

УДК 663.941.3

З. А. Бадретдинова, А. В. Канарский

ВЛИЯНИЕ НА СОДЕРЖАНИЕ ФРУКТАНОВ СПОСОБОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЦИКОРИЯ СОРТА «АЛЕКСАНДР»

Ключевые слова – цикорий, тепловая обработка, экстракция, фруктаны, инулин, степень полимеризации.

Определено содержание сахарозы, фруктозы и глюкозы в образцах цикория сорта «Александр», обработанных при различных температурных режимах. Рассчитано содержание фруктанов и средняя степень полимеризации фруктанов в цикории.

Key words – chicory, thermal processing, extraction, fructans, inulin, degree of polymerisation.

The content of sucrose, fructose and glucose in sample of chicory "Alexander" treated at different temperatures were determined. Content of fructans and the average degree of polymerization of fructans in chicory were calculated.

Актуальность

Известна популярность напитка из жареного цикория, который является самым признанным заменителем кофе. С добавлением цикория аромат кофе становится ярко выраженным, приобретает необычные нотки во вкусе. Постепенно цикорий перестал быть фальсификатом кофе и стал самостоятельным потребляемым напитком [1].

Широкое использование цикория обусловлено его химическим составом. Основную пищевую ценность цикория определяет инулин и олигофруктозаны, содержание которых в свежем цикории составляет 14-16 %. В свежем цикории содержатся фруктоза (8-14 %), сахароза (2-4 %), глюкоза (до 0,3 %), пентозаны, азотистые, минеральные и другие вещества [2]. Инулин и олигофруктозаны служат запасным углеводом и могут легко подвергаться гидролитическому расщеплению с образованием фруктозы и глюкозы. [3].

Цикорий обладает полезными свойствами, оказывает благотворное влияние на желудочно-кишечный тракт человека. При этом в цикории отсутствует кофеин, который содержится в кофе [4].

Продукты из цикория представлены в виде сиропообразного и порошкообразного экстракта жареного цикория [5]. Они получают экстрагированием из жареного цикория и последующим сгущением или сушкой [6].

При обжарке происходит гидролиз инулина, увеличивается содержание фруктозы от 2 до 20 %, содержание инулина уменьшается в 2 раза, образуется ангидрид фруктозы – левулозан, содержание которого составляет 8-9 % [7]. Также при достаточно высокой температуре обжарки (до 180 °С) фруктоза и ее ангидрид подвергаются реакциям карамелизации и меланоидинообразования, образуя при этом карамелен и другие продукты распада сахаров. Их содержание может достигать до 14-15 %. При этом гликозид интибин, который придает цикорию горький вкус, разрушается. Цикорий теряет горечь,

а за счет увеличения содержания фруктозы становится сладковатым [8].

В результате обжаривания цикория происходит целый ряд реакций - образование цикореоля, в состав которого входят уксусная (свыше 60 %) и валериановая (около 6 %) кислоты, акролеин (до 2,5 %) и фурфурол (до 2,5 %), фурфуриловый спирт (до 25 %), диацетил [6]. Содержание цикореоля в цикории составляет 0,1 % и именно он и определяет кофейный вкус цикория. Цикореоль более устойчив, чем кофеоль, поэтому кипячение цикория при приготовлении напитка менее сказывается на потере аромата, чем кипячение кофе [7].

Другие вещества, содержащиеся в сушеном цикории, при обжаривании изменяются незначительно. В частности, количество жира, азотистых веществ, золы, клетчатки и пентозанов в пересчете на сухое вещество остается таким же, как и до обжаривания [8].

Для сохранения полезных веществ, содержащихся в цикории, необходимы щадящие режимы сушки и экстракции.

Цель работы – определить влияние способов термической обработки цикория сорта «Александр» на содержание фруктанов.

Методическая часть

Исследовался цикорий сорта «Александр» (Франция), выращенный в Ново-Усманском районе Воронежской области в 2013 году.

