

Управление качеством биопродукции

УДК 664.66.016: 665.3

DOI: 10.14529/food170210

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ: ТРАНСИЗОМЕРЫ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Л.П. Нилова, А.А. Вытовтов, С.М. Малютенкова, И.Ю. Лабойко

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербурга*

Хлебобулочные изделия могут содержать трансизомеры жирных кислот при использовании в их рецептурах жиров, полученных гидрированием (твердых маргаринов, жиров специализированного назначения для хлебопекарной и кондитерской промышленности). Цель работы – изучение возможности использования различных видов растительных масел в рецептуре хлебобулочных изделий для обеспечения их безопасности по содержанию трансизомеров жирных кислот. Объектами исследований явились образцы растительных масел: рисовое рафинированное и нерафинированное; тыквенное нерафинированное разных производителей из России и стран дальнего зарубежья; подсолнечное рафинированное дезодорированное, Россия. Контролем служил твердый (брусковый) маргарин, Россия, полученный гидрированием, содержащий трансизомеры жирных кислот. Хлебобулочные изделия вырабатывали с использованием 4 % жирового компонента, в качестве которых использовали масложировую продукцию российского производства: рисовое и тыквенное нерафинированные масла; подсолнечное рафинированное дезодорированное; твердый (брусковый) маргарин. Для анализа трансизомеров использовали ИК-Фурье спектрометр «ФСМ 1202» ООО «Мониторинг», Россия. Идентификацию трансизомеров жирных кислот проводили в области 900-1050 см⁻¹. Все образцы растительных масел на ИК-спектрах в этой области имели полосы пропускания незначительной интенсивности, за исключением масла рисового нерафинированного, Россия, у которого полоса пропускания отсутствовала. У хлебобулочных изделий, выработанных с использованием растительных масел, в ИК-спектрах не зафиксированы полосы пропускания в области 900–1050 см⁻¹, что свидетельствует об отсутствии в них трансизомеров жирных кислот. В контрольном образце хлебобулочных изделий с использованием твердого (брускового) маргарина зафиксирована полоса пропускания с максимумом 962,06 см⁻¹.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, маргарин, растительные масла, трансизомеры жирных кислот, ИК-спектроскопия.

Введение

Одним из рецептурных компонентов хлебобулочных изделий являются жиры. Их количество может достигать в рецептуре до 14 % и даже более. В качестве жировых компонентов используют как растительные масла (подсолнечное, горчичное), так и маргарины или жиры специализированного назначения [13]. Несмотря на ограничение в России с 2015 года трансизомеров жирных кислот (ТЖК) в масложировой продукции, их количество в твердых маргаринах и жирах специализированного назначения для хлебопекарной и кондитерской промышленности остается высоким – до 20 % от содержания жира в продукте согласно ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию». В хлебобулочных и кондитерских изделиях с использованием гидрированных жиров количе-

ство ТЖК может достигать до 6,7 %, а в картофельных чипсах – до 35 % [8]. В результате с употреблением 100 г сдобных хлебобулочных или мучных кондитерских изделий в организм человека может поступать в 5 раз больше ТЖК от рекомендуемых ВОЗ норм – 1 % от суточной калорийности рациона [5, 9].

Опасность ТЖК связывают, прежде всего, с увеличением риска возникновения сердечнососудистых заболеваний почти в 2 раза из-за повышения уровня холестерина и липопротеидов низкой плотности. В результате повышается риск внезапной смерти [2, 10, 18]. Потребление пищевых продуктов с высоким содержанием ТЖК также способствует развитию рака груди, бесплодию, онкологическим заболеваниям, диабету и др. [3, 6].

