

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-55-57>
УДК 635.54:581.192.2

П.О. Маврина*, Е.Л. Маланкина

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений"
117216, Россия, Москва, ул. Грина, д. 7

*Автор для переписки: mavrina@vilarnii.ru

Благодарности. Авторы благодарят сотрудников Ростовской опытной станции (Ростовская ОСЦ – филиал ФГБНУ ФНЦО) за предоставленный посевной материал для исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Для цитирования: Маврина П.О., Маланкина Е.Л. Фенольные соединения культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Овощи России*. 2022;(3):55-57.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-55-57>

Поступила в редакцию: 12.04.2022

Принята к печати: 20.05.2022

Опубликована: 25.06.2022

Polina O. Mavrina*, Elena L. Malankina

All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
7, Green st., Moscow, 117216, Russia

*Corresponding author: mavrina@vilarnii.ru

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Acknowledgments. The authors are grateful to the staff of the Rostov Vegetable experimental station on chicory – Branch of the FSBSI FSVС for providing seed material for the study.

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Mavrina P.O., Malankina E.L. Phenolic compounds of cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):55-57.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-55-57>

Received: 12.04.2022

Accepted for publication: 20.05.2022

Published: 25.06.2022

Фенольные соединения культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)



Резюме

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) широко известен в народной медицине многих стран, однако в официальной медицине его использование ограничено использованием в составе биологически активных добавок к пище. Несмотря на имеющиеся данные о фармакологической активности извлечений из листьев, их применение в качестве лекарственного растительного сырья почти не рассматривается. Целью работы является изучение динамики накопления фенольных соединений (ФС) в листьях культивируемого цикория обыкновенного для оптимизации сроков уборки надземной массы. В статье приведены данные о динамике накопления ФС в листьях двух сортов культивируемого цикория, а также проведено сравнение полученных данных с аналогичными показателями дикорастущего цикория.

Результаты. Отмечено, что содержание фенольных соединений в листьях культивируемого цикория в 1,5-2 раза выше в сравнении с сырьем дикорастущих растений. Изучаемые сорта различаются по содержанию ФС в среднем на 8%. Установлено, что основными фенольными соединениями в листьях культивируемого цикория являются цикориевая, хлорогеновая и кафтаровая кислоты; их суммарное содержание в полученных извлечениях составляет 55%. Отмечено, что период максимального накопления ФС в листьях приходится на конец сентября – начало октября. Установленный химический состав, более высокое содержание фенольных соединений по сравнению с дикорастущими растениями, а также совпадение максимального накопления ФС в листьях с ориентировочной датой уборки корнеплодов цикория позволяет рассматривать его выращивание в культуре как перспективное направление с целью комплексного использования получаемого сырья для нужд как пищевой, так и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: культивируемый цикорий, листья цикория, *cichorium intybus*, фенольные соединения

Phenolic compounds of cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.)

Abstract

Common chicory (*Cichorium intybus* L.) is widely known in traditional medicine of many countries, but in official medicine its use is limited as a part of biologically active additives. Despite the available information about pharmacological activity of leaf extracts, their use as a medicinal herbal raw material is almost not considered. The purpose of the work is to study the accumulation dynamics of phenolic compounds (PC) in the leaves of cultivated chicory to optimize the time of harvesting the above-ground mass. The article presents data on the accumulation dynamics of PC in the leaves of two varieties of cultivated chicory, and also compares the obtained data with similars of wild-growing chicory.

Results. It was noted that the content of phenolic compounds in the leaves of cultivated chicory is 1.5-2 times higher in comparison with the raw materials of wild plants. The studied varieties differ in the content of PC by 8% in average. It has been established that the main phenolic compounds in the leaves of cultivated chicory are chicoric, chlorogenic and caffeoyl acids; their total content in the obtained extracts is 55%. It was noted that the period of maximum accumulation of PC in leaves falls on the end of september – beginning of october. The established chemical composition, a higher content of phenolic compounds compared to wild plants, as well as the coincidence of the maximum accumulation of PC in the leaves with the approximate date of harvesting chicory roots allows us to consider its cultivation in culture as a promising direction with the aim of the integrated use of the obtained raw materials for both food and pharmaceutical industry.