Цикорий предварительно нарезался пластинками толщиной 0,5 см и высушенный при температуре 40 °С в течение 90 минут (Образец 1). Высушенный образец измельчали (Образец 2). Также цикорий в пластинках высушивали при температуре 180 °С в течение 15 мин и измельчали (Образец 3). Цикорий высушивали при температуре 180 °С в течение 25 мин и измельчали (Образец 4).

Определение водорастворимых углеводов (моно-, ди- и полисахариды), содержащиеся в цикории проводили ферментным анализом с

помощью набора Sucrose/D-Glucose/D-Fructose («R-Biopharm») [9].

Измерения содержания углеводов проводили до (для определения свободных сахарозы, глюкозы и фруктозы) и после гидролиза [10,11].

Для определения средней степени полимеризации фруктанов использовали рекомендованные методики [12,13].

Навеску образца цикория, массой 5 г, диспергировали в 100 мл горячей (80°C) дистиллированной воды, перемешивали, плотно закрывали и экстрагировали в водяной бане при температуре 80°C в течение 1,5 ч. Затем экстракты охлаждали до комнатной температуры и фильтровали.

Для проведения кислотного гидролиза использовали 1 мл экстракта цикория и смешивали с 9 мл соляной кислоты (0,3 моль/л). Затем закрывали и нагревали на водяной бане при температуре 80°C 15 минут, охлаждали до комнатной температуры [10].

Известно, что содержание сахарозы, фруктозы в цикории более 1,5 г/л, поэтому экстракты предварительно разбавляли дистиллированной водой в соотношении 1:9 [4,14]. Измерения оптической плотности растворов проводили на спектрофотометре UNICO 2800 в точке максимальной экстинкции при длине волны 365 нм в стеклянных кюветах с толщиной оптического слоя 1 см, при комнатной температуре. Экстинкцию измеряли против воздуха [9].

Расчеты концентрации искоемых веществ определяли по методике [9].

Содержание фруктанов и среднюю степень полимеризации рассчитывали по методике [15]:

$$\text{Содержание фруктанов} = (\Phi_F + \Gamma_F) \cdot f_2 \quad (1)$$

$$f_2 = \frac{M_{\text{ФФ}}}{M_{\text{ГЛ}}} = \frac{162}{180} = 0,9 \quad (2)$$

$$\text{Содержание фруктанов} = (\Phi_F + \Gamma_F) \cdot 0,9$$

$$\Phi_F = \Phi_{F_{\text{масс}}} - (\Phi_{F_{\text{ос}}} + \frac{C_{\text{сах}}}{2}) \quad (3)$$

$$\Gamma_F = \Gamma_{F_{\text{масс}}} - (\Gamma_{F_{\text{ос}}} + \frac{C_{\text{сах}}}{1}) \quad (4)$$

$$\text{Средняя степень полимеризации} = \frac{\Phi_F + \Gamma_F}{\Gamma_F} \quad (5)$$

Результаты и их обсуждение

В образцах экстрактов цикория были определены свободные сахара, глюкоза и фруктоза.

На рисунке 1 представлено содержание сахарозы в образцах экстрактов цикория до и после кислотного гидролиза. В экстрактах, полученных из образцов 2 и 4, сахароза после гидролиза не обнаружена, это говорит о том, что она полностью распалась на глюкозу и фруктозу.

Также в образце 4 до гидролиза содержание сахарозы значительно меньше, чем в других образцах. Это связано с тем, что термическая обработка цикория проходила в более жестких условиях, вследствие чего и произошло разрушение сахарозы.

