

УДК 543.6

В.В. Урженко^{1,2}, Ж.В. Романова², А.Т. Хабиев³, А.Н. Нурбакыт⁴¹ КазНУ им. Аль-Фараби, РГП на ПХВ «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга» КООЗ МЗ РК² КазНУ им. аль-Фараби³ НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева»⁴ Казахский Национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ 5-ОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С ДИОДНО-МАТРИЧНЫМ ДЕТЕКТОРОМ СЕРИИ AGILENT 1260

В данной статье представлены результаты высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором серии Agilent 1260 по определению 5-оксиметилфурфурола в кофе, в десткам апельсиновом соке, напитке Coca-Cola. 5-оксиметилфурфурол входит в группу потенциально опасных канцерогенных веществ, контроль содержания которого регламентируется во многих странах. При анализе указанных пищевых продуктов было выявлено его высокое содержание в кофе, в соке и напитке «Coca Cola» содержание соответствовало установленным нормам.

Ключевые слова: детский апельсиновый сок, кофе, 5-оксиметилфурфурол, ВЭЖХ.

Введение. В процессе производства продуктов питания нередко образуются опасные для здоровья соединения, что было выявлено в результате внедрения современных аналитических методов.

В качестве такого примера в проведенном исследовании был рассмотрен 5-оксиметилфурфурол.

5-оксиметилфурфурол - это органическое вещество, производное токсического вещества - фурфурола, имеющее в своем составе гетероциклическое кислородсодержащее кольцо - фуран, образующееся при производстве, длительном хранении или в результате высокотемпературной переработки соков и соковой продукции, кондитерской продукции и в том числе меда. 5-оксиметилфурфурол является промежуточным продуктом в

реакциях разложения моносахаридов, содержащихся в инвертном сахаре и значительно ухудшает качество пищевых продуктов. Он легко образуется при разложении моносахаридов в кислой среде (рисунок 1). Многие пищевые продукты подкрашиваются продуктами разрушения сахаров - жженый сахар (коньяк, бренди, кока-кола, пепси-кола, и другие напитки), в которых обнаруживается высокое содержание 5-оксиметилфурфурола.

Присутствие 5-оксиметилфурфурола в пищевых продуктах нежелательно по следующим причинам: фурановые производные являются ядами, большие дозы которых вызывают судороги и паралич, а малые дозы угнетают нервную систему.

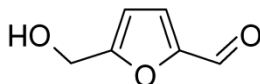


Рисунок 1- Химическая структура 5-оксиметилфурфурола

Технический регламент ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [4] регламентирует наличие 5-оксиметилфурфурола в соках, предельно допустимое содержание которого не должно превышать 10 мг/л в соковой продукции из citrusовых фруктов для детского питания и 20 мг/л в соковой продукции для детского питания из остальных фруктов и овощей, для меда — 25 мг/кг, а для напитка «Coca-Cola» не регламентировано.

Теоретически 5-оксиметилфурфурол может содержаться во всех продуктах питания, в которых есть сахар и которые подвергались термообработке. К примеру, 5-оксиметилфурфурол содержится в варенье, в соках [5-7], в кондитерских, хлебобулочных изделиях (особенно сладких) и в молочных продуктах. Но как показали исследования, самое высокое его содержание показало растворимое кофе [8-12].

На сегодняшний день содержание 5-оксиметилфурфурола нормируется согласно техническому регламенту таможенного союза на соковую продукцию из фруктов и овощей ТР ТС 023/2011 [13] и техническому регламенту таможенного союза ТР ТС 021/2011. В странах Евросоюза также ведется такой контроль.

При температурной обработке свыше 120 °С 5-оксиметилфурфурол разрушается и может быть использован в кондитерской промышленности, где при технологических приемах может быть подвергнут высокотемпературной обработке.