Проблема содержания ТЖК и пути их снижения в хлебобулочных и мучных конди-

терских изделиях является актуальной во многих странах мира. Страны ЕС и США ограничивают количество ТЖК в пищевых продуктах до 2 % [5, 6, 9]. В США, Канаде и Великобритании действуют обязательные требования к маркировке ТЖК для упакованных продуктов, даже в случае их полного отсутствия [6, 9, 17, 24]. В США запрещено использование масложировой продукции с ТЖК в индустрии общественного питания [24]. Такой подход привел к тому, что по результатам исследований FDA в 2006–2007 гг., 96 % упакованной пищевой продукции имеют маркировку о содержании ТЖК, из них 75 % не содержат ТЖК, а 12 % – менее 2 % [17]. Исследования, проведенные в Испании в 2006 году, фиксировали в круассанах содержание ТЖК в количестве 4,3 % [20]. Однако уже в 2010 году количество ТЖК в изделиях из пшеничной муки не превышало 0,2 %, а в последующие 5 лет с 2010 по 2015 гг. количество ТЖК в сдобных и мучных кондитерских изделиях снизилось в 26 раз, а в маргаринах в 2 раза [19]. В Швеции количество ТЖК в булочных изделиях в 2001 году составляло 5,9 %, а в 2007 году – не превышало 0,7 %. Только у трех из 41 проанализированного продукта уровень ТЖК превысил 2 % (шоколадные бисквиты, сухарики из цельнозерновой муки) [23].

Для определения количества ТЖК в пищевых продуктах как в РФ, так и за рубежом, используют газовую хроматографию и ИК-спектроскопию [11, 15, 16, 22]. В РФ для определения ТЖК в масложировой продукции используют эти два метода (ГОСТ 31754-2012), а в кондитерских изделиях – только ИК-спектроскопию (ГОСТ Р 54687-2011). Это может быть связано с перекрытием хроматографических пиков при анализе ТЖК в хлебобулочных и мучных кондитерских изделиях [16]. В ИК-спектре ТЖК дают полосу с максимумом поглощения около 960 см^{-1} , которая не маскируется валентными или деформационными колебаниями других соединений.

Исследования, проведенные в 2016 году в Беларуси методом ИК-спектроскопии, показали, что наибольшее количество ТЖК содержат заменители какао-масла на гидрожирах – 60,9–62,6 %; маргарины твердые – 11–20 %, мягкие – 3,1–14,8 %, жидкие – 6,7–18,2 %. В растительных маслах и эквивалентах какао-масла количество ТЖК не превышало 1 % [11].

Снижение содержания ТЖК в масложировой продукции и в изделиях с ее использованием возможно за счет совершенствования технологий гидрирования жиров и использования переэтерификации [4, 7, 8, 12]. Так, авторы [7] для уменьшения образования ТЖК в саломасах предлагают использовать высокое давление и скорость перемешивания при низкой концентрации катализатора. Компанией ЭФКО разработана серия специализированных маргаринов для хлебопекарной и кондитерской промышленности без ТЖК [12]. Методом энзимной переэтерификации в г. Калининграде получен заменитель молочного жира SDS-M 01-23 с содержанием ТЖК 0,1 % [4]. Для снижения содержания ТЖК в хлебобулочных изделиях используют не только масложировые продукты модифицированного состава, но и купажированные растительные масла, высокоолеиновое подсолнечное масло и др. [6, 8].

Цель – изучение возможности использования различных видов растительных масел в рецептуре хлебобулочных изделий для обеспечения их безопасности по содержанию трансизомеров жирных кислот.

Объекты и методы исследований

В качестве жировых компонентов хлебобулочных изделий могут быть использованы растительные масла и твердые маргарины. Объектами исследований явились образцы различных видов растительного масла:

- рисовых отрубей рафинированное разных производителей из Италии (рисовое № 1 и рисовое № 2); рисовое нерафинированное, Россия (рисовое № 3);
- тыквенное нерафинированное штирийское (тыквенное № 1) и традиционное (тыквенное № 2) из Австрии; тыквенное нерафинированное (тыквенное № 3), Россия;
- подсолнечное рафинированное дезодорированное, Россия;

В качестве контроля использовали твердый (брусковый) маргарин, Россия. Все образцы масложировой продукции были приобретены в розничной торговле г. Санкт-Петербурга.

Хлебобулочные изделия вырабатывали безопасным способом из муки пшеничной высшего сорта с добавлением 5 % сахарного песка и 4 % жирового компонента. В рецептурах использовали жировые компоненты отечественного производства: нерафинированное рисовое и тыквенное масла; подсолнечное

Управление качеством биопродукции

рафинированное дезодорированное «Слобода»; твердый (брусковый) маргарин.

Для анализа трансизомеров использовали спектрофотометрический метод в инфракрасной области [14]. Регистрацию спектров осуществляли на ИК-Фурье спектрометре «ФСМ 1202» ООО «Мониторинг», Россия. Параметры регистрации спектров: спектральный диапазон – 400–4000 см⁻¹; количество сканов – 25; разрешение 4 см⁻¹; режим – интерферограмма. Полученные интерферограммы пре-

образовывали в спектры пропускания. Идентификацию трансизомеров проводили в области 900–1050 см⁻¹ согласно ГОСТ Р 54687-2011 (ISO 13884-2003) «Метод определения массовой доли трансизомеров ненасыщенных жирных кислот».

