

# ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРАВЫ ТОПИНАМБУРА (*HELIANTHUS TUBEROSUM* L.)

О.Л. Сайбель

к.фарм.н., ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»  
(Москва, Россия)

**Актуальность.** Топинамбур, или подсолнечник клубневой (*Helianthus tuberosum* L.), является ценной пищевой культурой, выращиваемой во многих странах мира и имеющая многоцелевое использование в пищевой промышленности и животноводстве. Основным сырьём топинамбура служат клубни, при заготовке которых трава, как правило, утилизируется. Данное сырьё имеет значительную биомассу и содержание в нем вторичных метаболитов фенольного характера.

**Цель исследования** – изучение фенольного комплекса травы топинамбура для оценки перспективности её использования в качестве лекарственного растительного сырья.

**Материал и методы.** В результате проведенных исследований методом ВЭЖХ-УФ-МС/МС было идентифицировано 18 соединений, относящихся к гидроксикоричным кислотам и флавоноидам. Доминирующими веществами являются хлорогеновая, изохлорогеновая А и изохлорогеновая С кислоты.

**Результаты.** С использованием метода прямой спектрофотометрии разработана методика количественного определения суммы фенольных соединений в пересчете на хлорогеновую кислоту, с помощью которой установлено, что содержание данных соединений составляет от  $4,88 \pm 0,22$  до  $7,47 \pm 0,35\%$ , при этом накопление осуществляется преимущественно в листьях.

Наибольшее содержание хлорогеновой кислоты наблюдается также в листьях топинамбура и составляет  $2,65 \pm 0,08\%$ .

**Выводы.** Проведенные исследования свидетельствуют о том, что трава топинамбура, заготовленная в фазу конца вегетации, представляет интерес для дальнейшего исследования в качестве нового вида лекарственного растительного сырья и создания на её основе фармацевтических субстанций. Вместе с тем это позволит целенаправленно перерабатывать вторичное сырьё, образующееся при выращивании клубней, и обеспечит комплексное использование топинамбура.

**Ключевые слова:** топинамбур, трава, фенольные соединения, хлорогеновая кислота.

**Для цитирования:** Сайбель О.Л. Исследование фенольных соединений травы топинамбура (*Helianthus tuberosum* L.). Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2022;25(2):7–13. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-02-02>

Топинамбур, или подсолнечник клубневой (*Helianthus tuberosum* L.), – однолетнее (по некоторым данным, многолетнее) клубненосное растение семейства Астровых (Asteraceae), являющееся ценной пищевой культурой многоцелевого использования.

Естественный ареал обитания топинамбура находится на территории Северной Америки. В начале XVI в. данное растение было завезено во Францию и затем быстро распространилось по всей Европе; как сорное растение встречается в Австралии и Японии. В настоящее время топинамбур культивируется во многих странах мира, где он также известен под названием «иерусалимский артишок» или «земляная груша» [1].

В России топинамбур выращивается с XIX в., постепенно получив широкое применение от Северо-Запада Европейской части до Сахалина. Данное растение культивируется в промышленных мас-

штабах на полях фермерских хозяйств, а также на приусадебных участках. Как сельскохозяйственная культура топинамбур характеризуется экологической пластичностью, способностью произрастать в неблагоприятных условиях, устойчивостью к высоким и низким температурам. В России по состоянию на январь 2022 г. в Реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, зарегистрировано 5 сортов топинамбура: Скороспелка, Интерес, Пасько, Солнечный и Омский белый [2].

Столь широкое распространение топинамбура получил благодаря возможностям многоцелевого использования, прежде всего, подземной части – клубней [3, 4]. Экстракты клубней топинамбура применяются как пищевые добавки к хлебобулочным, кондитерским, мясным, молочным и другим продуктам [5]; в составе лечебно-профилактической косметики [6]; служат основой функциональных продуктов в виде паст, сиропов, инулин-

пектиновых концентратов, биологически активных добавок к пище. Клубни являются источником получения инулина [7]. Клубни и трава используются в качестве сырья для получения биотоплива [8, 9]; в сельском хозяйстве – как ценная кормовая добавка [3].

