

Таблица

Объекты исследований	Содержание флавоноидов, мг/100г	
	рутина	кверцетина
Плоды черники сушеные	10,89	НО
Плоды шиповника сушеные	6,16	НО
Пюре из черноплодной рябины	НО	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Пюре из клюквы	НО	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Сок из черноплодной рябины концентрированный	НО	$3,7 \cdot 10^{-2}$

Примечание. НО не определяли.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что плоды черники и черноплодной рябины могут быть использованы в качестве природных источников Р-активных веществ как самостоятельно, так и в виде обогащающих добавок в другие пищевые продукты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козенко С.И., Березовская Н.Н. Полифенолы плодоовощного сырья и их влияние на качество продукции.— М.: Высшая школа, 1974.— 48 с.
2. Роль фруктовых и овощных соков в профилактике заболеваний / Р.Л. Филипова, Е.М. Володина, А.Ю. Колесников // Пищевая промышленность.— 1999.— № 6.— С. 64—65.
3. Корбанов И.А. Флавоноиды в мире растений.— Мн.: Университетское, 1981.— 157 с.
4. Доценко В.А. Овощи и плоды в питании.— Л.: Наука, 1988.— 168 с.
5. Георгиевский В.П. Физико-химические и аналитические характеристики флавоноидных соединений.— Ростов на Дону: Ростовский университет, 1988.— 253 с.
6. Качественный анализ флавоноидов в растительном сырье при помощи хроматографии на бумаге.— Пятигорск: Наука, 1972.— 112 с.

УДК 658.562+665.12

А.Н. Кулакова, аспирант; О.С. Курец, магистрант; И.И. Глоба, доцент

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗОМЕРОВ НЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И ДРУГИХ КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

This article includes theoretical analysis of the condition of the investigations, directed on the use of Fourier transform-infrared spectroscopy for the purpose of food-stuffs' quality control.

Развитие науки о питании приводит к тому, что внимание медиков и специалистов пищевой промышленности начинает привлекать не столько брутто-состав продуктов питания по основным их компонентам (белки, жиры, сахара), сколько такие вопросы, как содержание в потребляемых человеком продуктах витаминов и других физиологически активных компонентов, отсутствие в них естественных компонентов и добавок, которые могут нанести ущерб здоровью потребителя. Соответственно все больше внимания уделяется и разработке методов, позволяющих контролировать качество продуктов питания по этим параметрам.

Например, в последнее время все большее внимание медиков и специалистов пищевой промышленности привлекают проблемы, связанные с наличием в продуктах питания транс-изомеров ненасыщенных жирных кислот. Экспериментальными и эпидемиологическими исследованиями подтверждено влияние транс-изомеров жирных кислот на содержание холестерина в плазме крови, на возникновение заболеваний коронарной сердечной системы, появление ряда других негативных для здоровья последствий [1].

Основными источниками появления транс-изомеров в организме человека являются продукты питания, содержащие жиры промышленного производства, изготавливаемые гидрогенизацией растительных масел, а также масла, подвергавшиеся достаточно длительной термической обработке.

Необходимо отметить, что содержание транс-жиров в продуктах питания в странах СНГ, в т. ч. и РБ, не регламентируется, отсутствуют стандартные методики его определения, исследования в этом направлении практически находятся в начальной стадии.

В зарубежной научной литературе определению содержания транс-ненасыщенных жирных кислот в различных пищевых продуктах посвящено достаточно много работ, выполненных в рамках европейского проекта TRANSFAIR и ряда национальных программ [2-6], результатом которых является установление содержания транс-жиров примерно в 100 наиболее популярных продуктах. Например, в [2] приведены результаты изучения 12 видов маргаринов с целью определения содержания транс-изомеров жирных кислот. Установлено, что содержание транс-изомеров олеиновой, линоленовой и линолевой кислот в среднем составляло 8,18; 0,49 и 0,21% соответственно. Эти данные использовались при расчете среднего уровня потребления транс-изомеров жирных кислот с маргарином населением Испании.

В [5] приведены результаты изучения в 18 видах масла различной степени очистки содержания транс-изомеров жирных кислот растительных масел методом газовой хроматографии. Установлено, что в 72% образцов содержание транс-изомеров составляет более 1%. При этом показана необходимость особо тщательного подбора условий очистки масел, так как в процессе рафинирования со снижением уровня токоферола может происходить возрастание образования транс-изомеров жирных кислот. Более низкое содержание таких изомеров установлено в продукции жировой промышленности Франции, Германии, Австралии, Дании, Канады [4]. Однако результаты этих исследований подвергаются сомнению из-за того, что они могут быть занижены из-за несовершенства аналитических методик.

В связи с этим большой интерес представляет информация о методах, которые используются для определения содержания ненасыщенных жирных кислот и их транс-изомеров в продуктах питания. Для указанных целей наиболее часто их используется несколько. Например, в работах [7-10] для разделения и анализа сложных смесей жирных органических кислот предложено использовать различные варианты капиллярного электрофореза. При этом продолжительность определения составляет менее 3 мин.