Keywords: cultivated chicory, chicory leaves, *cichorium intybus*, phenolic compounds

Введение

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) известен в народной медицине многих стран как желчегонное, противовоспалительное, гипогликемическое средство. В официальной медицине его применение ограничивается использованием в составе биологически активных добавок к пище. Цикорий рассматривается нами как перспективное лекарственное растительное сырье для получения препаратов гепатопротекторного действия. В настоящее время культура выращивается для получения корнеплодов, а листья являются отходами производства. При этом доказано, что химический состав листьев определяет ряд фармакологических свойств, характерных для препаратов на их основе [1]. Комплексное использование разных частей растения позволит не только повысить экономическую эффективность культуры в хозяйствах, но и рационально использовать имеющиеся природные ресурсы. Таким образом, представляет интерес изучение динамики накопления фенольных соединений (ФС) в листьях культивируемого цикория обыкновенного в течение первого года жизни растений с целью оптимизации сроков уборки надземной массы.

Материалы и методы

Опыт проводили на территории ФГБНУ ВИЛАР. Растения выращивали из семян, полученных от Ростовской опытной станции (Ростовская ОСЦ – филиал ФГБНУ ФНЦО). В исследовании использовались сорта Ростовский и Ярославский. Опыт состоял из 2 вариантов (сорт), включающих по 3 повторности. Использован рассадный способ выращивания, 25-дневная рассада высажена в открытый грунт в июне 2021 года. Через 2,5 недели начат отбор проб листьев (каждые 10 дней). В течение периода проведения исследования (июнь-октябрь) ежедневно проводили учет среднесуточной температуры и количества осадков для определения значений гидротермического коэффициента. Расчет коэффициента проводили по формуле:

$$K = \frac{R \times 10}{\sum t}$$

где R – сумма осадков за период с температурами выше 10°C ; $\sum t$ – сумма температур за тот же период.

Определение содержания суммы фенольных соединений в пересчете на цикориевую кислоту в листьях сортов цикория обыкновенного проводили методом прямой спектрофотометрии по разработанной ФГБНУ ВИЛАР методике на спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu, Япония) [2]. Каждый образец анализировали в трех повторностях.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

При проведении анализа полученных результатов было выявлено, что фенольные соединения в листьях цикория обыкновенного имеют два максимума накопления – летний и осенний (рис. 1). Это связано с тем, что цикорий по биологическим особенностям является летнезеленым видом, т.е. образует за вегетационный период две генерации листьев, что позволяет растению наиболее полно использовать пластические вещества – для закладки цветковых почек, реализующихся на второй год жизни растения, а также для обеспечения перезимовки [3, 4].

Так, на рисунке 1 видно, что первый максимум содержания фенольных соединений приходится на 1-2 декаду августа, затем происходит снижение значений в среднем в 1,75 раз, что, вероятно, связано с закладкой генеративных почек, после чего

наблюдается стремительный рост содержания ФС, который достигает максимума в 3 декаде сентября.

При сравнении динамики содержания фенольных соединений в листьях двух сортов цикория обыкновенного обнаружено, что сорт Ярославский превосходит сорт Ростовский в среднем на 8 %. При этом у сорта Ростовский накопление происходит более равномерно.

Корреляционный анализ динамики накопления ФС и значений гидротермического коэффициента (ГТК) за исследуемый период выявил наличие высокой связи (0,81 – для сорта Ростовский; 0,76 – для сорта Ярославский) между данными параметрами, что наглядно показано на рисунке 2. Нами плани-

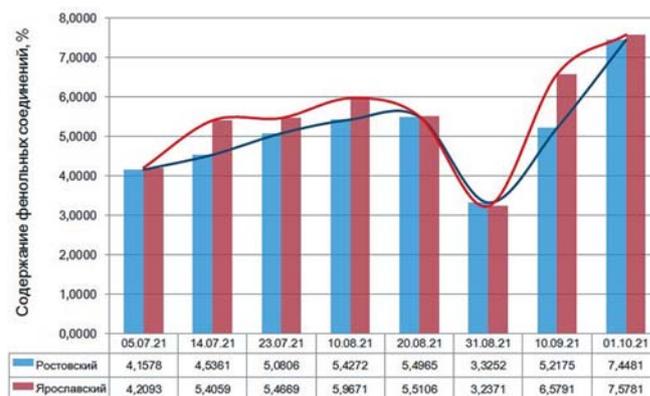


Рис. 1. Динамика накопления фенольных соединений в листьях двух сортов цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)

Fig. 1. Accumulation dynamics of phenolic compounds in the leaves of two varieties of common chicory (*Cichorium intybus* L.)

руется дальнейшее проведение исследований по изучению влияния температурного режима и количества осадков на количественное содержание фенольных соединений в листьях цикория для выявления особенностей динамики их накопления и установления оптимальных сроков уборки сырья.