При заготовке клубней трава топинамбура является отходом производства и, как правило, утилизируется или применяется в качестве корма животным. Надземная часть этого растения достигает в высоту двух метров и имеет значительную биомассу. Согласно данным литературы, трава топинамбура содержит флавоноиды (апигенин, лютеолин, лютеолин-7-глюкозид, изорамнетин, кемпферол, кверцитрин, астрагалин и др.), органические и гидроксикоричные кислоты (кофейную, хлорогеновую, феруловую и др.), дубильные вещества, кумарины,  $\beta$ -каротин, аминокислоты, углеводы [10, 11].

В связи с этим рациональным подходом комплексного использования топинамбура представляется изучение возможности переработки его надземной части для получения биологически активных веществ фенольной природы.

**Ц е л ь р а б о т ы** – исследование фенольного комплекса травы топинамбура для оценки перспективы ее использования в качестве лекарственного растительного сырья.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служила высушенная трава топинамбура, заготовленная в фазу конца вегетации растения в Московской и Тверской областях в 2018–2021 гг.

Качественный состав фенольного комплекса изучали с помощью метода ВЭЖХ-УФ-МС/МС на системе LСМС-8040 (Shimadzu, Япония), включающей ультраэффективный жидкостной хроматограф Nexera, диодно-матричный и тройной квадрупольный масс-спектрометрический детектор (ионизация – электрораспыление (ESI), сканирование масс в режиме регистрации положительных и отрицательных ионов в диапазоне  $m/z$  100–1000, напряжение на капилляре источника ионизации 5 кВ, температура нагревательного блока 400 °С, поток азота (газа осушителя) 20 л/мин). Условия хроматографирования: колонка Luna 5 $\mu$ m C18

100 Å (250×4,6 мм), температура термостатирования колонки 30 °С, скорость потока подвижной фазы 1 мл/мин, объем инъекции испытуемого раствора – 10 мкл; подвижная фаза – системы растворителей 0,2%-ного раствора муравьиной кислоты (А) и ацетонитрила (В) в градиентном режиме элюирования: 0–20 мин – 10% В, 20–30 мин – 10–25% В, 30–40 мин – 40% В, 40–44 мин – 60% В, 44–48 мин – 80% В, 48–60 мин – 10% В). Идентификацию веществ проводили на основании анализа характеристик УФ- и масс-спектров, их сопоставлением с данными литературы, а также сравнением с ранее выделенными индивидуальными соединениями [12–16].

Для хроматографирования использовали водно-спиртовое извлечение, полученное с использованием спирта этилового 70%-ного.

Количественное определение хлорогеновой кислоты проводили методом ВЭЖХ-УФ на хроматографе Prominence-I LC-2030C 3D (Shimadzu, Япония) с диодно-матричным детектором в аналогичных условиях с использованием стандартного образца (CAS№ 327-97-9).

Определение содержания суммы фенольных соединений осуществляли методом прямой спектрофотометрии по разработанной нами методике в пересчете на хлорогеновую кислоту и абсолютно сухое сырье. Оптическую плотность определяли в максимуме поглощения при длине волны 327±2 нм на спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu, Япония).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным литературы, основными биологически активными веществами травы топинамбура являются низкомолекулярные метаболиты, преимущественно фенольной природы. В связи с этим для характеристики качественного состава был использован метод ВЭЖХ-УФ-МС/МС, позволяющий идентифицировать гидрофильные соединения в извлечении из сырья по специфичным фрагментам ионного распада молекул, а также характеристикам УФ-спектра (рис. 1).

В результате исследования качественного состава фенольных соединений установлено наличие 42 веществ, из которых идентифицировано 18, представленных гидроксикоричными кислотами и флавоноидами (табл. 1).