Экспериментальная часть. Данное исследование было проведено с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором серии Agilent 1260 и хроматографической колонкой "ZORBAX Eclipse XDB-C18" (150x4,6 мм) компании Agilent Technologies. Материалом колонки является силикагель с привитыми октадецильными группами. В качестве подвижной фазы был использован элюент-раствор воды, ацетонитрила и уксусной кислоты (с объемным соотношением 840:150:10).

В качестве стандарта использовался стандарт 5-гидроксиметил-2-фурфураль (99% содержание 5-гидроксиметил-2-фурфурала) фирмы Sigma-Aldrich. Из данного стандарта было приготовлено семь рабочих растворов для построения градуировочной кривой с концентрациями 1,5, 10, 15, 20, 25, 30 мкг/мл. Стандарт и рабочие растворы были приготовлены согласно ГОСТ 31644-2012. Продукция соковая. Определение 5-гидроксиметилфурфурола методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [14].

Определение массовой концентрации 5-гидроксиметилфурфурола в апельсиновом соке и напитке Coca-Cola проводилось после центрифугирования с фактором разделения не менее 990 г в течение 15 минут.

Затем 1-2 см³ пробы отбирали и фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм, а фильтрат переносили в вialу для последующего анализа ВЭЖХ.

Для определения 5-гидроксиметилфурфурола в кофе бралась навеска массой 1 г. Далее ее растворяли в 50 см³ воды и центрифугировали с фактором разделения не менее

990 г в течение 15 минут. Затем отбирали 1-2 см³ пробы и фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм, а фильтрат переносили в вialу для последующего анализа ВЭЖХ.

Хроматографический анализ проводился при следующих условиях: скорость элюента 1,2 см³/мин, длина УФ волны для определения спектра поглощения 5-гидроксиметилфурфурола - 284 нм, температура термостата колонки 25 °С, объем инъекции 10 мкл. Время выхода 5-оксиметилфурфурола из хроматографической колонки составляет 2,2 минуты. Массовую концентрацию и массовую долю 5-гидроксиметилфурфурола рассчитывают по

градуировочным зависимостям с учетом степени разведения пробы. Обработку хроматограмм и определение массовой концентрации и массовой доли 5-гидроксиметилфурфура проводят с помощью программно-аппаратного комплекса сбора и обработки

данных OpenLabChemStation с использованием градуировочной зависимости. **Результаты и обсуждение.** В результате проведенных экспериментов был получен пик 5-оксиметилфурфура (Рисунок 2). Сигнал данного вещества соответствует пику при 2,2 минуты.

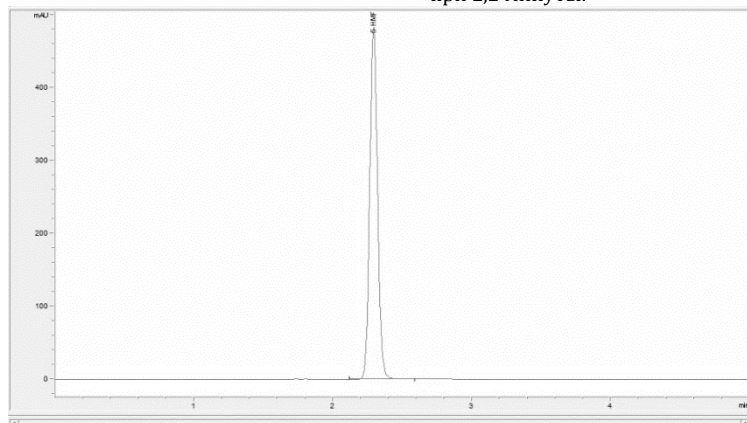


Рисунок 2- Пик стандарта 5-оксиметилфурфура

При определении пика 5-оксиметилфурфура на детекторе была получена УФ-спектрограмма, что является

дополнительным подтверждением правильности выполнения анализа (Рисунок 3).

