

УДК 663.941.3

Фитохимический состав продуктов из цикория (*Cichorium Intybus* L.)

З. А. ХАЙРУЛЛИНА¹, д-р техн. наук А. В. КАНАРСКИЙ²¹zbadretdinova@bk.ru, ²alb46@mail.ruКазанский национальный исследовательский технологический университет
420015, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, 68

Проведены качественные анализы на содержание полифенольных соединений, танинов, флавоноидов, гликозидов и терпеноидов в продуктах из цикория. Качественный тест показал наличие в жареных продуктах из цикория и отсутствие в сушеных продуктах веществ полифенольной природы. Наличие флавоноидов можно отметить только в сушеных продуктах из цикория. Количественное определение содержания полифенольных соединений в продуктах из цикория подтверждает результаты качественного анализа и содержание полифенольных соединений в жареных продуктах значительно превышает их содержание в сушеных продуктах. В необжаренных продуктах из цикория содержание танинов также незначительное. Максимальное содержание танинов в жареном цикории, что объясняется окисленной формой танинов. Значение антиоксидантной активности сушеных и жареных продуктов из цикория значительно отличается. Это связано с качеством полифенольных соединений, а именно с их составом и восстановленной или окисленной формой. Также с увеличением степени обжаривания цикория в результате протекания реакции меланоидинообразования, образуются продукты (гидроксиметилфурфурол, диоксисоединения, производные фурана и т. д.), повышающие антиоксидантную активность. Между содержанием полифенольных соединений, танинов и флавоноидов и значением антиоксидантной активности продуктов из цикория не наблюдается корреляция.

Ключевые слова: цикорий, фитохимические соединения, танины, полифенольные соединения, флавоноиды, антиоксидантная активность.

Информация о статье

Поступила в редакцию 18.01.2016, принята к печати 20.04.2016

doi: 10.21047/1606-4313-2016-15-2-21-25

Ссылка для цитирования

Хайруллина З. А., Канарский А. В. Фитохимический состав продуктов из цикория (*Cichorium Intybus* L.) // Вестник Международной академии холода. 2016. № 2. С. 21–25.

Phytochemical composition of chicory (*Cichorium Intybus* L.) products

Z. A. KHAIRULLINA¹, D. Sc. A. V. KANARSKIY²¹zbadretdinova@bk.ru, ²alb46@mail.ruKazan National Research Technological University
420015, Russia, Kazan, K. Marksa str., 68

Qualitative analyses on the content of polyphenol compounds, tannins, flavonoids, glycosides and terpenoids in products from chicory are carried out. The qualitative test showed presence in fried products from chicory and absence in dried products of substances of the polyphenolic nature. The existence of flavonoids can be noted only in dried products from chicory. A quantitative definition of the content of polyphenol compounds in products from chicory confirms results of the qualitative analysis and the content of polyphenolic connections in fried products considerably exceeds their contents in dried products. In dried products from chicory the content of tannins is also insignificant. The maximum content of tannins in fried chicory that is explained by the oxidized form of tannins. The value of antioxidant activity of dried and fried products from chicory considerably differs. It is connected with the quality of polyphenolic connections, namely with their structure and the restored or oxidized form. Also with increase in extent of frying of chicory as a result of a course of reaction of melanoidin formations, the products (hydroxymethylfurfural, dihydroxy compound, derivatives of a furan, etc.) increasing antioxidant activity are formed. Between the content of polyphenol compounds, tannins and flavonoids and value of antioxidant activity of products from chicory correlation isn't observed.

Keywords: chicory, phytochemicals, tannins, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity.

Введение

Фитохимические соединения, в том числе биологически активные вещества, содержащиеся в пищевом растительном сырье, являются важным компонентом в питании человека [1].

Одной из сельскохозяйственных культур, содержащих фитохимические соединения, является цикорий (*Cichorium intybus* L.), который содержит в большом количестве фитохимические соединения, такие как инулин, флавоноиды, горькие сесквитерпеновые лактоны, кумарины и витамины [2].

Имеются сведения о том, что цикорий обладает антиоксидантным, гипогликемическим и гиполипидемическим действиями [3]; антибактериальной активностью [4]; гепатопротекторным [5]; иммуномодулирующим, противораковым и противоопухолевым действиями [6]; противогрибковым [7]; тиреостатическим, противомикробным, противоаллергическим действием [2].