Широкое применение при определении ненасыщенных жирных кислот и их транс-изомеров нашли различные хроматографические методы. Так, при определении транс-изомеров ненасыщенных жирных кислот и состава жирных кислот маргаринов, вырабатываемых в Испании, была использована газовая хроматография с применением высокополярной колонки, а также сочетание газовой и тонкослойной хроматографии

[3]. Было установлено, что обе методики обеспечивают примерно одинаковую точность определения содержания транс-жирных кислот.

Lee T.W. и Hastilow C. [11] разработали две методики определения профиля триацилглицеридов в структурированном жире, содержащем средне- и длинноцепочечные кислоты. Первая методика основана на использовании метода сверхкритической флюидной экстракции без проведения дериватизации пробы. Анализ проводится после простого разбавления структурированного жира смесью хлороформ-метанол. Вторая методика основана на использовании метода высокотемпературной газовой хроматографии. Методика требует гидрирования пробы перед проведением определений. Для этих методик была отмечена хорошая сходимость результатов анализа.

Для определения содержания индивидуальных жирных кислот Рубан В.Ф. [12] использовал метод микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с рефрактометрическим детектором. Им были выбраны и оптимизированы условия хроматографического разделения проб маргаринов, растительного и сливочного масел, показана возможность количественного анализа индивидуальных компонентов.

Rivoux V. [13] описал методику хроматографического разделения и количественного определения жирных кислот C_7 — C_{22} после синтеза их нафтацильных эфиров. Для этого использована обращенно-фазовая ВЭЖХ с УФ-фотометрическим детектированием. Предел обнаружения кислот достигает 0,1 нг. Johnson C. [14] предложил способ определения содержания транс-жирных кислот в пищевых жирах и маслах методом ГХ с ИК-детектором.

Pawlowicz R. [15] изучал разделение геометрических изомеров ненасыщенных жирных кислот методом газожидкостной хроматографии на колонках CP-Sil 88 и DB-23.

В работе [16] Wolff R. на основе анализа жиров и 2340 пищевых продуктов (коровье молоко, масло, овечий и козий сыр, говядина, сало, маргарин, продукты, содержащие частично гидрированные жиры), полученных из европейских стран и Канады, рассчитал корреляционный коэффициент для повышения точности результатов определения содержания транс-изомеров жирных кислот методом газовой хроматографии с использованием капиллярной колонки CP-Sil 88. Установлено, что средний коэффициент корреляции составляет 1,40.

Анализ данных, приведенных в зарубежной литературе, показал, что как для определения свободных жирных кислот, так и их транс-изомеров, например, в жирах и неочищенном, рафинированном, осветленном и дезодорированном пальмовом масле [17], наиболее часто применяется метод Фурье-ИК-спектроскопии. Стандартная ошибка результатов определения составляет 0,006–0,04%. Общее время определения составляет менее 2 мин [18]. Показана возможность использования Фурье-ИКС в области $1000 - 4000 \text{ см}^{-1}$ для быстрого одновременного определения цис- и транс-изомеров жирных кислот, йодного числа и числа омыления пищевых масел [19]. Мoya-Moreno [20] с помощью Фурье-ИКС проводил определение степени ненасыщенности транс-изомеров, образующихся при термическом окислении масел и жиров.