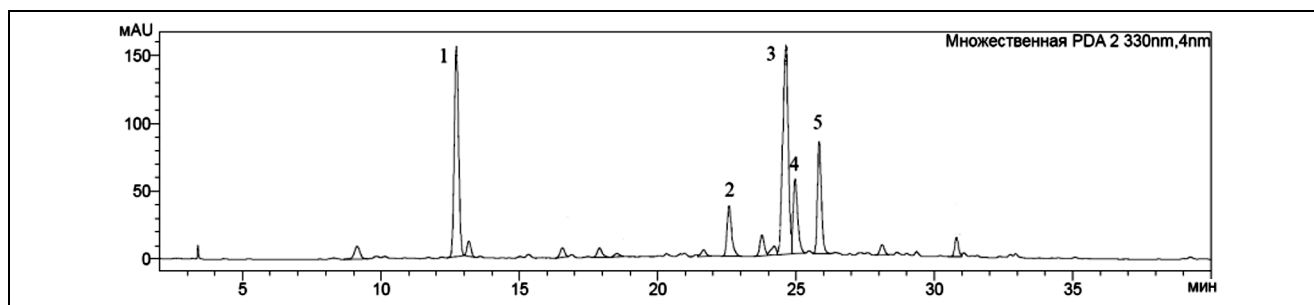


Рис. 1. ВЭЖХ-УФ-хроматограмма водно-спиртового извлечения из травы топинамбура (330 нм): 1 – хлорогеновая кислота; 2 – кверцетин-глюкуронид; 3 – изохлорогеновая А кислота; 4 – лютеолин/кемпферол-глюкуронид; 5 – изохлорогеновая С кислота

Таблица 1. Фенольные соединения, идентифицированные в траве топинамбура

№ п/п	Время удерживания, мин	Вещество	Молекулярная масса, Да	Положительная ионизация, m/z фрагменты	Отрицательная ионизация, m/z фрагменты
1	2	3	4	5	6
1	9,41	Неохлорогеновая кислота (кофеоилхинная)	354	163 (кофейная кислота-H <sub>2</sub> O) 181 (кофейная кислота) 355 [M+H] <sup>-</sup> 377 [M+Na] <sup>-</sup>	353 [M-H] <sup>-</sup>
2	12,92	Хлорогеновая кислота (кофеоилхинная)	354	163 (кофейная кислота-H <sub>2</sub> O) 181 (кофейная кислота) 355 [M+H] <sup>-</sup> 372 [M+H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 377 [M+Na] <sup>-</sup> 731 [2M+Na] <sup>-</sup>	191 (хинная кислота) 353 [M-H] <sup>-</sup> 707 [2M-H] <sup>-</sup>
3	13,39	Кофеоилхинная кислота (изомер 1)	354	163 (кофейная-H <sub>2</sub> O) 181 (кофейная кислота) 355 [M+H] <sup>-</sup> 377 [M+Na] <sup>-</sup>	353 [M-H] <sup>-</sup>
4	15,23	Кофеоилхинная кислота (изомер 2)	354	163 (кофейная-H <sub>2</sub> O) 181 (кофейная кислота) 355 [M+H] <sup>-</sup> 372 [M+H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 377 [M+Na] <sup>-</sup>	353 [M-H] <sup>-</sup>
5	15,55	Кофейная кислота	180	181 [M+H] <sup>-</sup> 198 [M+H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup>	179 [M-H] <sup>-</sup>
6	16,79	Кумароилхинная кислота (изомер 1)	338	147 (хинная кислота) 339 [M+H] <sup>-</sup> 356 [M+H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 361 [M+Na] <sup>-</sup>	337 [M-H] <sup>-</sup>
7	18,35	Ферулоилхинная кислота	368	177 (феруловая кислота-H <sub>2</sub> O) 195 (феруловая кислота) 369 [M+H] <sup>-</sup> 386 [M+H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 391 [M+Na] <sup>-</sup>	367 [M-H] <sup>-</sup>
8	18,68	Кумароилхинная кислота (изомер 2)	338	147 (хинная кислота) 339 [M+H] <sup>-</sup> 356 [M+H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 361 [M+Na] <sup>-</sup>	337 [M-H] <sup>-</sup>
9	20,48	Рутин	610	303 (кверцетин) 465 611 [M+H] <sup>-</sup> 633 [M+Na] <sup>-</sup>	609 [M-H] <sup>-</sup>

