлочные; прикорневые листья черешковые, эллиптические или удлинённо-яйцевидные [1]. Соцветия – корзинки, 6-7 см в диаметре, расположенные одиночно на концах стеблей и ветвей, в совокупности образующие неправильный щиток или кисть. Листочки обёрточки расположены черепитчато; внутренние – плёнчатые, линейные, гладкие, средние на конце расширенные; наружные – яйцевидные, серовато-войлочные, напоминающие мелкие листья. Цветки жёлтые, с грязно-белым хохолком волосков вместо чашечки; краевые – пестичные, язычковые, с линейным отгибом венчика, срединные – обоеполые, трубчатые, с пятью зубчиками. Тычинок пять, с пыльниками, сросшимися в трубку, окружающую столбик. Пестик с нижней одногнёздной завязью, длинным тонким столбиком и двумя прямыми рыльцами [2]. Плод –



ISSN 3030-3907

продолговатая, четырёхгранная бурая или коричневая семянка с хохолком, вдвое превышающим её длину. Цветёт июле-сентябре. Плоды созревают в августе-октябре. Произрастает в Восточной и Юго-Восточной Европе, на Кавказе, в Турции, на Ближнем Востоке, в Средней Азии, Монголии, Китае. На территории России встречается на Кавказе, в степной и лесостепной зонах европейской части, на Алтае и в Западной Сибири. Растёт в лиственных и сосновых лесах и кустарниковых зарослях, в лесостепях и в горных лесах (на высоте до 2000 м), на лугах, полянах, по берегам рек, озёр, горных ручьев [3] Девясил высокий (*Inula helenium* L.) а также встречается на территории Центральной Азии, включая Узбекистан, преимущественно в предгорьях и влажных долинах рек [1, 2]. Например, **Ташкентская область** – предгорья Чаткальского хребта, тенистые лесные зоны. **Наманганская и Ферганская области** – горные ущелья и долины с повышенной влажностью, особенно вблизи ручьёв. **Андижанская область** – северо-восточные предгорные леса. **Сурхандарьинская область** – лесные зоны и склоны Бабатага и Хиссарского хребта [5].

Цель работы Определение общего содержания фенольных соединений в траве девясила высокого (Inula helenium L.), произрастающего в Узбекистане, преимущественно в предгорьях и влажных речных долинах, проводилось методом цветовой спектрофотометрии с использованием реактива Фолина–Чокальтеу (YUSSX) для количественной оценки качества сырья. Для более детального количественного анализа отдельных фенольных компонентов применялась методика высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).[6]

**Используемые реактивы и стандарты:** Галловая кислота («Macklin», Китай), салициловая кислота («Rhydburg Pharmaceuticals», Германия), кверцетин, апигенин, кемпферол и рутин («Regal», Китай), выделенные из природных источников методами экстракции и колоночной хроматографии. Для анализа использовалась химически чистая вода, ацетонитрил, уксусная кислота и гидроксид натрия.

**Приготовление стандартных растворов:** Галловая кислота (5,2 мг), салициловая кислота (5,2 мг), рутин (5 мг), кверцетин (5 мг), апигенин (5 мг) и кемпферол (5 мг) растворялись в 96% этаноле с ультразвуковой обработкой в течение 20 минут и доводились до объема 50 мл. Из каждого раствора отбиралось по 200 мкл для приготовления четырех стандартных смесей, используемых для калибровки хроматографа.

**Приготовление экстракта:** Для экстракции фенольных соединений 1 г измельченного растительного сырья с точностью до 0,01 г взвешивали на весах NV222 (OHAUS, США), помещали в коническую колбу объемом 50 мл,



ISSN 3030-3907

добавляли 25 мл 96% этанола и подвергали ультразвуковой обработке при 60 °C в течение 20 минут (GT SONIC-D3, Китай). Затем экстракт охлаждали, фильтровали и доводили объем до 50 мл. Перед анализом 1,5 мл экстракта центрифугировали при 7000 об/мин (Mini-7, BIOBASE, Китай) и фильтровали через 0,45 мкм шприцевой фильтр.