Таким образом, анализ литературы показывает несомненную актуальность и перспективность исследований в области стереоизомерных жирных кислот, а также возможности применения для исследований современных физико-химических методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левачев М.М. Транс-изомеры жирных кислот: пока бояться нечего // *Химия и жизнь*. – 1999. – № 8. – С.58–60.
2. Ledoux M., Laloux L., Sauvant D. Les isomers trans des acides gras: origine et presence dans l'alimentation // *Science alimentaria*. – 2000. – Vol. 20. – № 4 – 5. – P. 393–411.
3. Alonso L., Fraga M.J., Juarez M. Determination of trans fatty acids and fatty acid profiles in margarines marketed in Spain // *J. of American Oil Chemistry Society*. – 2000. – Vol. 77. – № 2. – P. 131–136.
4. Destailats F., Prechth D. Trans 18:1 isomer profiling in French processed foods containing partially hydrogenated vegetable oils // *Oleagineux, corps gras, lipids*. – 2000. – Vol. 7. – № 1. – P. 105.
5. Medina-Juarez L. A., Games-Meza. M. Trans fatty acid composition and tokopherol content in vegetable oils producing in Mexico // *Journal of American Oil Chemistry Society*. – 2000. – Vol. 77. – № 7. – P. 721–724.
6. Matsuzaki H., Ota C., Kinishita Y. Содержание транс-жирных кислот в маргаринах, произведенных в Португалии, Бельгии, Нидерландах, Великобритании, США, Японии // *J. Japan Oil Chemists Society*. – 1998. – Vol. 47. – № 2. – P. 195–200.
7. Mofaddel N., Desbenemonverhay A. Fatty-acid analysis using capillary electrophoresis // *Analist*. – 1999. – Vol. 27. – № 2. – P. 120–124.
8. Haddadian F., Shamsi S. Separation of saturated and unsaturated free fatty acids using capillary electrophoresis with indirect photometric detection // *J. Chromatography Science*. – 1999. – Vol. 37. – № 4. – P. 103–107.
9. Gallaher D., Lohanson M. Development of near-infrared fluoroforic electrophoresis with diode laser induced fluorescence detection // *Analist*. – 1999. – Vol. 124. – № 11. – P. 1541–1546.
10. Chen M. J., Chen H. S. Indirect detection of organic acids in nonaqueous capillary electrophoresis // *J. Chromatography A*. – 1999. – Vol. 853. – № 1–2. – P. 171–180.
11. Lee T. W., Hastilow C. T. Quantitative determination of triacylglycerol profile of structured lipid by capillary supercritical fluid chromatography and high temperature gas-chromatography // *J. of American Oil Chemistry Soc.* – 1999. – Vol. 76. – № 12. – P. 1405–1413.
12. Рубан В. Ф., Кевер К. К., Похвоцев Ю. В. Определение жиров и жирных кислот в пищевых и косметических продуктах методом микро-ВЭЖХ с рефрактометрическим детектированием // *Всерос. конфер. Химический анализ веществ и материалов: Тезисы докладов*. Москва, 16–21 апр, 2000.–М.:Наука, 2000.–С. 32–33.
13. Rivoux V., Catheline D. High-performance liquid chromatography of fatty acids as naftacyl derivatives // *Analysis*. – 1999. – Vol. 27. – № 2. – P. 186–193.
14. Johnson C. Determination of the trans fatty acids and fatty acid content in vegetable fats/oils by lightpipe GC-IR // *The Pittsburg conference on analytical chemistry and applied spectroscopy "Science for 21th century"*, New Orleans, La, March 12–17, 1999: *PITTCON'99: Book Abstract*.—New Orleans: La. — 1999. – P. 781.
15. Pawlowicz R. Separation of geometrical isomers of unsaturated fatty acids by gas-liquid chromatography on CP-Sil 88 and DB-23 columns // *Chemistry Analysis*. – 1998. – Vol. 43. – № 6. – P. 961–967.

16. Wollf R.L., Combe N.A. Accurate determination of trans 18:1 isomers by capillary gas-liquid chromatography on cyanoalkyl polysiloxane stationary phases // *Oleagineux, corps gras, lipids*. – 1998. – Vol. 5. – № 4. – P. 295–300.

17. Sedman J., Van de Voort F.R., Ismail A.A. Simultaneous determination of iodine value and trans content of fats and oils by single bounce horizontal attenuated total reflectance FT-IR spectroscopy // *J. of American Oil Chemistry Society*. – 2000. – Vol. 77. – № 4. – P. 399–403.

18. Li H., Sedman J., Van de Voort F. R., Ismail A. A. Rapid determination of cis and trans content, iodine value, and saponification number of edible oils by FT-NIR spectroscopy // *J. of American Oil Chemistry Society*. – 1999. – 76. – № 4. – P. 491–497.

19. Moya-Moreno M. C., Mendosa-Olivares D. Determination of unsaturated grade and trans-isomers generated during thermal oxidation of edible oils and fats by FT-IR spectroscopy // 24th European Congress Molecular Spectroscopy, 1998. – Prague: Bertran. – 1998. – P. 138.

20. Bertran E., Blanco M., Coello F. Determination of olive oil free fatty acid by FT-IR spectroscopy. – *J. Journal of American Oil Chemistry Society*. – 1999. – Vol. 76. – № 5. – P. 611–616.

УДК 66.073.7

В.Н. Фарафонов, доцент

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ВОДЯНОГО ПАРА НА РЕГЕНЕРАЦИЮ АКТИВНОГО УГЛЯ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

The technique is intended for calculation of quantity water pair on regeneration of a sorbent and an estimation of power expenses for realization of this process.

В качестве поглотителей органических растворителей широко используются углеродные сорбенты. Для многократного их использования необходимо проводить регенерацию, которая может быть осуществлена водяным паром.

Настоящая работа посвящена определению теоретического количества водяного пара для регенерации активного угля.

Методика основана на использовании теплового баланса процесса регенерации, который может быть представлен следующим выражением:

$$Q_p = Q_n + Q_d + Q_{\text{п}}, \quad (1)$$

где Q_p – теплота регенерации, кДж; Q_n – теплота на нагрев сорбента, кДж; Q_d – теплота десорбции адсорбтива, кДж; $Q_{\text{п}}$ – потеря теплоты в окружающую среду, кДж.

Рассмотрим расходную часть теплового баланса.

Теплота, затрачиваемая на нагрев сорбента, определяется по формуле

$$Q_n = m_c \cdot C_p \cdot (t_k - t_n), \quad (2)$$

где m_c – масса сорбента, кг; C_p – массовая теплоемкость сорбента, кДж/кг; t_k , t_n – конечная и начальная температуры сорбента, °С.

Теплота десорбции находится из выражения