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
10	21,86	Изокверцетин (кверцетин-3-глюкозид)	464	303 (кверцетин) 465 [M+H] <sup>-</sup> 487 [M+Na] <sup>-</sup>	463 [M-H] <sup>-</sup>
11	22,75	Кверцетин-глюкуронид	478	303 (кверцетин) 479 [M+H] <sup>-</sup> 501 [M+Na] <sup>-</sup>	477 [M-H] <sup>-</sup> 955 [2M-H] <sup>-</sup>
12	23,91	Изохлорогеновая В кислота (дикофеоилхинная)	516	499 [M-H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 517 [M+H] <sup>-</sup> 534 [M+H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 539 [M+Na] <sup>-</sup>	515 [M-H] <sup>-</sup>
13	24,33	Лютеолин/кемпферол- глюкозид / галактозид	448	287 (агликон) 449 [M+H] <sup>-</sup> 471 [M+Na] <sup>-</sup> 919 [2M+Na] <sup>-</sup>	447 [M-H] <sup>-</sup> 895 [2M-H] <sup>-</sup>
14	24,69	Изохлорогеновая А кислота (дикофеоилхинная)	516	163 (кофейная кислота-H <sub>2</sub> O) 181 (кофейная кислота) 499 [M-H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 517 [M+H] <sup>-</sup> 539 [M+Na] <sup>-</sup>	353 (кофеоилхинная кислота) 515 [M-H] <sup>-</sup>
15	25,06	Лютеолин/кемпферол глюкуронид	462	287 (агликон) 463 [M+H] <sup>-</sup> 485 [M+Na] <sup>-</sup> 947 [2M+Na] <sup>-</sup>	461 [M-H] <sup>-</sup> 923 [2M-H] <sup>-</sup>
16	25,53	Изорамнетин-глюкуронид	492	317 изорамнетин 493 [M+H] <sup>-</sup> 515+23	491 [M-H] <sup>-</sup>
17	25,89	Изохлорогеновая С кислота (дикофеоилхинная)	516	163(кофейная кислота-H <sub>2</sub> O) 181 (кофейная кислота) 499 [M-H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 517 [M+H] <sup>-</sup> 534 [M+H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 539 [M+Na] <sup>-</sup>	515 [M-H] <sup>-</sup>
18	28,13	Изохлорогеновая кислота (дикофеоилхинная)	516	181 (кофейная кислота) 499 [M-H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> 517 [M+H] <sup>-</sup>	515 [M-H] <sup>-</sup>