**Хроматографические условия:** Анализ отдельных фенольных соединений проводился на ВЭЖХ Shimadzu LC-40 Nexera Lite (Япония) с обратносторонней колонкой Shim pack GIST C18 (150 × 4,6 мм, 5 мкм). Подвижная фаза представляла собой градиент ацетонитрила (A) и 0,5% водного раствора уксусной кислоты (B). Объем инъекции составлял 10 мкл, скорость потока – 0,5 мл/мин, температура колонки – 40 °C. Детекция осуществлялась при длине волны 300 нм (Рис. 1.)

**Таблица 1.**

**Программа градиента подвижной фазы**

| Время | Ацетонитрил (A), % | 0,5 % раствор уксусной кислоты (B), % |
|---|---|---|
| 0 | 5 | 95 |
| 5 | 5 | 95 |
| 17 | 40 | 60 |
| 22 | 40 | 60 |
| 22,1 | 5 | 95 |
| 40 | Завершение | |

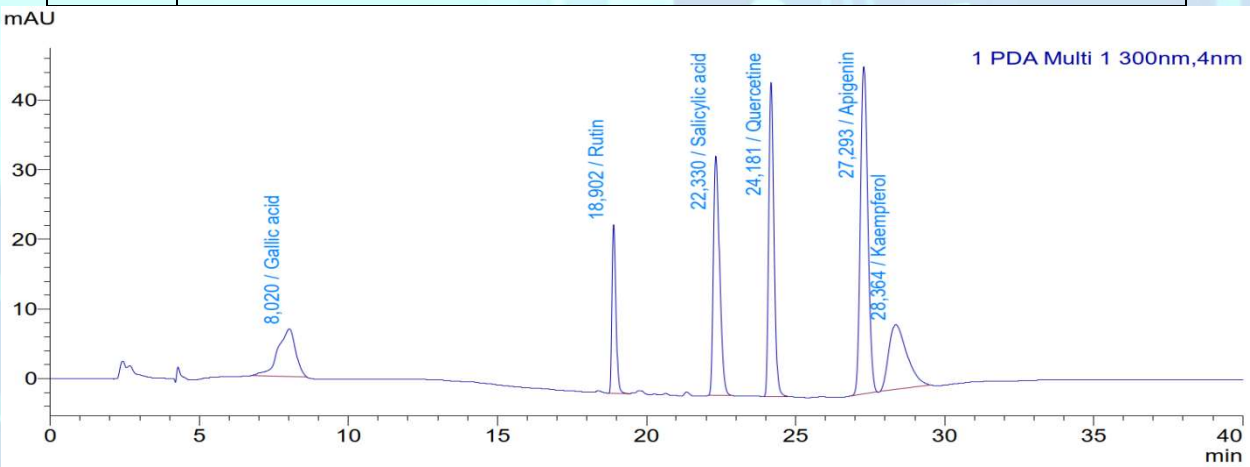



**Рис. 1. Хроматограмма стандартов при длине волны 300 нм.**

**Результаты исследования и их обсуждение**

**Полученные результаты.** Было получено хроматограмму экстракта пробы массой 1 г (рис 2), на основании которой проведено количественное определение содержания фенольных соединений. Расчёт содержания фенольных соединений в 100 г образца выполнен по следующей формуле и представлен в таблице 2.



ISSN 3030-3907

$$X = \frac{C_{phen} \cdot V_{ekstrakt}}{m_{namuna}} \cdot 100\ g$$

Здесь:

X – количество фенольных соединений в 100 г образца, мг; $C_{phen}$ – концентрация фенольного соединения в экстракте, определённая методом Фолина-Чокальтеу, мг/л;

V экстракта – объём экстракта, л;

m образца – масса пробы, взятая для приготовления экстракта, г.