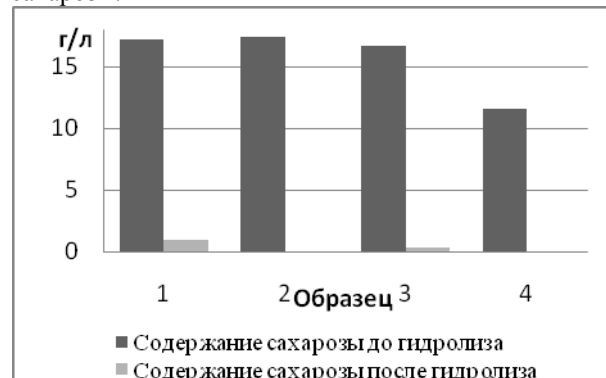


Рис. 1 – Содержание сахарозы

Как видно из рисунка 2, концентрация глюкозы до гидролиза в образцах экстрактов, полученных из образцов 1-3, примерно одинаковая и составляет 0,2%. При этом содержание глюкозы в образце 4 значительно выше вследствие гидролиза сахарозы при высокотемпературной обработке цикория. После кислотного гидролиза наблюдается значительное увеличение содержания глюкозы во всех образцах.

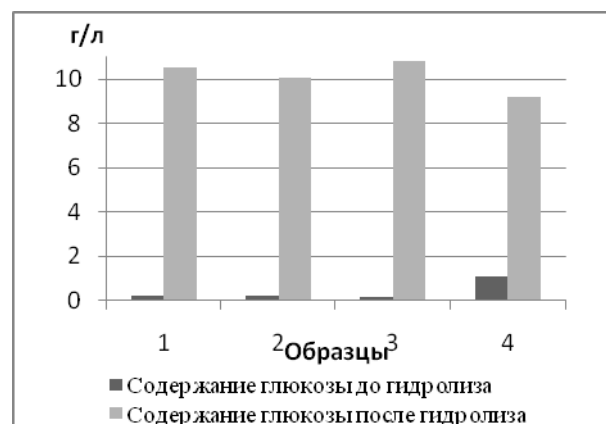


Рис. 2 – Содержание глюкозы

На рисунке 3 представлены значения содержания фруктозы до и после гидролиза. Концентрация фруктозы до гидролиза в экстрактах, полученных из образцов 1-4, примерно одинакова, однако после гидролиза содержание фруктозы в образце 2 значительно больше, это объясняется большим содержанием фруктанов в образце экстракта цикория.

Проведя расчеты по формулам 1-5, получили значения содержания фруктанов в образцах и их среднюю степень полимеризации. Результаты представлены на рисунке 4. Наибольшее содержание фруктанов в образце 2, это связано с низкотемпературными режимами сушки сырья. Наибольшая средняя степень полимеризации наблюдается также в образце 2 экстракта цикория

При этом на выход фруктанов из сырья в экстракт влияет степень измельчения сырья. При недостаточном измельчении сырья экстракция происходит медленнее и извлечение фруктанов с высокой степенью полимеризации снижается.