При проведении высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным спектрофотометрическим детектированием (ВЭЖХ-ДМД) было обнаружено, что основными ФС в листьях культивируемого цикория обыкновенного являются цикориевая, хлорогеновая и кафтаровая кислоты. Их соотношение в среднем составляет 15:3:1 соответственно. Содержание данных компонентов в полученных нами извлечениях состав-

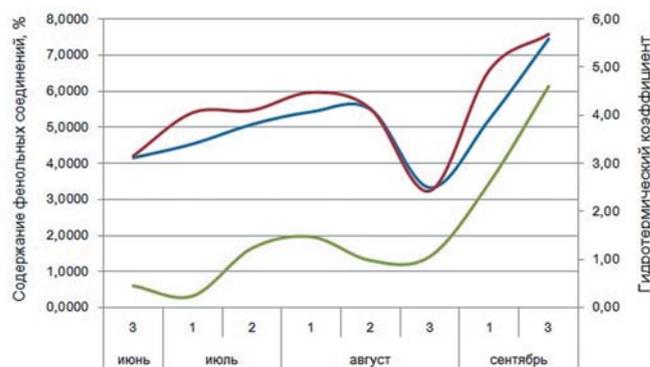


Рис. 2. Соотношение графиков динамики накопления фенольных соединений с графиком значений гидротермического коэффициента

Fig. 2. Correlation of the graphs of the accumulation dynamics of phenolic compounds with the graph of the values of the hydrothermal coefficient

ляет в среднем 55% от общего содержания фенольных соединений. Согласно данным литературы, фенолкарбоновые кислоты (цикориевая, кафтаровая, хлорогеновая, изохлорогеновая, кофейная и др.) относятся к классу малотоксичных соединений и являются наиболее эффективными природными антиоксидантами. Проявление антиоксидантной активности, в свою очередь, обуславливает противовоспалительное, антиатеросклеротическое, гепатопротекторное действие фенольных соединений и фармацевтических субстанций на их основе. Также проведены исследования, подтверждающие иммуномодулирующие и противовирусные свойства гидроксикоричных кислот [5, 6].

Известно, что у культивируемых растений, по сравнению с дикорастущими, содержание биологически активных веществ выше. Нами было проведено сравнение полученных в настоящем исследовании экспериментальных данных с данными о содержании фенольных соединений в листьях дикорастущего цикория первого года жизни, полученных в результате исследований, ранее проводимых ФГБНУ ВИЛАР [7, 8]. Было установлено, что содержание биологически активных веществ, обуславливающих фармакологические свойства цикория, у культурных растений выше, чем у дикорастущих – в среднем в 1,58 раз (по данным предыдущих исследований); в 1,69 раз (сорт Ростовский) и 2,02 раз (сорт Ярославский). При этом у дикорастущего цикория наибольшее содержание ФС в листьях наблюдается в июле, и к осени оно снижается в 1,5 раза, таким обра-

зом, осенний максимум накопления ФС, присущий культурному цикорию, отсутствует. Это позволяет рассматривать выращивание цикория обыкновенного с применением агротехники как приоритетное направление по сравнению с заготовкой дикорастущих популяций.

Заключение

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что содержание фенольных соединений в листьях культивируемого цикория в 1,5-2 раза выше в сравнении с сырьем дикорастущих растений. Между сортами, используемыми в исследовании, также есть разница по содержанию ФС, установлено, что у сорта Ярославский их содержание в среднем выше на 8%. Это даёт нам возможность оценить возможные пределы варьирования данного показателя у культурного цикория. Кроме этого, отмечена разница в динамике накопления фенольных соединений у дикорастущих и культивируемых растений. Период максимального накопления ФС в листьях, приходящийся на конец сентября – начало октября, совпадает с ориентировочной датой уборки корнеплодов цикория, что исключает необходимость раздельной заготовки сырья в разные сроки. Это позволяет рассматривать выращивание цикория обыкновенного в культуре как перспективное направление с целью комплексного использования получаемого сырья для нужд как пищевой, так и фармацевтической промышленности.

Об авторах:

Полина Олеговна Маврина – младший научный сотрудник отдела химии природных соединений Центра химии и фармацевтической технологии, автор для переписки,

Елена Львовна Маланкина – доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории Ботанический сад, gandurina@mail.ru

About the authors:

Polina O. Mavrina – Junior Researcher, Department of Chemistry of Natural Compounds of the Center for Chemistry and Pharmaceutical Technology, Correspondence Author, mavrina@vilarii.ru

Elena L. Malankina – Doc. Sci. (Agriculture), Prof., Chief Researcher, Botanical Garden Laboratory, gandurina@mail.ru