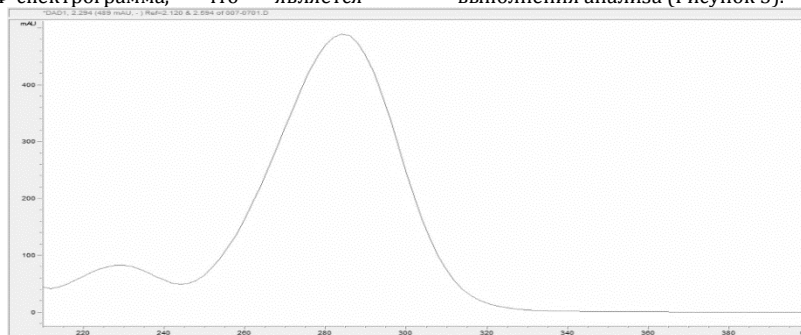


Рисунок 3- УФ-спектрограмма 5-оксиметилфурфура, соответствующая данному веществу.

Далее была получена калибровочная кривая 5-оксиметилфурфура (Рисунок 4).

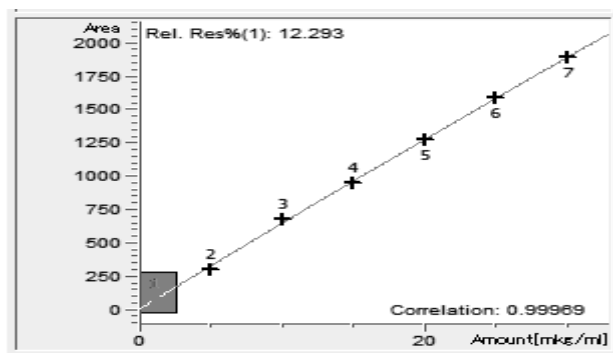


Рисунок 4- Калибровочная кривая, для концентраций 5 оксиметилфурфура 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 мкг/мл (соответствуют 1,2,3,4,5,6,7 на графике)

Для определения 5-оксиметилфурфура в кофе была получена хроматограмма подготовленного образца. При рассмотрении хроматограммы кофе и анализе в ней был

идентифицирован 5-оксиметилфурфул с концентрацией - 2096,2 мг/кг (Рисунок 5).

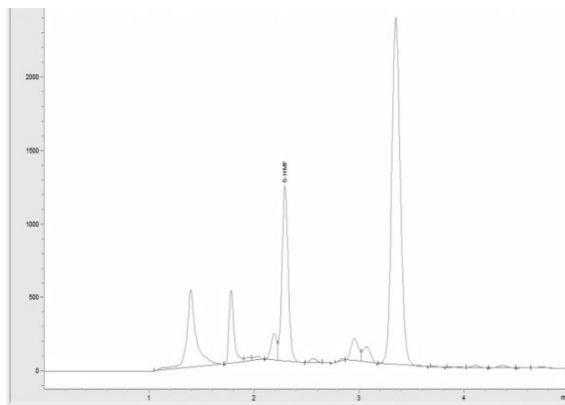


Рисунок 5- Хроматограмма для определения 5-оксиметилфурфура в кофе

Далее была проведено определение 5-оксиметилфурфура в напитке «Coca-Cola» и была получена хроматограмма подготовленного образца.

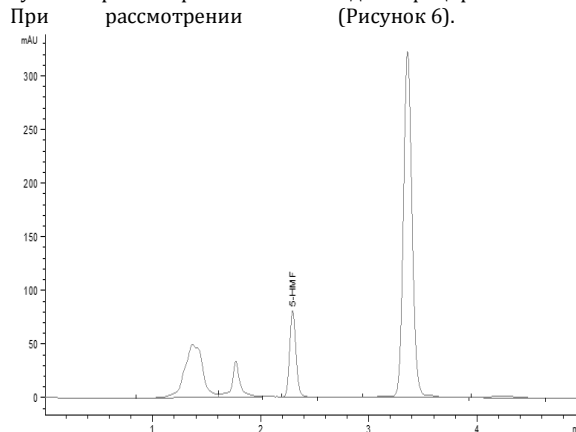


Рисунок 6- Хроматограмма для определения 5-оксиметилфурфура в напитке «Coca-Cola»

