

УДК 543.635.9

DOI: <http://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2016-1-203-206>

Аспирант З.А. Бадретдинова, профессор А.В. Канарский
(Каз. нац. иссл. техн. ун-т) кафедра пищевая инженерия малых предприятий.
тел. (843) 231-89-14
E-mail: zbadretdinova@bk.ru

доцент Г.П. Шуваева
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра биохимии и биотехнологии,
тел. (473) 255-07-51
E-mail: gpshuv@mail.ru

Graduate Z.A. Badretdinova, professor A.V. Kanarskii
(Kazan national research techn. university) Department food engineering of small enterprises.
phone (843) 231-89-14
E-mail: zbadretdinova@bk.ru
associate professor G.P. Shuvaeva
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of biochemistry and
biotechnology. phone (473) 255-07-51
E-mail: gpshuv@mail.ru

Сравнительная оценка антиоксидантной активности продуктов из цикория

Comparative assessment of antioxidant activity of chicory products

Реферат. Существуют различные методы определения антиоксидантной активности. Их различают по источнику окисления, окисляемого соединения и способам измерения окисленного соединения. Методы определения антиоксидантной активности дают широкий диапазон результатов, поэтому оценку антиоксидантной активности следует проводить несколькими методами и результаты должны быть интерпретированы с осторожностью. При оценке антиоксидантной способности продуктов следует учесть не только природу и содержание восстановителей в исследуемых продуктах, но и возможность их влияния друг на друга. Объектами исследований в данной работе были – Цикорий растворимый (Leroux), Цикорий жареный измельченный (Leroux), Цикорий растворимый (ООО Фаворит), Цикорий растворимый (ООО СлавКофе), Цикорий растворимый с боярышником (ООО Айсберг и К), Цикорий растворимый (ООО Флагистом), Цикорий растворимый (ООО Вокруг света), Цикорий растворимый (ООО Бэтта +), Мука цикорная (Leroux), Мука цикорная. Антиоксидантная активность продуктов из цикория определена спектрофотометрическими (с использованием адреналина и 2,2 – дифенил-1-пикрилгидразила) и амперометрическими методами. Полученные результаты определений свидетельствуют о том, что продукты из цикория обладают антиоксидантной активностью, однако методы определения не дают полностью коррелируемые между собой результаты. Наибольшей антиоксидантной активностью обладают жареные продукты из цикория – цикорий растворимый (ООО СлавКофе) и цикорий растворимый с боярышником (ООО Айсберг и К). Не жареные продукты из цикория (Мука цикорная (Leroux)) обладают меньшей антиоксидантной активностью по сравнению с жареными продуктами, это обусловлено тем, что при обжаривании протекают химические реакции образования новых соединений – образования цикореола, в состав которого входят уксусная и валериановая кислоты, акролеин и фурфурол фурфуриловый спирт, диацетил. Наилучшую сходимость результатов дают спектрофотометрические методы с использованием адреналина и 2,2 – дифенил-1-пикрилгидразила.

Summary. There are various methods for determining the antioxidant activity. They are differing by the source of oxidation, oxidized compounds and methods for the measurement of oxidized compounds. Methods for determination of antioxidant activity provide a wide range of results, so the evaluation of the antioxidant activity should be carried out in several ways, and the results should be interpreted with caution. In assessing antioxidant capacity is necessary to consider not only the nature and content of the reducing agent in the test facility, but also the possibility of their mutual influence. The objects of research in this research work were Instant chicory (Leroux), Fried chicory (Leroux), Instant chicory (LLC Favorit), Instant chicory (LLC SlavKofe), Instant chicory with hawthorn (Iceberg Ltd and K), Instant chicory (LLC Flagistom), Instant chicory (Ltd. Around the World), Instant chicory (LLC Beta +), Chicory flour (Leroux), Chicory flour. Antioxidant activity of the products of chicory determined by spectrophotometric (using adrenaline and 2,2 – diphenyl-1-picrylhydrazyl) and amperometric methods. These results indicate that chicory products possess antioxidant activity but not give fully correlated with each other results. The highest antioxidant activity have fried products from chicory – Instant chicory (LLC SlavKofe) and Instant chicory with hawthorn (Iceberg Ltd and K). No fried products from chicory (Chicory flour (Leroux)) have lower antioxidant activity then fried products from chicory. Because during frying new compounds are formed – chikoreol, which comprises acetic and valeric acid, acrolein and furfural, furfuryl alcohol, diacetyl. Best convergence results provide spectrophotometric methods using epinephrine and 2,2 – diphenyl-1-picrylhydrazyl.