Фитохимические соединения, которые принято называть «вторичными метаболитами растений», играют важную роль в протекании различных функций в организме человека. Эти соединения обладают некоторой антиоксидантной активностью [8] и механизм их активности заключается в том, что фитохимические соединения связывают ионы тяжелых металлов и взаимодействуют с высокоактивными свободными радикалами и переводят их в малоактивные формы [9].

Целью данной работы являлось определение содержания фитохимических соединений (полифенольные соединения, танины, флавоноиды) в продуктах из цикория и определение антиоксидантной активности.

Объекты и методы исследований

Качественное определение танинов, полифенольных соединений, флавоноидов, терпеноидов и гликозидов проводили по известным методикам [10, 11].

Количественное определение общего содержания полифенольных веществ определяли фотоколориметрическим методом Фолина—Чокальтеу в модификации [12, 13]. Измерения оптической плотности проводили при 720 нм на спектрофотометре Jenway Genova.

Для построения калибровочной кривой использовали стандартный образец танина (Sigma Aldrich CAS 1401-55-4), который брали в количестве 0,025 г растворяли в 10 мл дистиллированной воды, перемешивали, доводили объем до 25 мл, в мерные колбы на 50 мл добавляли по 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 мл раствора галловой кислоты и доводили объем дистиллированной водой до метки. Для определений использовали по 0,2 мл каждого раствора танина [14, 15].

Общее содержание полифенольных веществ определяется по калибровочной кривой, используя уравнение кривой $R^2 = 0,9616$:

$$A = 0,0142C - 0,0857,$$

где A — оптическая плотность; C — содержание полифенольных веществ в мг/г.

Общее содержание полифенольных веществ выражали в мг танина на 100 г исходного сырья [8].

Количественное определение полифенольных веществ, не содержащих танины, определяли по реакции связывания танинов с поливинилпирролидоном (ПВП) (Sigma Aldrich) по методике [12, 13].

Количественное содержание танинов в мг таниновой кислоты на 100 г сухих веществ исходного сырья рассчитали по разнице общего содержания полифенольных соединений и полифенольных соединений, не содержащих танины [12, 16].

Общее содержание флавоноидов измеряли фотоколориметрическим методом по интенсивности протекания реакции с растворами нитрита натрия и хлорида алюминия. Измеряли оптическую плотность при длине волны 510 нм на спектрофотометре Jenway Genova [17–19].

Для построения калибровочного графика брали 0,025 г стандартного образца (\pm) катехина (Sigma Aldrich) растворяли в 10 мл дистиллированной воды, перемешивали, доводили объем до 25 мл, в мерные колбы на 50 мл добавляли по 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 мл раствора катехина и доводили объем дистиллированной водой до метки. Для определений использовали по 0,08 мл каждого раствора катехина [17].

Общее содержание флавоноидов определяли по калибровочной кривой, используя следующее уравнение кривой $R^2 = 0,9964$:

$$A = 1,3289C + 0,0014,$$

где A — оптическая плотность; C — содержание флавоноидов в мг/г.

Содержание флавоноидов выражали в мг (\pm) катехина на 100 г сухих веществ исходного сырья [17].

Определения антиоксидантной активности (АОА) проводили спектрофотометрическим методом, который основан на способности антиоксидантов исходного сырья связывать стабильный хромоген-радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ) [20, 21]. Подготовку проб проводили по методике [21].

Стандартный раствор ДФПГ ($1 \cdot 10^{-3}$ М) готовили растворением 22 г ДФПГ (Sigma Aldrich) в 50 мл метилового спирта. Рабочий раствор ($6 \cdot 10^{-5}$ М) получали при смешивании 6 мл стандартного раствора и 100 мл метилового спирта. К 50 мкл растительного экстракта добавляли 2 мл рабочего раствора ДФПГ, хорошо перемешивали и оставляли на 30 мин. Оптическую плотность определяли при 515 нм на спектрофотометре Jenway Genova. В качестве контрольного раствора брали рабочий раствор ДФПГ [8].

Содержание определяли по формуле

$$AOA = \frac{(A_{\text{контр}} - A_{\text{обр}}) \cdot 100}{A_{\text{контр}}},$$

где $A_{\text{контр}}$ — оптическая плотность контрольного раствора; $A_{\text{обр}}$ — оптическая плотность образца.

Результаты качественного анализа образцов цикория представлены в табл. 1.