Результаты и их обсуждение

Все исследуемые образцы жировых компонентов на ИК-спектрах в диапазоне 900–1050 см⁻¹ имели полосу пропускания с максимумом 965–967 см⁻¹ (рис. 1, табл. 1). Исклю-

Таблица 1
Характеристики ИК-спектров жировых компонентов в диапазоне волновых чисел 900–1050 см⁻¹

Жировой компонент	Частота, см ⁻¹	Высота пика	Площадь пика
Масло рисовое			
Рафинированное № 1	965,52	0,0221	0,3758
Рафинированное № 2	965,82	0,0189	0,3087
Нерафинированное № 3	–	–	–
Масло тыкваенное			
Штирийское нерафинированное № 1	965,15	0,0187	0,5918
Нерафинированное № 2	967,81	0,0266	0,4767
Нерафинированное № 3	966,46	0,0319	0,6099
Масло подсолнечное			
Рафинированное дезодорированное	965,63	0,0407	0,7126
Маргарин			
Твердый, брусковый, 72,5 % жира	965,52	0,4759	5,9175

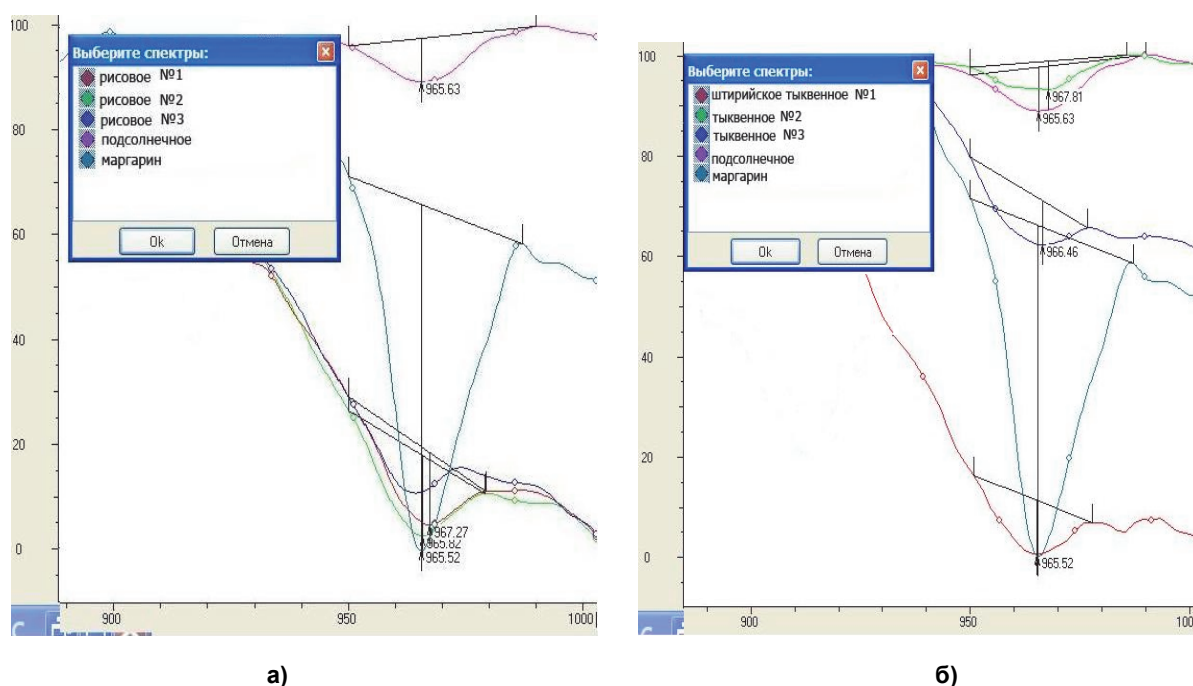


Рис. 1. Увеличенные фрагменты ИК-спектров рисового (а) и тыкваенного (б) масел в сравнении с подсолнечным маслом и маргарином в диапазоне 900–1050 см⁻¹

чение составило рисовое нерафинированное масло № 3, у которого в этой области полоса пропускания отсутствовала.