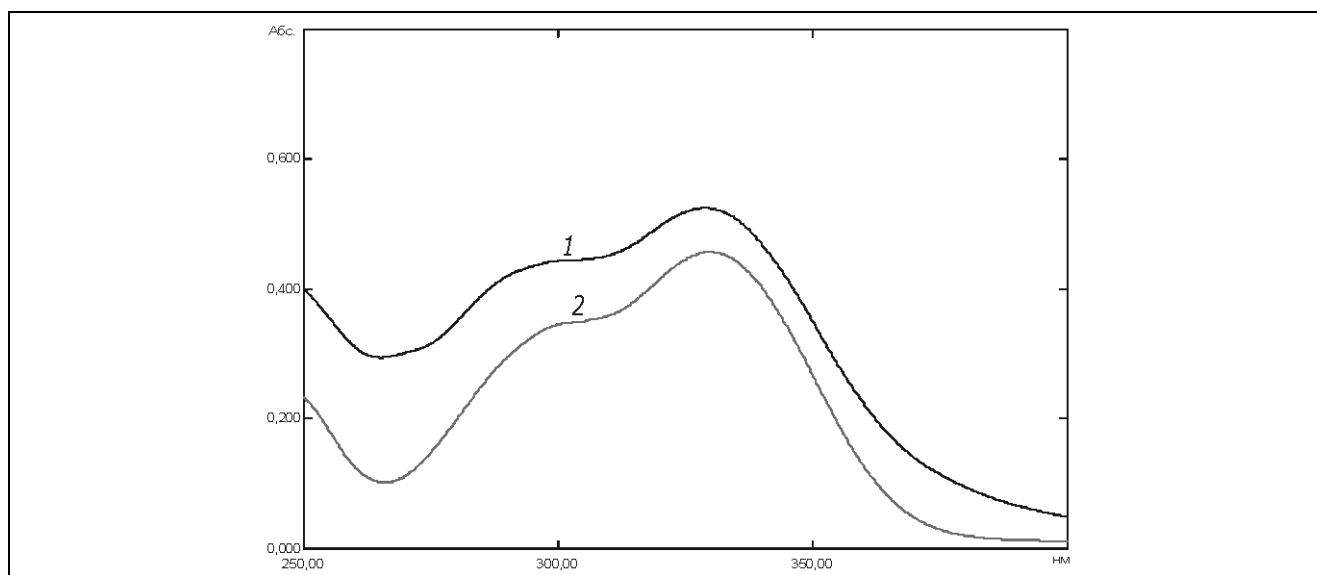


Рис. 2. УФ-спектр поглощения водно-спиртового извлечения из травы топинамбура (1) и хлорогеновой кислоты (2)

При изучении УФ-спектра водно-спиртового извлечения из травы топинамбура было установлено, что в диапазоне длин волн 200–400 нм наблюдается максимум при 327±2 нм (рис. 2).

Характер спектральной кривой и положение максимума свидетельствует о доминировании гидроксикоричных кислот. Поэтому для количественной оценки суммы фенольных соединений в данном сырье выбран метод прямой спектрофотометрии. В качестве стандартного образца использована хлорогеновая кислота, идентифицированная в траве топинамбура и являющаяся одним из доминирующих ее метаболитов.

В ходе дальнейших исследований было установлено, что оптимальными условиями анализа является использование в качестве экстрагента спирта этилового 70%-ного, соотношения сырье-

экстрагент 1:100 при однократной экстракции на кипящей водяной бане в течение 1 ч. На основе подобранных параметров экстракции разработана методика количественного определения суммы фенольных соединений; проведенная валидация позволила охарактеризовать ее положительно по основным аналитическим параметрам (табл. 2).

Анализ образцов травы топинамбура, заготовленных в различных местах произрастания, показал, что содержание фенольных соединений составляет от 4,88±0,22 до 7,47±0,35%, хлорогеновой кислоты – от 1,67±0,05 до 2,37±0,08%. При этом содержание хлорогеновой кислоты выше в образцах с более высоким накоплением фенольных соединений, что свидетельствует о доминировании данного соединения среди метаболитов (табл. 3).

**Таблица 2. Валидационные параметры методики**

Наименование параметра	Полученный результат
Контроль специфичности	Испытуемый раствор (трех опытных партий): 327, 325, 328 нм; раствор стандартного образца хлорогеновой кислоты: 327 нм
Контроль линейности	Коэффициент корреляции не менее 0,993
Контроль правильности	Диапазон процента восстановления – от 97,1 до 103,2%
Контроль повторяемости	Относительное стандартное отклонение (RSD) – 4,2%
Контроль внутрилабораторной прецизионности	Совпадение результатов между двумя аналитиками – 98%
Контроль аналитической области	Правильность, линейность и прецизионность должны быть установлены внутри аналитической области от 5 до 12%

**Таблица 3. Содержание фенольных соединений в траве топинамбура, заготовленной в различных местах произрастания**

Место произрастания	Сумма фенольных соединений, %	Хлорогеновая кислота, %
Московская обл., Чеховский район, 2021 г.	4,88±0,22	1,67±0,05
Московская обл., Пушкинский район, 2021 г.	7,47±0,35	2,37±0,08
Тверская область, п. Сахарово, 2018 г.	5,06±0,24	2,08±0,06

**Таблица 4. Содержание фенольных соединений в различных частях травы топинамбура**

Часть растения	Сумма фенольных соединений, %	Хлорогеновая кислота, %	Массовая доля в составе сырья, %
Стебли до 3 мм	2,85±0,12	0,97±0,03	7,73
Стебли 3-5 мм	2,04±0,09	0,71±0,02	23,36
Стебли более 5 мм	1,57±0,07	0,43±0,01	35,40
Стебли почерневшие	2,15±0,09	0,79±0,24	8,33
Листья	10,07±0,31	2,65±0,08	23,60
Цветки	7,15±0,30	1,93±0,06	1,58
Трава	7,47±0,31	2,37±0,07	100

В результате исследования распределения фенольных соединений по органам надземной части растения установлено, что наибольшее количество веществ фенольной природы накапливается в листьях (табл. 4). Содержание в стеблях снижается по мере утолщения стебля, что служит основанием нормирования количества стеблей, диаметром более 5 мм в составе сырья. При этом черная окраска стеблей незначительно влияет на содержание фенольных веществ и в целом не требует строго ограничения.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований методом ВЭЖХ-УФ-МС/МС было установлено, что фенольный комплекс травы топинамбура представлен вторичными метаболитами, относящимися к гидроксикоричным кислотам и флавоноидам. Доминирующими веществами являются хлорогеновая, изохлорогеновая А и изохлорогеновая С кислоты.