При проведении качественного теста на содержание танинов и полифенольных соединений, образцы проб жареных продуктов цикория (образцы 1, 3, 6, 11, 12) изменяли окраску раствора на коричнево-зеленую, что свидетельствует о наличии этих групп соединений. Образование гидросильных групп происходит при термиче-

Таблица 1

Качественные тесты на танины, полифенольные соединения и флавоноиды

№	Проба, производитель	Танины	Полифенольные соединения	Флавоноиды	Терпеноиды	Гликозиды
1	Цикорий растворимый (Legoix, Франция)	+	+	–	–	–
2	Мука цикорная (Legoix, Франция)	–	–	+	–	+
3	Цикорий жареный измельченный (Legoix, Франция)	+	+	–	–	–
4	Цикорий сушеный измельченный № 1 (ООО «Современник»)	–	–	+	–	+
5	Цикорий сушеный измельченный № 2 (ООО «Современник»)	–	–	–	+	+
6	Цикорий сушеный измельченный № 3 (ООО «Современник»)	+	+	–	+	+
7	Цикорий сушеный неизмельченный (ООО «Современник»)	–	–	–	–	+
8	Цикорий растворимый (ООО «Флагистом»)	–	–	–	+	+
9	Цикорий растворимый с боярышником (ООО «Айсберг и К»)	–	–	–	+	+
10	Цикорий растворимый (ООО «СлавКофе»)	–	–	–	+	+
11	Цикорий растворимый (ООО «Вокруг света») 2	+	–	–	+	+
12	Цикорий растворимый (ООО «Вокруг света»)	+	–	–	+	+
13	Цикорий растворимый (ООО «Фаворит»)	–	–	–	+	+
14	Цикорий растворимый (ООО «Бэтта +»)	–	–	–	–	+



Рис. 1. Содержание полифенольных соединений, танинов и флавоноидов в продуктах из цикория

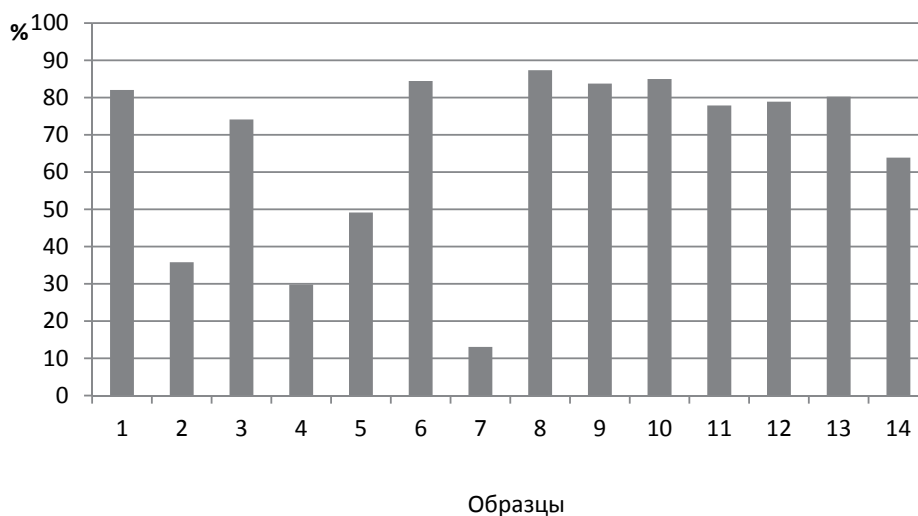


Рис. 2. Антиоксидантная активность продуктов из цикория

ской обработке сырья вследствие протекания реакций меланоидинообразования.

Наличие флавоноидов в растворах проб было отмечено только в образцах сушеного цикория (образцы 2, 4).

Установлено содержание терпеноидов (образцы 5, 6, 8–14) при этом в сушеных продуктах их наличие не отмечено (образцы 2, 4).

Гликозиды содержатся практически во всех образцах продуктов из цикория (образцы 2, 4–14).

Высокое содержание полифенольных соединений в жареных продуктах цикория показывает, что температурная обработка сырья приводит к окислению полифенольных соединений и таким образом их концентрация в продуктах обусловлена окисленной формой полифенолов. Однако они не представляют истинную физиологическую ценность продуктов.

В растворимых продуктах танины содержатся минимально или полностью отсутствуют.

В необжаренных продуктах из цикория их содержание также незначительное. Максимальное содержание танинов в жареном цикории можно объяснить окисленной формой танинов.

Результаты количественного определения содержания полифенольных соединений, танинов и флавоноидов показаны на рис. 1.