Масло рисовое № 1 имело более выраженную полосу пропускания относительно базовой линии, чем аналогичное масло № 2, что привело к увеличению площади полосы в 1,2 раза. В подсолнечном рафинированном дезодорированном масле интенсивность полосы была выше в 1,8 раза по сравнению с рисовым маслом № 1. На присутствие полосы пропускания и ее интенсивность могла оказать влияние используемая технология получения масла. Авторы [6] утверждают, что при дезодорации растительного масла может образовываться некоторое, в основном не более 1 %, количество ТЖК. Разные способы извлечения рисового масла из рисовых отрубей (горячее прессование или экстракция), и дальнейшая рафинация физическая или химическая [21], могли привести к образованию разного количества ТЖК. Но, несмотря на это, в растительных маслах интенсивность полосы в области $900\text{--}1050\text{ см}^{-1}$ в разы меньше по сравнению с маргарином: у рисового масла № 1 в 21 раз, у рисового масла № 2 – в 25 раз.

Все образцы тыквенного нерафинированного масла имели в области $900\text{--}1050\text{ см}^{-1}$ полосу пропускания разной интенсивности: штирийское нерафинированное № 1 < нерафинированное № 2 < нерафинированное № 3. Наибольшая интенсивность пика была у тыквенного масла № 3, которая превышала только в 1,7 раза наименьшие значения высоты пика тыквенного штирийского масла № 1, но была ниже, чем в подсолнечном масле в 1,3 раза. Разная интенсивность полос пропускания в области, характерной для ТЖК, может быть связана с технологией производства тыквенного масла. При его получении могут использовать двухстадийную влаготепловую обработку семян вместо холодного прессования [1], что, возможно, и может привести к возрастанию интенсивности полосы пропускания у нерафинированного тыквенного масла № 3. Но по сравнению с маргарином интенсивность полосы была меньше почти в 15 раз.

Таким образом, в растительных маслах могут в незначительных количествах присутствовать ТЖК в зависимости от вида используемого сырья и технологических этапов производства.

Для производства хлебобулочных изделий были выбраны нерафинированные рисовое и тыквенное масло, Россия. Контролем служили хлебобулочные изделия аналогичной рецептуры с использованием: подсолнечного масла рафинированного дезодорированного; твердого (брускового) маргарина. Результаты представлены на рис. 2, характеристики ИК-спектров в табл. 2.

Только ИК-спектры хлебобулочных изделий с использованием маргарина имели полосу пропускания в области $900\text{--}1050\text{ см}^{-1}$ с максимумом $962,06\text{ см}^{-1}$. Интенсивность полосы была незначительной и сопоставимой с растительными маслами. У всех без исключения хлебобулочных изделий с использованием растительных масел в этой области полосы пропускания не зафиксированы, что говорит об отсутствии в них ТЖК.

Заключение

Для обеспечения безопасности хлебобулочных изделий, в рецептуре которых предусмотрено использование жировых компонентов, по содержанию ТЖК, можно использовать различные виды растительных масел. В них содержание ТЖК незначительно или полностью отсутствует, что связано с видом сырья и используемым способом производства. На ИК-спектрах растительных масел в области $900\text{--}1050\text{ см}^{-1}$, характерной для ТЖК, зафиксированы полосы пропускания незначительной интенсивности. При производстве хлебобулочных изделий с использованием растительных масел в рецептуре ТЖК отсутствуют, о чем свидетельствует отсутствие полос пропускания в ИК-спектрах в области $900\text{--}1050\text{ см}^{-1}$. В контрольном образце хлебобулочных изделий с использованием маргарина зафиксирована полоса пропускания с максимумом $962,06\text{ см}^{-1}$.

Литература

1. Деревенко, В.В. Выбор оптимальных параметров подготовки семян голосеменной тыквы к отжиму масла / В.В. Деревенко, А.Б. Боровский, И.Н. Аленкина, А.Д. Новоженова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2016. – № 2-3. – С. 70–72.
2. Драчева, Л.В. Транс жиры – один из ключевых факторов роста сердечно-сосудистых заболеваний в России / Л.В. Драчева // Хлебопродукты. – 2016. – № 1. – С. 32–33.