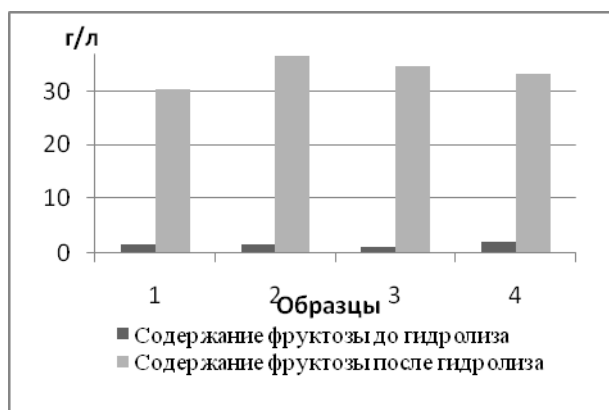


Рис. 3 – Содержание фруктозы

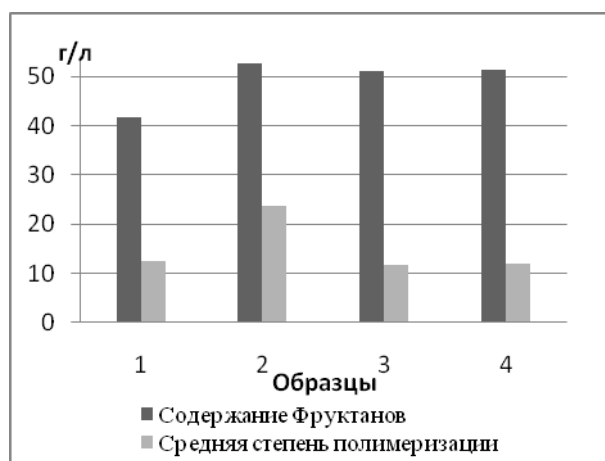


Рис. 4 – Содержание фруктанов и средняя степень полимеризации

Таким образом, щадящие режимы сушки (40 °C) и измельчение сырья позволяют получить максимальный выход фруктанов из цикория с высокой степенью полимеризации (до 24 фруктозных остатков).

Выводы

Наиболее благоприятной обработкой цикория является сушка при низких температурных режимах с последующим измельчением.

Обработка при высоких температурах приводит к гидролизу сахарозы и фруктанов, и, соответственно, к уменьшению содержания фруктанов и уменьшению средней степени полимеризации фруктанов.

Литература

1. Врублевская Н. Цикорий полезнее кофе // <http://pensioneram.info/tsikoriy-poleznee-kofe/>
2. З.А. Бадретдинова, А.В. Канарский, *Вестник Казанского технологического университета*, **19**, 207-210 (2013)
3. В.А. Герасимова, Е.С. Белокурова, А.А. Вывовтов, *Товароведение и экспертиза вкусовых товаров*. Питер, СПб, 2005. 416 с.
4. А.А. Яценко, А.В. Корниенко, Т.П. Жужжалова, *Цикорий корнеплодный*. ВНИИСС, Воронеж, 2002. 135 с.
5. З.А. Бадретдинова, А.В. Канарский, *Вестник Казанского технологического университета*, **9**, 141-142 (2012)
6. Л.Д. Бакурская, В.Н. Гуляев, *Пищевые концентраты*. Пищевая промышленность, Москва, 1976. 331 с.
7. И. Вольпер, *Химия и жизнь*, **1**, 63-64 (1975)
8. *Пищевые концентраты, производство напитков, заменяющих кофе* // <http://msd.com.ua/pishhevye-koncentraty/proizvodstvo-napitkov-zamenyayushhix-kofe>
9. А.Ю. Колеснов, *Биохимические системы в оценке качества продуктов питания (ферментативный анализ)*. Пищевая промышленность, Москва, 2000. 416 с.
10. P. Coussement, S.S. Cho, L. Prosky, M. Dreher, M. Dekker, *Complex carbohydrates in food*. New York, 1999. 203 p.
11. L. Prosky, H. Hoebregs, *J. Nutr.*, **129**, 14-18 (1999)
12. W. Praznik, E. Cieslik, A. Filipak-Florkiewics, *Nahrung/Food*, **46**, 151 (2002)
13. W. Praznik, S. Baumgathner, A. Huber, *Proceedings of the Sixth Seminar on Inulin*. Braunschweig. CRF, The Hague, 1997. 61 p.
14. В.А. Вильчик, *Цикорий: (Рекомендации по выращиванию, уборке, переработке и использованию)*. Верх.-Волж. кн. изд-во, Ярославль, 1982. 80 с.
15. W. Praznik, *Recent Advances in Fructooligosaccharides*. Ch.5. Research signpost, Kerala, 2007. P. 93-118

© З. А. Бадретдинова – асп. каф. пищевой инженерии малых предприятий КНИТУ, zbadretdinova@bk.ru; А. В. Канарский – д.т.н., профессор каф. пищевой инженерии малых предприятий КНИТУ, alb46@mail.ru.

© Z. A. Badretdinova, Ph.D. Student, Department of food engineering in small enterprises, Kazan National Research Technological University, zbadretdinova@bk.ru; A. V. Kanarskii, Dr. Sci. (Tech.), Prof., Department of food engineering in small enterprises, Kazan National Research Technological University, alb46@mail.ru.