На рис. 2 представлены результаты определения антиоксидантной активности продуктов из цикория.

Достаточно существенный разброс значений антиоксидантной активности необжаренных и жареных продуктов цикория, вероятно, связан с качеством полифенольных соединений, а именно с их составом и восстановленной или окисленной формой. Отметим также, что с увеличением степени обжаривания цикория в результате протекания реакции меланоидинообразования (реакция Майяра) образуются продукты (гидроксиметилфурфурол, диоксисоединения, производные фурана и т. д.), повышающие антиоксидантную активность.

Между содержанием полифенольных соединений, танинов и флавоноидов и значением антиоксидантной активности продуктов из цикория не наблюдается корреляция.

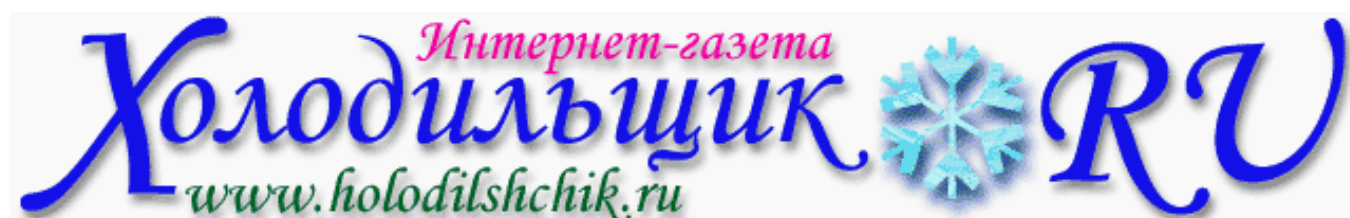
Выводы

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что необжаренные продукты из цикория содержат большее количество флавоноидов, по сравнению с обжаренными продуктами цикория. Обжаренные продукты из цикория содержат большое количество полифенольных соединений и обладают большой антиоксидантной активностью вследствие образования продуктов реакции Майяра. Таким образом, большую ценность представляют сушеные продукты из цикория, не подвергающиеся высокой температурной обработке.

Список литературы (References)

1. Sudhanshu N. R., Sandhya M., Ekta M. In vitro Antioxidant activity and phytochemical screening of the methanolic extract of Cichorium intybus. *International Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 2012. Vol. 3 (2), p. 13–16.
2. Nandagopal S., Ranjitha Kumari B. D. Phytochemical and Antibacterial Studies of Chicory (Cichorium intybus L.) — A Multipurpose Medicinal Plant. *Advances in Biological Research*, 2007. Vol. 1. p. 17–21.
3. Mushtaq A., Ahmad M., Jabeen Q. Pharmacological role of Cichorium intybus as a hepatoprotective agent on the elevated serum marker enzymes level in albino rats intoxicated with nimesulide. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 2013. Vol. 5. Issue 3. p. 25–30.
4. Aqil F., Ahmad I. Broad-spectrum antibacterial and antifungal properties of certain traditionally used Indian Medicinal plants. *World J. Microbiol. Biotechnology*, 2003. Vol. 19. p. 653–657.
5. Atta A. H. Hepatoprotective effect of methanolic extracts of Zingiber officinale and Cichorium intybus / A. H. Atta, T. A. Elkoly, S. M. Mounair, G. Kamel, N. A. Alwabel, S. Zaher, *Indian Journal of Pharmaceutical Science*, 2010. Vol. 72 (5). p. 564–570.
6. Hazra B., Sarkar R., Bhattacharyya S., Roy P. Tumour inhibitory activity of chicory root extract against Ehrlich ascites carcinoma in mice. *Fitoterapia*, 2002. Vol. 73. p. 730–733.
7. Mares D. Chicory extracts from Cichorium intybus L. as potential antifungals / D. Mares, C. B. Romagnoli, B. Tosi,