Таблица 2

Характеристики ИК-спектров хлебобулочных изделий в диапазоне волновых чисел 900–1050 см⁻¹

Жировой компонент	Частота, см ⁻¹	Высота пика	Площадь пика
Масло рисовое нерафинированное	–	–	–
Масло тыквенное нерафинированное	–	–	–
Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное	–	–	–
Твердый (брусковый) маргарин	962,06	0,03278	0,1553

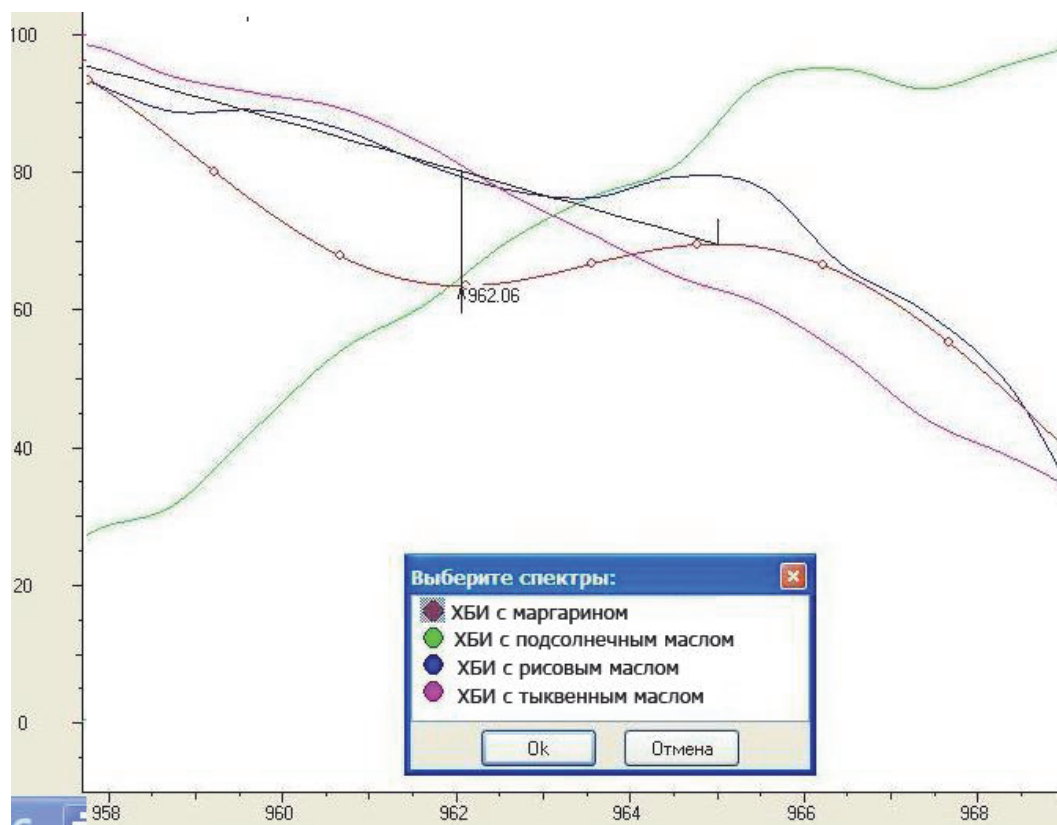


Рис. 2. Увеличенный фрагмент ИК-спектров хлебобулочных изделий с различными жировыми компонентами в диапазоне 900–1050 см⁻¹

3. Журавлев, А.В. Трансжиры: что такое и с чем их едят / А.В. Журавлев. – М., 2012. – 138 с.

4. Зайцева, Л.В. Применение перэтерифицированных жиров в технологии хлебобулочных изделий / Л.В. Зайцева, И.Г. Белявская, Т.А. Юдина // Пищевые ингредиенты в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – С. 388–408.

5. Зайцева, Л.В. Трансизомеры – чума XXI века / Л.В. Зайцева // Пищевая промышленность. – 2012. – № 3. – С. 28–31.

6. Ипатова, Л.Г. Жировые продукты для здорового питания / Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи плюс. 2009. – 396 с.

7. Мажидова, Н.К. Получение твердых жиров с минимальным содержанием трансизомеризованных жирных кислот / Н.К. Мажидова // Масложировая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 26–29.

8. Нечаев, А.П. Жировые продукты для хлебобулочных изделий / А.П. Нечаев // Пищевые ингредиенты в производстве хлебобулочных изделий.

ных и мучных кондитерских изделий. – М.: ДеЛи плюс., 2013. – С. 364–366.

9. Нилова, Л.П. Актуальные аспекты современной маркировки пищевых продуктов / Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2016. – № 5 (40). – С. 75–80.