С использованием метода прямой спектрофотометрии разработана методика количественного определения суммы фенольных соединений в пересчете на хлорогеновую кислоту, с помощью которой установлено, что содержание данных соединений составляет от  $4,88 \pm 0,22$  до  $7,47 \pm 0,35\%$ , при этом накопление осуществляется преимущественно в листьях.

Таким образом, трава топинамбура, заготовленная в фазу конца вегетации, являясь источником получения фенольных соединений, представляет интерес для дальнейшего исследования в перспективе создания на ее основе фармацевтических субстанций. Вместе с тем это позволит целенаправленно перерабатывать вторичное сырье, образующееся при выращивании клубней, и обеспечит комплексное использование топинамбура.

Данная работа проведена согласно плану научно-исследовательской работы ФГБНУ ВИЛАР по теме «Фитохимическое обоснование ресурсосберегающих технологий переработки лекарственного растительного сырья и рационального использования биологически активных веществ растительного происхождения» (FGUU-2022-0011).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленков В.Н. Топинамбур: агробиологический портрет и перспективы инновационного применения. Монография. М.: РГАУ-МСХА, 2012. 161 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с [Электронный ресурс]. URL: <https://ogorodum.ru/docs/gosreestr-rus.pdf> (дата обращения 06.01.2022).

3. Xiao Yong Ma, Li Hua Zhang, Hong Bo Shao et al. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) a medicinal salt-resistant plant has high adaptability and multiple-use values Journal of medicinal plant research. 2011; 5(8): P. 1272-1279. Published Online [https://www.researchgate.net/publication/228464875\\_Jerusalem\\_artichoke\\_Helianthus\\_tuberosus\\_a\\_medicinal\\_salt-resistant\\_plant\\_has\\_high\\_adaptability\\_and\\_multipleuse\\_values](https://www.researchgate.net/publication/228464875_Jerusalem_artichoke_Helianthus_tuberosus_a_medicinal_salt-resistant_plant_has_high_adaptability_and_multipleuse_values).
4. Ярошевич М.И., Вечер Н.Н. Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – перспективная культура многоцелевого использования. Труды БГУ. 2010; 4(2). Режим доступа: <http://www.bio.bsu.by/proceedings/articles/2009-4-2-198-208.pdf>.
5. Stimbirys A., Bartkiene E., Siugzdaitė Ju., Augienė D., Vidmantienė D., Juodeikiene G., Maruska A., Stankevičius M., Cizeikiene D. Safety and quality parameters of ready-to-cook minced pork meat products supplemented with *Helianthus tuberosus* L. tubers fermented by BLIS producing lactic acid bacteria. J. Food Sci. Technol. 2015; 52(7): 4306–4314.
6. Зеленков В.Н. Средство лечебной косметики, содержащее экстракты топинамбура. Патент РФ № 2138247. 02.12.1997 г.
7. Реестр изобретений Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www1.fips.ru/register-web/action?acName=clickRegister&regName=RUPAT> (дата обращения 06.01.2022 г.).
8. Song Y., Wi S.G., Kim H.M., Bae H.J. Cellulosic bioethanol production from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) using hydrogen peroxide-acetic acid (HPAC) pretreatment. Bioresour echnol. 2016 Aug; 214: 30–36. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.04.065.
9. Gunnarsson I.B., Svensson S.-E., Johansson E., Karakasheva D., Angelidakia I. Potential of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a biorefinery crop. Industrial Crops and Products. 2014; 56: 231240. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.03.010.
10. Белоусова А.Л., Саенко С.А., Зяблищева Н.С. Фотохимическое исследование травы топинамбура. Материалы регион. конф. по фармации, фармакологии и подготовке кадров. Пятигорск: ПятГФА, 2001; 12–13.
11. Fujia Chen, Xiaohua Long, Zhaopu Liu, Hongbo Shao, Ling Liu. Analysis of Phenolic Acids of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Responding to Salt-Stress by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry. Scientific World Journal. 2014; 2014: 568043. Published online 2014 Aug 5. DOI: 10.1155/2014/568043.
12. Carrazzone C., Mascherpa D., Gazzani G., Papetti A. Identification of phenolic constituents in red chicory salads (*Cichorium intybus*) by high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ionisation tandem mass spectrometry. Food Chem. 2013 Jun 1; 138(2–3): 1062–1071. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.060.
13. Clifford M., Zheng W., Kuhnert N. Profiling the chlorogenic acids of aster by HPLC-MSn. Phytochemical analysis. 2006; 17(6): 384–393. DOI: 10.1002/pca.935.
14. Jaiswal R., et al. Profiling and characterization by LC-MS n of the chlorogenic acids and hydroxycinnamoylshikimate esters in mate (*Ilex paraguariensis*). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010; 58(9): 5471–5484. DOI: 10.1021/jf904537z.
15. Jaiswal R., Kiprotich J., Kuhnert N. Determination of the hydroxycinnamate profile of 12 members of the Asteraceae family. Phytochemistry. 2011; 72(8): 781–790. DOI: 10.1016/j.phytochem.2011.02.027.
16. Clifford M. N., Marks S., Knight S., Kuhnert N. Characterization by LC-MS n of four new classes of p-coumaric acid-containing diacyl chlorogenic acids in green coffee beans. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006; 54(12): 4095–4101. DOI: 10.1021/jf060536p.