Ключевые слова: цикорий, антиоксидантная активность.

Key words: chicory, antioxidant activity.

© Бадретдинова З.А., Канарский А.В., Шуваева Г.П., 2016

Для цитирования

Бадретдинова З.А., Канарский А.В., Шуваева Г.П. Сравнительная оценка антиоксидантной активности продуктов из цикория // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №1. С. 203-206. doi:10.20914/2310-1202-2016-1-203-206.

For cite

Badretdinova Z.A., Kanarsky A.V., Shuvaeva G.P. Comparative assessment of antioxidant activity of chicory products. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies]. 2016, no. 1, pp. 203-206. (In Russ.). doi: 10.20914/ 2310-1202-2016-1-203-206.

Известно, что биологически активные вещества вступают в реакцию с высокоактивными свободными радикалами, возникающими при аутоокиссации, и переводят их в малоактивные радикалы:



Исходя из вышесказанного, можно рассматривать показатель антиоксидантной активности (АОА), как один из показателей качества продуктов питания.

Антиоксиданты, попадая в организм человека, ингибируют свободные радикалы, которые являются причиной повреждения и функционального нарушения клеточных структур, что ведет к возникновению и прогрессированию опасных заболеваний, а также ускорению старения.

Реальные объекты исследования представляют собой достаточно сложные по химическому составу системы, поэтому возникает проблема практического использования антиоксидантов растительного происхождения при количественной оценке их антиоксидантной активности, которая реализуется за счет их суммарного содержания и действия восстановителей различной природы. Также при оценке антиоксидантной способности продуктов следует учесть не только природу и содержание восстановителей в исследуемом объекте, но и возможность их влияния друг на друга (например, синергизм или антагонизм) [2].

Различают методы определения антиоксидантной активности по источнику окисления, окисляемого соединения и способам измерения окисленного соединения. Методы определения антиоксидантной активности дают широкий диапазон результатов, поэтому оценку антиоксидантной активности следует проводить несколькими методами и результаты должны быть интерпретированы с осторожностью [3].

Цель работы – провести сравнительную оценку антиоксидантной активности продуктов питания из цикория спектрофотометрическими и амперометрическими методами.

Цикорий содержит биологически активные вещества – инулин, витамины, интибин и другие вещества. При переработке цикория естественно полагать, что химический состав цикория изменяется, соответственно, изменяется и антиоксидантная активность продуктов из цикория.

В качестве объектов исследования использовали продукты из цикория:

- Цикорий растворимый (Leroux);
- Цикорий жареный измельченный (Leroux);

- Цикорий растворимый (ООО Фаворит);
- Цикорий растворимый (ООО СлавКофе);
- Цикорий растворимый с боярышником (ООО Айсберг и К);
- Цикорий растворимый (ООО Флагистом);
- Цикорий растворимый (ООО Вокруг света);
- Цикорий растворимый (ООО Бэтта +);
- Мука цикорная (Leroux);
- Мука цикорная.

Один из методов определения антиоксидантной активности продуктов из цикория основан на способности антиоксидантов, присутствующих в продукте, ингибировать аутоокисление адреналина *in vitro* и тем самым предотвращать образование активных форм кислорода [3].

В спектрофотометрическую кювету к 2 мл карбонатного буфера, pH 10,65, при комнатной температуре (не ниже 15 °C), добавляют 100 мкл 0,1 % раствора адреналина (230 мкМ). Происходит быстрое (в течение нескольких минут) аутоокисление адреналина, которое регистрируют не по образованию адrenoхрома, а по ранее появляющемуся продукту окисления адреналина, поглощающему при длине волны 347 нм. Образование этого продукта ингибируется супероксиддисмутаза. Прирост величины оптической плотности накопления этого соединения составляет 0,025–0,1 оп. ед./мин [2].