10. Перова, Н.В. Транс-изомеры ненасыщенных жирных кислот повышают риск болезней системы кровообращения, связанных с атеросклерозом / Н.В. Перова, В.А. Метельская, С.А. Бойцов // *Терапевтический архив*. – 2013. – Т. 85, № 9. – С. 113–117.

11. Почицкая, И.М. Определение транс-изомеров жирных кислот в масложировой продукции с использованием метода инфракрасной спектроскопии / И.М. Почицкая // *Масложировая промышленность*. – 2016. – № 5. – С. 28–33.

12. Придатко, Е.П. Линейка специализированных маргаринов компании Эфко без содержания транс-изомеров жирных кислот / Е.П. Придатко // *Хлебопродукты*. – 2014. – № 4. – С. 52–53.

13. Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия / сост. П.С. Еришов. – СПб.: Профи, 2010. – 206 с.

14. Сильверстейн, Р. Спектрофотометрическая идентификация органических соединений. / Р. Сильверстейн, Ф. Вебер, Д. Кимп. – М. Изд-во: «Бином. Лаборатория знаний». – 2011. – 557 с.

15. Тринеева, О.В. Изучение жирнокислотного состава растительных масел и масляных экстрактов фармацевтического назначения методами ГЖХ и ИКС / О.В. Тринеева, А.И. Сливкин // *Сорбционные и хроматографические процессы*. – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 212–219.

16. Чмиленко, Ф.А. Идентификация и определение транс-изомеров жирных кислот в масложировой промышленности / Ф.А. Чмиленко, Л.П. Сидорова, Н.П. Минаева // *Мето-*

ды и объекты химического анализа. – 2010. – Т. 5, № 3. – С. 106–117.

17. Brandt, M. The 2006–2007 Food Label and Package Survey (FLAPS): Nutrition labeling, trans fat labeling / M. Brandt, J. Moss, M. Ferguson // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2009. – V. 22. – P. 574–577.

18. Trans fatty acids and cholesterol levels: An evidence map of the available science / D.J. Liska, C.M. Cook, D.D. Wang, P. Courtney Gaine, D.J. Baer // *Food and Chemical Toxicology*. – 2016. – № 98. – P. 269–281.

19. Trans-fatty acid content of food products in Spain in 2015 / N. Perez-Farinos, M.A. Saavedra, C.V. Villalba, T.R. de Dios // *Gac Sanit*. – 2016. – № 30(5). – P. 379–382.

20. Quilez, J. Bakery products enriched with phytosterols, α -tocopherol and β -carotene. Sensory evaluation and chemical comparison with market products / J. Quilez, J.A. Ruiz, G. Brufau, M. Rafecas // *Food Chemistry*. – 2006. – V. 94, № 3. – P. 399–405.

21. Sereewatthanawut, I. Nanofiltration process for the nutritional enrichment and refining of rice bran oil / I. Sereewatthanawut, I.I.R. Baptista, A.T. Boam, A. Hodgson, A.G. Livingston // *Journal of Food Engineering*. – 2011. – № 102. – P. 16–24.

22. Talal, A.O. Validation and application of a gas chromatographic method for determining fatty acids and trans fats in some bakery products / A.O. Talal, S. Jumat // *Journal of Taibah University for Science*. – 2013. – № 7. – P. 56–63.

23. Trattner, S. Fatty acid composition of Swedish bakery products, with emphasis on trans-fatty acids / S. Trattner, W. Becker, S. Wretling, V. Ohrvik, I. Mattisson // *Food Chemistry*. – 2015. № 175. – P. 423–430.

24. Unnevehr, L.J. Getting rid of trans fats in the US diet: Policies, incentives and progress / L.J. Unnevehr, E. Jagmanaitis // *Food Policy*. – 2008. – V. 33, № 6. – P. 497–503.

Нилова Людмила Павловна. Кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы товароведения и сервиса Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), nilova_l_p@mail.ru.

Вытовтов Анатолий Андреевич. Кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы товароведения и сервиса Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), avyovtov@yandex.ru

Малютенкова Светлана Михайловна. Кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы товароведения и сервиса Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), malutesha66@mail.ru

Лабойко Игорь Юрьевич. Студент Высшей школы товароведения и сервиса Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург).

Поступила в редакцию 29 апреля 2017 г.