Поступила 11 января 2022 г.

# INVESTIGATION OF PHENOLIC COMPOUNDS OF THE JERUSALEM ARTICHOKE HERBS (*HELIANTHUS TUBEROSUM* L.)

© O.L. Saybel, 2022

**O.L. Saybel**

Ph.D. (Pharm.), All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow, Russia)

**Relevance.** Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosum* L.), is a valuable food crop grown in many countries of the world and has multiple uses in the food industry and animal husbandry. The main raw material of Jerusalem artichoke is tubers, when harvesting the grass, as a rule, is utilized. The herb has a significant biomass and contains phenolic compounds. **The aim** of the study was to analyze the phenolic complex of Jerusalem artichoke herb and assess the prospects for its use as a medicinal plant material.

**Material and Methods.** As a result of the studies carried out by HPLC-UV-MS/MS, 18 compounds related to hydroxycinnamic acids and flavonoids were identified. The dominant substances are chlorogenic, isochlorogenic A and isochlorogenic C acids.

**Results.** Using the method of direct spectrophotometry, a method has been developed for the quantitative determination of the sum of phenolic compounds in terms of chlorogenic acid. The content of these compounds ranges from  $4.88 \pm 0.22$  % to  $7.47 \pm 0.35$  %, the accumulation is carried out mainly in the leaves.

**Conclusion.** The highest content of chlorogenic acid is also observed in Jerusalem artichoke leaves and is  $2.65 \pm 0.08$  %.

Thus, Jerusalem artichoke herb harvested at the end of the growing season is of interest for further research and creation on pharmaceutical substances. At the same time, this will make it possible to purposefully process the secondary raw materials formed during the cultivation of tubers and ensure the comprehensive use of Jerusalem artichoke.

**Key words:** Jerusalem artichoke, herba, phenolic compounds, chlorogenic acid.

**For citation:** Saybel O.L. Investigation of phenolic compounds of the jerusalem artichoke herbs (*Helianthus tuberosum* L.). Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2022;25(2):7–13. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-02-02>