Для учета влияния собственной окраски экстрактов, которые поглощают определенную длину волны в видимой части спектра, в качестве контрольной пробы использовали буферированный раствор экстракта, без адреналина [4].

Антиоксидантную активность (АА) исследуемых продуктов из цикория определяли в процентах ингибирования аутоокисления адреналина:

$$AA = \frac{(D_1 - D_2)}{D_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

Величина АА более 10 % свидетельствует о наличии антиоксидантной активности [5].

Второй способ основан на способности антиоксидантов, содержащихся в сырье, связывать стабильный хромоген-радикал 2,2 – дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH) [6].

Стандартный раствор DPPH ($1 \cdot 10^{-3}$ М) готовили растворением 22 г DPPH в 50 мл метилового спирта и хранили при 20 °C до использования. Рабочий раствор ($6 \cdot 10^{-5}$ М) получали при смешивании 6 мл стандартного раствора и 100 мл метилового спирта. Полученный раствор DPPH должен иметь абсорбцию $0,800 \pm 0,020$ при 515 нм. 50 мкл экстракта добавляли к 2 мл рабочего раствора DPPH, хорошо

перемешивали в течение 30 секунд и оставляли на 30 мин. Оптическую плотность определяли при 515 нм. В качестве контрольного раствора брали рабочий раствор DPPH [7].

Антиоксидантную активность определяли по формуле:

$$AOA = \frac{(A_{\text{контр}} - A_{\text{обр}}) \cdot 100}{A_{\text{контр}}} \quad (2)$$

Для определения антиоксидантной активности также используется амперометрический метод, основанный на измерении величины электрического тока, возникающего при окислении групп – ОН природных антиоксидантов фенольной природы на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале [9]. В работе определения величины тока проводили на приборе «Цвет Яуза-01-АА» разработки НПО «Химавтоматика» [8]. Предварительно строили графическую зависимость

сигнала образца сравнения (аскорбиновая кислота) от его концентрации. С помощью полученного калибровочного графика рассчитывали содержание антиоксидантов в исследуемых образцах цикория в единицах концентрации аскорбиновой кислоты. Антиоксидантную активность (АОА, мг/г) исследуемых экстрактов, определяемую амперометрическим методом, вычисляли по формуле:

$$AOA = CA \cdot V \cdot N \cdot m^{-1} \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где CA – величина антиоксидантной активности аскорбиновой кислоты по калибровочному графику, мг/дм³; V – объем анализируемой пробы, см³; m – навеска анализируемого вещества, г; N – разбавление анализируемого образца [8].

Результаты определения антиоксидантной активности продуктов из цикория представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1

Антиоксидантная активность продуктов из цикория

Наименование продукта из цикория	Антиоксидантная активность определенная методами:		
	Спектрофотометрическим (с адреналином), %	Спектрофотометрическим (с DPPH), %	Амперометрическим, мг/г
Цикорий растворимый (Leroux)	39,19±1,53	82,03±2,11	14,6±0,22
Цикорий растворимый (ООО Фаворит)	26,13±0,97	80,26±2,09	13,5±0,31
Цикорий растворимый (ООО СлавКофе)	62,61±2,01	84,98±2,63	21,1±0,44
Цикорий растворимый с боярышником (ООО Айсберг и К)	52,70±1,89	83,77±2,26	11,2±0,21
Цикорий растворимый (ООО Флагистом)	22,07±0,84	87,34±2,53	12,8±0,29
Цикорий растворимый (ООО Вокруг света)	12,61±0,43	78,92±2,68	13,8±0,27
Цикорий растворимый (ООО Бэтта +)	10,59±0,33	63,90±1,60	2,5±0,06
Мука цикорная (Leroux)	59,46±2,23	35,79±1,07	3,4±0,08
Мука цикорная	45,50±1,55	31,19±0,63	2,8±0,06
Цикорий жареный измельченный (Leroux)	31,53±1,14	74,12±2,23	29,2±0,61

Представленные результаты указывают на высокую антиоксидантную активность продуктов из цикория. Наибольшую антиоксидантную активность, определенную рассматриваемыми в статье методами, имеют такие продукты из цикория как Цикорий растворимый (ООО СлавКофе) и Цикорий растворимый с боярышником (ООО Айсберг и К).