• Литература

1. Маврина П.О., Сайбель О.Л., Маланкина Е.Л. Возможности использования листьев культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор). *Овощи России*. 2021;(4):105-110. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-105-110>
2. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Цицилин А.Н., Дул В.Н. Разработка методики количественного анализа биологически активных веществ и оценка динамики их накопления в зависимости от фазы вегетации Цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2016;19(6):20-24. URL: <https://bmpcjournal.ru/sites/default/files/private/bmfc-2016-06-05.pdf> (дата обращения: 08.03.2022);
3. Олейникова Е.М. Оценка структурного разнообразия травянистых растений. *Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. 2018;27(2):161-182. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10027
4. Анищенко Л.В., Шишлова Ж.Н. Результаты интродукции ароматических растений в ботаническом саду ЮФУ. *Молодые ученые и фармация XXI века*, сборник научных трудов четвертой научно-практической конференции с международным участием. 2016. С.17-26. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29342611_74001901.pdf (дата обращения: 08.03.2022)
5. Tsai K.L., Kao C.L., Hung C.H., Cheng Y.H., Lin H.C., Chu P.M. Chicoric acid is a potent anti-atherosclerotic ingredient by anti-oxidant action and anti-inflammation capacity. *Oncotarget*. 2017;8(18):29600–29612. DOI: 10.18632/oncotarget.16768.
6. Adem Ş., Eyupoglu V., Sarfraz I., Rasul A., Zahoor A.F., Ali M., Abdalla M., Ibrahim I.M., Elfiky A.A. Caffeic acid derivatives (CAFDs) as inhibitors of SARS-CoV-2: CAFDs-based functional foods as a potential alternative approach to combat COVID-19. *Phytomedicine*. 2020. DOI: 10.1016/j.phymed.2020.153310.
7. Сайбель О.Л., Радимич А.И., Адамов Г.В., Даргаева Т.Д. Сравнительное фитохимическое изучение надземной части дикорастущего и культивируемого растения цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Химия растительного сырья*. 2020;(3):187–195. DOI: 10.14258/jcprm.2020037386;
8. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Фадеев Н.Б., Дул В.Н. Изучение динамики накопления фенольных соединений в траве цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Медицинский вестник Башкортостана*. 2016;11,5(65):80-83.

• References

1. Mavrina P.O., Saybel O.L., Malankina E.L. Possibilities of using leaves cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.) as a medicinal plant material (review). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(4):105-110. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-105-110>
2. Saibel' O.L., Dargaeva T.D., Tsitsilin A.N., Dul V.N. Development of a method of quantitative analysis of biologically active substances and assessment of accumulation dynamics depending on vegetation phase of common chicory (*Cichorium intybus* L.). *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2016;19(6):20-24. URL: <https://bmpcjournal.ru/sites/default/files/private/bmfc-2016-06-05.pdf> (In Russ.)
3. Oleinikova E.M. Assessment of the structural diversity of herbaceous plants. *Samarskaya luka: problemy regional'noi i global'noi ehkologii*. 2018;27(2):161-182. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10027 (In Russ.)
4. Anishchenko L.V., Shishlova Zh.N. Results introduction study of aromatic plants in the botanical garden SFU. *Molodye uchenye i farmatsiya XXI veka*, collection of scientific papers of the fourth scientific-practical conference with international participation. 2016. P.17-26. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29342611_74001901.pdf (In Russ.);
5. Tsai K.L., Kao C.L., Hung C.H., Cheng Y.H., Lin H.C., Chu P.M. Chicoric acid is a potent anti-atherosclerotic ingredient by anti-oxidant action and anti-inflammation capacity. *Oncotarget*. 2017;8(18):29600–29612. DOI: 10.18632/oncotarget.16768.
6. Adem Ş., Eyupoglu V., Sarfraz I., Rasul A., Zahoor A.F., Ali M., Abdalla M., Ibrahim I.M., Elfiky A.A. Caffeic acid derivatives (CAFDs) as inhibitors of SARS-CoV-2: CAFDs-based functional foods as a potential alternative approach to combat COVID-19. *Phytomedicine*. 2020. DOI: 10.1016/j.phymed.2020.153310.
7. Saibel' O.L., Radimich A.I., Adamov G.V., Dargaeva T.D. Comparative phytochemical study of the aerial parts of the wild-growing and cultivated chicory ordinary (*Cichorium intybus* L.). *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2020;(3):187-195. DOI: 10.14258/jcprm.2020037386. (In Russ.);
8. Saibel' O.L., Dargaeva T.D., Fadeev N.B., Dul V.N. Study of the accumulation dynamics of phenolic compounds in the herb of common chicory (*Cichorium intybus* L.). *Meditsinskii vestnik Bashkortostana*. 2016;11,5(65):80-83. (In Russ.)