DOI: 10.14529/food170210

SAFETY PROBLEMS OF BAKERY PRODUCTS: TRANS-ISOMERS OF FATTY ACIDS

L.P. Nilova, A.A. Vytovtov, S.M. Malutenkova, I.Yu. Laboyko

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

Bakery products may contain trans-isomers of fatty acids when using fats obtained as a result of hydrogenation (of solid margarines, special fats for the bakery and confectionery industry). The aim of the paper is to study the possibility of using various types of vegetable oils in the recipes of bakery products to ensure their safety concerning the content of the trans-isomers of fatty acids. The objects of the research are samples of vegetable oils: refined and unrefined rice oil; unrefined pumpkin oil produced by different manufacturers from Russia and far-abroad countries; refined deodorized sunflower oil, Russia. A solid (bar) margarine, Russia obtained by hydrogenation, containing trans-isomers of fatty acids is used as a control sample. Bakery products are produced with the use of 4 % fatty component. They are used as fat-and-oil products produced in Russia: unrefined rice and pumpkin oils; refined deodorized sunflower oil; solid (bar) margarine. Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) “FT-1202”, Monitoring LLC, Russia is used to analyze trans-isomers. Identification of trans-isomers of fatty acids is carried out in the range of 900–1050 cm^{-1} . All samples of vegetable oils in infra-red spectra in this range had low-intensity pass bands, with the exception of unrefined rice oil, Russia, which lacked the pass band. Bakery products produced using vegetable oils in infra-red spectra do not have any pass bands in the range of 900–1050 cm^{-1} , which indicates the absence of trans-isomers of fatty acids in them. A pass band with a maximum of 962.06 cm^{-1} is recorded in the control sample of bakery products containing solid (bar) margarine.

Keywords: bakery products, margarine, vegetable oils, trans-isomers of fatty acids, infrared spectroscopy.

References

1. Derevenko V.V., Borovskiy A.B., Alenkina I.N., Novozhenova A.D. [Choice of optimal parameters of preparation of gymnosperms pumpkin seeds to the extraction of oil]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Food technology], – 2016, no. 2-3, pp. 70–72. (in Russ.)
2. Dracheva L.V. [Trans fats – are one of the key growth factors in cardiovascular disease in Russia]. *Khlebobrodukty* [Bread products], 2016, no. 1, pp. 32–33. (in Russ.)
3. Zhuravlev A.V. *Transzhiry: chto takoe i s chem ikh edyat* [Transfats: what is and what they are eaten with]. Moscow, 2012. 138 p.
4. Zaytseva L.V., Belyavskaya I.G., Yudina T.A. [Use of reesterified fats in technology of bakery products]. *Pishchevye ingredienty v proizvodstve khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy* [Food ingredients in production of bakery and flour confectionery]. Moscow, 2013, pp. 388–408. (in Russ.)