Следующим образцом для исследования служил десткий апельсиновый сок. Хроматограмма данного образца представлена на рисунке 7. При рассмотрении хроматограммы сока в ней был идентифицирован

хроматограммы напитка «Coca-Cola» в ней был идентифицирован 5-оксиметилфурфул с - 4,98 мг/л (Рисунок 6).

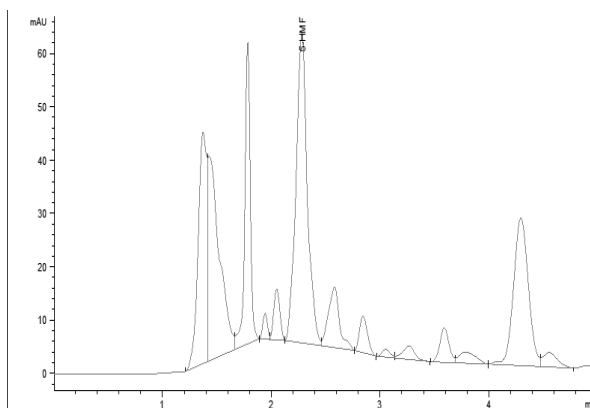


Рисунок 7- Хроматограмма для определения 5-оксиметилфурфура в детском апельсиновом соке.

Заключение. Анализ полученных результатов показал, что концентрация 5-оксиметилфурфура в соке соответствует установленным нормам ПДК, в напитке «Coca-Cola» - 4,98 мг/л и в кофе 2096,2 мг/кг. При растворении 1 чайной ложки (около 2 г) такого кофе в чашке с водой (150 мл) концентрация 5-оксиметилфурфура будет 27,93 г/мл. Исходя из полученных данных можно прийти к выводу, что, хотя концентрация 5-оксиметилфурфура не

5-оксиметилфурфул с концентрацией - 6,47917 мг/л, что соответствует ПДК согласно установленным нормам ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» - до 10 мг/л.

регламентируется в кофе, но его содержание достаточно высокое и может нанести вред организму людей. Так как концентрация 5-оксиметилфурфура не регламентируется и в напитке «Coca-Cola», то производители могут превысить его концентрацию при его приготовлении. Полученные результаты, позволяют сделать вывод о необходимости регламентирования и нормирования 5-оксиметилфурфура в продуктах питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Технический регламент ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
- 2 V. Goekmen, J. Acar. Simultaneous determination of 5-hydroxymethylfurfural and patulin in apple juice by reversed-phase liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, V. 847(1–2), 1999, P. 69–74.
- 3 D. B. Gomis, M. D. G. Alvarez, L. S. Naredo, J. J. M. Alonso. High-performance liquid chromatographic determination of furfural and hydroxymethylfurfural in apple juices and concentrates. *Chromatographia*, 1991, V. 32(1), pp. 45–48.
- 4 H. S. Lee, R. I. Rouseff, S. Nagy. HPLC Determination of Furfural and 5-Hydroxymethylfurfural in Citrus Juices. // *Journal of food science*. V. 51(4), 1986. - P. 1075–1076.
- 5 R. C. Alves, A. S. G. Costa, M. Jerez, S. Casal, J. Sineiro, M. J. Núñez, B. Oliveira. Antiradical Activity, Phenolics Profile, and Hydroxymethylfurfural in Espresso Coffee: Influence of Technological Factors, *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58 (23), pp. 12221–12229.
- 6 E. Capuano, V. Fogliano. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *LWT - Food Science and Technology*, V. 44 (4), 2011, P. 793–810.
- 7 K. Abraham, R. Guertler, K. Berg, G. Heinemeyer, A. Lampen, K. E. Appel. Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food, V. 55(5), 2011, P. 667–678.
- 8 M. Daglia, A. Papetti, P. Grisoli, C. Aceti, V. Spini, C. Dacarro, G. Gazzani. Isolation, Identification, and Quantification of Roasted Coffee Antibacterial Compounds, *J. Agric. Food Chem.*, 2007, 55 (25), pp. 10208–10213.
- 9 M. Murkovic, N. Pichler. Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in coffee, dried fruits and urine, V. 50(9), 2006, P. 842–846.
- 10 Технический регламент таможенного союза на соковую продукцию из фруктов и овощей ТР ТС 023/2011.
- 11 ГОСТ 31644-2012. Продукция соковая. Определение 5-гидроксиметилфурфурола методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