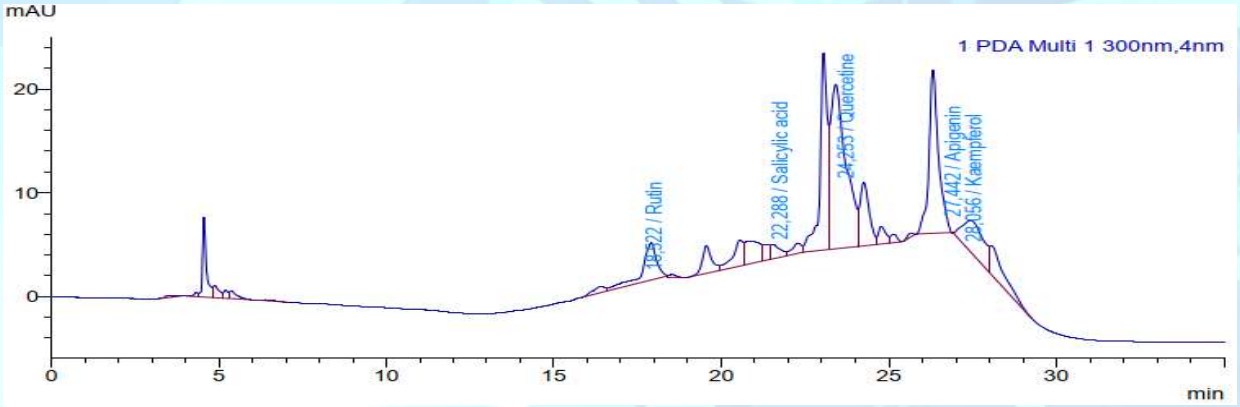



**Рис. 2. Хроматограмма определения полифенолов в экстракте пробы**

**Таблица 2**

**Содержание полифенолов в экстракте и времена удерживания**

| Название фенольного соединения | Время удерживания, сек | Концентрация, мг/л | Содержание в 100 г пробы, мг |
|---|---|---|---|
| Галловая кислота | Не определено | 0 | 0,000 |
| Рутин | 18,522 | 0,311 | 0,778 |
| Салициловая кислота | 22,288 | 0,708 | 1,770 |
| Кверцетин | 24,253 | 3,556 | 8,890 |
| Апигенин | 27,442 | 2,933 | 7,333 |
| Кемпферол | 28,056 | 3,473 | 8,683 |

Заключение Проведён комплексный анализ полифенольных соединений в экстракте травы девясила высокого (Inula helenium L.), произрастающего в Узбекистане, с применением метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Оптимальной схемой экстракции фенольных соединений оказалось использование 96%-ного этанола в условиях ультразвуковой ванны, что обеспечило высокий выход целевых компонентов. Для количественного определения использованы стандарты флавоноидов: рутин, кверцетин, апигенин и кемпферол, а также салициловая и галловая кислоты. Методика основана на градиентной элюции с подвижной



ISSN 3030-3907

фазой, включающей ацетонитрил и 0,5%-ный водный раствор уксусной кислоты. Количественное содержание флавоноидов в экстракте составило: кверцетин – 8,890 мг/100 г, кемпферол – 8,683 мг/100 г, апигенин – 7,333 мг/100 г, рутин – 0,778 мг/100 г, салициловая кислота – 1,770 мг/100 г. Галловая кислота не была обнаружена. Разработанная методика является воспроизводимой, чувствительной и может быть рекомендована для стандартизации и оценки качества лекарственного растительного сырья девясила высокого. Полученные результаты подтверждают наличие значительного количества биологически активных соединений в растении, что делает его перспективным источником натуральных антиоксидантов для фармацевтической промышленности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усманова М. и др. Девясил высокий–ботанический описание //Современные инновационные исследования актуальные проблемы и развитие тенденции: решения и перспективы. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 315-317.
2. Шалаева А. А. Антиоксидантные свойства корневищ и корней девясила высокого //ББК 30.16 Б 63. – 2022. – Т. 3. – С. 233.
3. Spiridon I. et al. Antioxidant and chemical properties of Inula helenium root extracts //Central European Journal of Chemistry. – 2013. – Т. 11. – С. 1699-1709.
4. Buza V., Matei Lațiu M. C., Ștefănuț L. C. Inula helenium: A literature review on ethnomedical uses, bioactive compounds and pharmacological activities. – 2020.
5. Бутко А. Ю. Фармакотерапевтические аспекты применения растительного сырья девясила высокого и девясила британского в официнальной и народной медицине //Актуальные проблемы медицины. – 2013. – Т. 22. – №. 11 (154). – С. 272-277.
6. Артемьева В. А. и др. Исследование антиоксидантных и антирадикальных свойств экстрактов корней и корневищ девясила (Inula L.) //Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – Т. 20. – №. 20. – С. 109-111.



ISSN 3030-3907