- E. Andreotti, G. Chillemi, F. Poli, *Mycopathologia*, 2005. Vol. 160. p. 85–92.
8. Shad M. A., Nawaz H., Rehman T., Ikram N. Determination of some biochemicals, phytochemicals and antioxidant properties of different parts of *Cichorium intybus* L.: A comparative study. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 2013. Vol. 23. p. 1060–1066.
9. Хасанова С. Р., Плеханова Т. И., Гашимова Д. Т., Галиахметова Э. Х., Клыш Е. А. Сравнительное изучение антиоксидантной активности растительных сборов // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация. 2007. № 1. С. 163–166. [Khasanova S. R., Plekhanova T. I., Gashimova D. T., Galiakhmetova E. Kh., Klysh E. A. Comparative studying of antioxidant activity of vegetable collecting. *Vestnik VGU*, seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya. 2007. No1. p. 163–166. (in Russian)]
10. Abbas Z. K. Phytochemical, antioxidant and mineral composition of hydroalcoholic extract of chicory (*Cichorium intybus* L.) leaves / Z. K. Abbas, S. Saggu, M. I. Sakeran, N. Zidan, N. Rehman, A. A. Ansari, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2015. Vol. 22. p. 322–326.
11. Daffodil E. D., Lincy M. P., Mohan V. R. Pharmacochemical Characterization, FT-IR and Antibacterial Activity of *Vernonia cinerea* Less. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2014. Vol. 5 (3), p. 239–249.
12. Fagbemi T. N., Oshodi A. A., Ipinmoroti K. O. Processing effects on some antinutritional factors and in vitro multienzyme protein digestibility (IVPD) of three tropical seeds: breadnut (*Artocarpus altilis*), cashewnut (*Anacardium occidentale*) and fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). *Pakistan Journal of Nutrition*, 2005. Vol. 4. p. 250–256.
13. Shad M. A. Optimization of extraction efficiency of tannins from *Cichorium intybus* L.: Application of response surface methodology / M. A. Shad, H. Nawaz, T. Rehman, H. B. Ahmad, M. Hussain, *Journal of Medicinal Plants Research*, 2012. Vol. 6 (28). p. 4467–4474.
14. Quantification of Tannins in Tree Foliage. IAEA: Vienna, 2000. 26 p.
15. Jia Z., Tang M. Determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Journal of food chemistry*, 1998. Vol. 64. p. 555–559.
16. Michalska A., Ceglinska A., Zielinski H. Bioactive compounds in rye flours with different extraction rates. *Eur. Food Res. Technologies*, 2007. Vol. 225. p. 545–551.
17. Makkar H. P., Bluemmel M., Borowy N. K., Becker K. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *J. Sci. Food Agric.*, 1993. Vol. 61. p. 161–165.
18. Магомедов Г. О., Шахов С. В., Магомедов М. Г., Саранов И. А. Исследование гигроскопических свойств порошкообразных полуфабрикатов концентрата квасного сусла, солодового экстракта ячменя и экстракта цикория. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 4 (66). С. 17–21. [Magomedov G. O., Shakhov S. V., Magomedov M. G., Saranov I. A. Investigation of hygroscopic properties of powder of semifinished kvass wort concentrate, malt extract of barley and chicory extract *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*. 2015. No 4 (66). p. 17–21. (in Russian)]
19. Струсовская О. Г. Определение веществ полифенольной структуры в некоторых растениях Соловецкого архипелага // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2012. Т. 135, Вып. 19, № 6. С. 128–131. [Strusovskaya O. G. Definition of substances of polyphenolic structure in some plants of the Solovetsky islands. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012. Is. 135, Vol. 19, No 6. p. 128–131. (in Russian)]
20. Sun T., Simon P. W., Tanumihardjo S. A. Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various colors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2009. Vol. 57. p. 4142–4147.
21. Ahmed M. M., Sytar O., Ahmed A. R., Smetanska I. Production of Phenolic acid and antioxidant activity in transformed hairy root cultures of common buckwheat. *Australian Journal of Basic and Applied sciences*, 2012. Vol. 6. p. 577–586.



Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС 77-20452 от 22 марта 2005 года

<http://www.holodilshchik.ru> (<http://холодильщик.рф>)

e-mail: info@holodilshchik.ru

ПЕРВАЯ В РОССИИ ИНТЕРНЕТ-ГАЗЕТА ПО ХОЛОДИЛЬНОЙ И БЛИЗКОЙ ЕЙ ТЕМАТИКЕ

- холодильные новости;
 - бытовое, торговое и промышленное холодильное оборудование;
 - холодильники;
 - охладители жидкости (чиллеры);
 - оснащение и строительство супермаркетов;
 - холодильный транспорт;
 - кондиционирование и вентиляция;
- искусственные и природные хладагенты;
 - холодильные масла;
 - качество пищевых продуктов;
 - сервис холодильных систем;
 - литература по холодильной и близкой ей тематике;
 - модульная, баннерная, видео- и аудиореклама;
 - выставки, конференции, семинары;
 - обучающие курсы для холодильщиков и многое другое...