При этом жареные продукты из цикория обладают большей антиоксидантной активностью, чем нежареные продукты. Это можно объяснить тем, что при обжаривании цикория идут химические реакции – образования цикореоля, в состав которого входят уксусная и

валериановая кислоты, акролеин и фурфурол фурфуриловый спирт, диацетил [10].

Определение антиоксидантной активности продуктов из цикория спектрофотометрическими и амперометрическим методами не позволяет получать коррелируемые результаты исследований. Видимо, это обусловлено различным химическим составом продуктов из цикория. Определение антиоксидантной активности целесообразно проводить сопоставимыми методами, а именно спектрофотометрическими с использованием адреналина и/или 2,2 – дифенил-1-пикрилгидразила.

1 Хасанова С.Р., Плеханова Т.И., Гашимова Д.Т., Галиахметова Э.Х. и др. Сравнительное изучение антиоксидантной активности растительных сборов // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация. 2007. № 1. С. 163–166.

2 Грицук А.И., Сирота Т.В., Дравица Л.В., Крэдок А. Оценка состояния антиоксидантной активности слезной жидкости // Биомедицинская химия. 2006. Т.52. № 6. С. 601–607.

3 Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В. Методы исследования антиоксидантов // Химия растительного сырья. 2004. № 3. С. 63–75.

4 Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И. и др. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. 2011. № 3. С. 117–121.

5 Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И. Сравнение химико-аналитических методов определения танидов и антиоксидантной активности растительного сырья // Аналитика и контроль. 2011. № 2. С. 202–208.

6 Sun T. Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various colors // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009. V. 57. №10. P. 4142–4147.

7 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. № 23. P. 1060–1066

8 Яшин Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. М.: Транслит, 2009. 212 с.

9 Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 91–97.

10 Бадретдинова З.А., Канарский А.В. Влияние на содержание фруктанов способов термической обработки цикория сорта «Александр» // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №14. С. 408–410.

1 Hasanova S.R., Plekhanova T.I., Gashimova D.T., Galiakhmetova E.H. et al. Comparative research of antioxydant activity vegetative gathering. *Vestnik VGU*. [Proceedings of VSU], 2007, no. 1, pp. 163–166. (In Russ.)

2 Gritsuk A.I., Sirota T.V., Dravitsa L.V., Craddock E.A. The estimation of the antioxidant activity of lacrimal fluid. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedical chemistry], 2006., vol. 52, no. 6, pp. 601–607. (In Russ.)

3 Hasanov V.V., Rizhova G.L., Malceva E.V. Research methods of antioxidants. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant materials], 2004, no. 3, pp. 63–75. (In Russ.)

4 Ryabinina E.I., Zotova E.E., Vetrova E.N., Ponomareva N.I. et al. New approach in evaluation of antioxidant activity of vegetable raw materials in the research of process of adrenaline auto-oxidation. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant materials], 2011, no. 3, pp. 117–121. (In Russ.)

5 Ryabinina E.I., Zotova E.E., Vetrova E.N., Ponomareva N.I. The comparison chemical analytical methods of determination of tanides and antioxidation activity of plant raw materials. *Analitika i kontrol'* [Analytics and control], 2011, no. 2, pp. 202–208. (In Russ.)

6 Sun, T. Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various colors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009, vol. 57, no. 10, pp. 4142–4147.

7 Shad M.A., Nawaz H., Rehman T. and 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, no. 23, pp. 1060–1066

8 Yashin Y.I. Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevykh produktakh [Natural antioxidants. The content in foods and their effect on human health and aging], Moscow, Translit, 2009, 212 p. (In Russ.)

9 Fedina P.A., Yashin A.Y., Chernousova N.I. Determination antioxidants in plant foods amperometric method. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant materials], 2010, no. 2, pp. 91–97. (In Russ.)

10 Badretdinova Z.A., Kanarskii A.V. Influence methods of thermal processing on content of fructans from chicory sort «Alexander». *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. [Bulletin of Kazan Technological University], 2014, no. 14. pp. 408–410. (In Russ.).