5. Zaytseva L.V. [Trans-isomers – Plague of the 21st Century]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing Industry], 2012, no. 3, pp. 28–31. (in Russ.)
6. Ipatova L.G., Kochetkova A.A., Nechaev A.P., Tutel'yan V.A. *Zhirovye produkty dlya zdorovogo pitaniya* [Fatty products for healthy food]. Moscow, 2009. 396 p.
7. Mazhidova, N.K. Poluchenie tverdykh zhirov s minimal'nym sodержaniem transizomerizovannykh zhirnykh kislot / N.K. Mazhidova // *Maslozhirovaya promyshlennost'*. – 2016, no. 2, pp. 26–29. (in Russ.)
8. Nechaev A.P. [Fatty products for bakery products]. *Pishchevye ingredienty v proizvodstve khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy* [Food ingredients in production of bakery and flour confectionery]. Moscow, 2013, pp. 364–366. (in Russ.)
9. Nilova L.P., Malyutenkova S.M. [Actual aspects of the food modern marking]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2016, no. 5 (40), pp. 75–80. (in Russ.)
10. Perova N.V., Metel'skaya V.A., Boytsov S.A. [Trans-isomers of nonsaturated fatty acids increase risk of the diseases of the blood circulatory system connected with atherosclerosis]. *Terapevticheskij arkhiv*, 2013, vol. 85, no. 9, pp. 113–117. (in Russ.)
11. Pochitskaya I.M. [Definition of transisomers of fatty acids in fat-and-oil products with use of a method of infrared spectroscopy]. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Fat and oil processing industry], 2016, no. 5, pp. 28–33. (in Russ.)
12. Pridatko E.P. [The range of specialized margarines EFKO content without trans-fatty acids]. *Khleboпродукты* [Bread products], 2014, no. 4, pp. 52–53. (in Russ.)
13. Ershov P.S. (Comp.) *Sbornik retseptur na khleb i khlebobulochnye izdeliya* [The collection of compoundings on bread and bakery products]. St. Petersburg, Profi Publ., 2010. 206 p.
14. Sil'versteyn R., Veber F., Kimp D. *Spektrofotometricheskaya identifikatsiya organicheskikh soedineniy* [Spectrometric Identification of Organic Compounds]. Moscow, 2011. 557 p.
15. Trineeva O.V., Slivkin A.I. [Studying of zhirmokislotny composition of vegetable oils and oil extracts of pharmaceutical appointment as the GZhH and X methods]. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy* [Sorption and chromatografichesky processes], 2016, vol. 16, no. 2, pp. 212–219. (in Russ.)
16. Chmilenko F.A., Sidorova L.P., Minaeva N.P. [Identification and definition of trans-isomers of fatty acids in the oil and fat industry]. *Metody i ob'ekty khimicheskogo analiza* [Methods and objects of chemical analysis], 2010, vol. 5, no. 3, pp. 106–117. (in Russ.)
17. Brandt M., Moss J., Ferguson M. The 2006–2007 Food Label and Package Survey (FLAPS): Nutrition labeling, trans fat labeling. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2009, vol. 22, pp. 574–577. DOI: 10.1016/j.jfca.2009.01.004
18. Liska D.J., Cook C.M., Wang D.D., Courtney Gaine P., Baer D.J. Trans fatty acids and cholesterol levels: An evidence map of the available science. *Food and Chemical Toxicology*, 2016, no. 98, pp. 269–281. DOI: /10.1016/j.fct.2016.07.002
19. Perez-Farinos N., Saavedra M.A., Villalba C.V., de Dios T.R. Trans-fatty acid content of food products in Spain in 2015. *Gac Sanit*, 2016, no. 30(5), pp. 379–382.
20. Quílez J., Ruiz J.A., Brufau G., Rafecas M. Bakery products enriched with phytosterols, α -tocopherol and β -carotene. Sensory evaluation and chemical comparison with market products. *Food Chemistry*, 2006, vol. 94, no. 3, pp. 399–405. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.11.029
21. Sereewatthanawut I., Baptista I.I.R., Boam A.T., Hodgson A., Livingston A.G. Nanofiltration process for the nutritional enrichment and refining of rice bran oil. *Journal of Food Engineering*, 2011, no. 102, pp. 16–24. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.07.020
22. Talal A.O., Jumat S. Validation and application of a gas chromatographic method for determining fatty acids and trans fats in some bakery products. *Journal of Taibah University for Science*, 2013, no. 7, pp. 56–63. DOI: 10.1016/j.jtusci.2013.04.002
23. Trattner S., Becker W., Wretling S., Ohrvik V., Mattisson I. Fatty acid composition of Swedish bakery products, with emphasis on trans-fatty acids. *Food Chemistry*, 2015, no. 175, pp. 423–430. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.145
24. Unnevehr L.J., Jagmanaitis E. Getting rid of trans fats in the US diet: Policies, incentives and progress. *Food Policy*, 2008, vol. 33, no. 6, pp. 497–503. DOI: 10.1016/j.foodpol.2008.05.006

Liudmila P. Nilova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Higher School of Merchandizing and Service, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (St. Petersburg), nilova_1_p@mail.ru

Anatolii A. Vytovtov, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Higher School of Merchandizing and Service, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (St. Petersburg), avytovtov@yandex.ru

Svetlana M. Malutenkova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Higher School of Merchandizing and Service, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (St. Petersburg), malutesha66@mail.ru

Igor Yu. Laboyko, Student at the Higher School of Merchandizing and Service, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, (St. Petersburg).

Received 29 April 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Проблемы безопасности хлебобулочных изделий: трансизомеры жирных кислот / Л.П. Нилова, А.А. Вытовтов, С.М. Малютенкова, И.Ю. Лабойко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 78–86. DOI: 10.14529/food170210

FOR CITATION

Nilova L.P., Vytovtov A.A., Malutenkova S.M., Laboyko I.Yu. Safety Problems of Bakery Products: Trans-Isomers of Fatty Acids. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 78–86. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170210