## REFERENCES

- Zelenkov V.N. Topinambur: agrobiologicheskij portret i perspektivy innovacionnogo primeneniya. Monografija. M.: RGAU-MSHA, 2012. 161 s.
- Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju. T.1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie). M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2021. 719 s [Elektronnyj resurs]. URL: <https://ogoro-dum.ru/docs/gosreestr-rus.pdf> (data obrashhenija 06.01.2022).
- Xiao Yong Ma, Li Hua Zhang, Hong Bo Shao et al. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) a medicinal salt-resistant plant has high adaptability and multiple-use values Journal of medicinal plantresearch. 2011; 5(8): P. 1272-1279. Published Online [https://www.researchgate.net/publication/228464875\\_Jerusalem\\_artichoke\\_Helianthus\\_tuberosus\\_a\\_medicinal\\_salt-resistant\\_plant\\_has\\_high\\_adaptability\\_and\\_multipleuse\\_values](https://www.researchgate.net/publication/228464875_Jerusalem_artichoke_Helianthus_tuberosus_a_medicinal_salt-resistant_plant_has_high_adaptability_and_multipleuse_values).
- Jaroshevich M.I., Vecher N.N. Topinambur (*Helianthus tube-rosus* L.) – perspektivnaja kul'tura mnogocelevogo ispol'zovanija. Trudy BGU. 2010; 4(2). Rezhim dostupa: <http://www.bio.bsu.by/proceedings/articles/2009-4-2-198-208.pdf>.
- Stimbirys A., Bartkiene E., Siugzdaitė Ju., Augeniene D., Vidmantienė D., Juodeikiene G., Maruska A., Stankevicius M., Cizeikiene D. Safety and quality parameters of ready-to-cook minced pork meat products supplemented with *Helianthus tuberosus* L. tubers fermented by BLIS producing lactic acid bacteria. J. Food Sci. Technol. 2015; 52(7): 4306–4314.
- Zelenkov V.N. Sredstvo lechebnoj kosmetiki, sodержashhee jekstrakty topinambura. Patent RF № 2138247. 02.12.1997 g.
- Reestr izobretenij Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://shhshshh1.fips.ru/registers-shheb/action?acName=clickRegister&regName=RUPAT> (data obrashhenija 06.01.2022 g.).
- Song Y., Wi S.G., Kim H.M., Bae H.J. Cellulosic bioethanol production from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) using hydrogen peroxide-acetic acid (HPAC) pretreatment. Bioresour echnol. 2016 Aug; 214: 30–36. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.04.065.
- Gunnarssona I.B., Svensson B.-E., Johansson E., Karakasheva D., Angelidakia I. Potential of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a biorefinery crop. Industrial Crops and Products. 2014; 56: 231240. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.03.010.
- Belousova A.L., Saenko S.A., Zjablyceva N.S. Fotohimicheskoe issledovanie travy topinambura. Materialy region. konf. po farmacii, farmakologii i podgotovke kadrov. Pjatigorsk: PjatGFA, 2001; 12–13.
- Fujia Chen, Xiaohua Long, Zhaopu Liu, Hongbo Shao, Ling Liu. Analysis of Phenolic Acids of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Responding to Salt-Stress by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry. Scientific World Journal. 2014; 2014: 568043. Published online 2014 Aug 5. DOI: 10.1155/2014/568043.
- Carazzone C., Mascherpa D., Gazzani G., Papetti A. Identification of phenolic constituents in red chicory salads (*Cichorium intybus*) by high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ionisation tandem mass spectrometry. Food Chem. 2013 Jun 1; 138(2–3): 1062-1071. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.060.
- Clifford M., Zheng W., Kuhnert N. Profiling the chlorogenic acids of aster by HPLC-MSn. Phytochemical analysis. 2006; 17(6): 384–393. DOI: 10.1002/pca.935.
- Jaiswal R., et al. Profiling and characterization by LC-MS n of the chlorogenic acids and hydroxycinnamoylshikimate esters in mate (*Ilex paraguariensis*). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010; 58(9): 5471–5484. DOI: 10.1021/jf904537z.
- Jaiswal R., Kiprotich J., Kuhnert N. Determination of the hydroxycinnamate profile of 12 members of the Asteraceae family. Phytochemistry. 2011; 72(8): 781–790. DOI: 10.1016/j.phytochem.2011.02.027.
- Clifford M. N., Marks S., Knight S., Kuhnert N. Characterization by LC-MS n of four new classes of p-coumaric acid-containing diacyl chlorogenic acids in green coffee beans. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006; 54(12): 4095–4101. DOI: 10.1021/jf060536p.