В.В. Урженко^{1,2}, Ж.В. Романова², А.Т. Хабиев³, А.Н. Нурбакыт⁴

¹Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі Қоғамдық денсаулық сақтау комитетінің «Санитариялық-эпидемиологиялық сараптама және мониторинг ғылыми-практикалық орталығы» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны

²Әль-Фараби атындағы ҚазҰУ

³Қ.И. Сатпаев атындағы ҚазҰТУ КЕАҚ

⁴С.Ж.Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық медицина университеті

ДИОДТЫ-МАТРИЦАЛЫҚ ДЕТЕКТОР AGILENT 1260 СЕРИЯСЫ ТИІМДІЛІГІ ЖОҒАРЫ СҰЙЫҚТЫҚ ХРОМАТОГРАФИЯ ӘДІСІМЕН АЗЫҚ-ТҮЛІКТЕРДІҢ ҚҰРАМЫНДА 5-ОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛ АДАМ АҒЗАСЫНА ӘСЕРІ ТУРАЛЫ ЗЕРТТЕУ

Түйін: Бұл мақалада диодты-матрицалық детектор Agilent 1260 сериясы тиімділігі жоғары сұйықтық хроматография әдісімен ЖШС кофеде, балалар апельсин шырында, «Coca Cola» сусынның құрамында 5-оксиметилфурфурол адам ағзасына әсері туралы нәтижелер көрсетілген. 5-оксиметилфурфурол өнімдердің құрамында көптеген елдерде бақылау үшін реттеледі, ол ықтимал қауіпті канцероген тобына енгізілген. Осы азық-түлік өнімдерді талдаған кезде оның жоғары құрамы кофеде анықталды, ал шырында және «Coca Cola» сусында оның құрамы белгіленген нормаларға сәйкес болды.

Түйінді сөздер: бала апельсин шырыны, кофе, 5-оксиметилфурфурол, ТЖСХ.

V.V. Urzhenko^{1,2}, Zh.V. Romanova², A.T. Khabiyev³, A.N. Nurbakyt⁴

¹RSE on PVC "Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring" of the Committee for Public Health Protection of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan

²al-Farabi *KazNU

³ NJSC "KazNRTU »

⁴ Asfendiyarov Kazakh National Medical University

INVESTIGATION OF FOOD PRODUCTSON CONTENT OF 5-(HYDROXYMETHYL)-2-FURALDEHYDE AND ITS INFLUENCEON HUMAN BODYWITHTHE USAGE OF HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY WITH DIODE ARRAY DETECTOR OF SERIES AGILENT 1260

Resume: Results of high performance liquid chromatography with diode array detector of series Agilent 1260 for determination 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehydein coffee , in children's orange juice , in the soft drink "Coca Cola" in this article are presented. 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde is included into the group of potentially dangerous carcinogens, the control of its content is implemented in many countries. In the analysis of these food products was identified its high content in coffee, in juice and in the soft drink «Coca Cola» its content was corresponded to the established norms.

Key words: children's orange juice, coffee, 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde, HPLC.