

И. И. Глоба, доцент; А. Н. Кулакова, аспирант; М. Н. Жилинская, студентка

СОДЕРЖАНИЕ ТРАНС-ИЗОМЕРОВ НЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ЖИРАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

Gas chromatographic method of determination of trans fatty acid content in fats and oils after thermal treatment for their quality control is described in this work.

В последнее десятилетие происходит постоянное ужесточение стандартов качества и безопасности пищевых продуктов. Этот процесс обусловлен как растущими проблемами, вызываемыми глобальным загрязнением окружающей среды, так и развитием знаний о природе возникновения наиболее опасных заболеваний человека. Особого внимания заслуживает вопрос регламентации содержания транс-изомеров ненасыщенных жирных кислот (ТИЖК) в пищевых продуктах в связи с их потенциальной токсикологической опасностью.

Транс-изомеры по своему химическому строению, химическим и физическим свойствам отличаются от цис-изомеров. Биохимические исследования доказали, что в организме животных и человека поведение ТИЖК отличается от поведения цис-изомеров. ТИЖК не только не превращаются в обычные метаболиты цис-кислот, но и влияют на эффективность образования последних. Например, из транс-транс-линолевой кислоты не получается арахидоновая кислота – важнейший компонент биологических мембран и предшественник регуляторных веществ – эйкозаноидов. ТИЖК также уменьшают скорость образования арахидоновой кислоты из цис-цис-линолевой. Доказано, что ТИЖК включаются во все липидные структуры организма, кроме мозга, тем не менее этот процесс ограничен. В целом ряде работ отмечено, что ТИЖК нарушают работу ферментов, разрушают клеточные мембраны, повышают уровень холестерина в крови, увеличивают восприимчивость к онкозаболеваниям, в особенности к раку груди у женщин, легких и простаты, повышают риск возникновения диабета и заболеваний сердечно-сосудистой системы. Это было установлено благодаря многолетним наблюдениям за тысячами добровольцев, в основном медицинскими работниками США, Англии и Австралии.

Преобладающим источником пищевых транс-жирных кислот является частично гидрированное растительное масло, используемое в производстве кулинарных жиров и маргаринов. Гидрирование включает использование высоких температур, давления и катализатора (обычно никеля). Ненасыщенная жирная кислота в растительном масле связывается с поверхностью катализатора, и двойная связь открывается. Добавление водорода в этом месте насыщает связь. Однако прикрепление к катализатору не стабильно, и если жирная кислота освободится до

насыщения, двойная связь может восстановиться в цис- либо транс-форму. Так как образование транс-изомеров ненасыщенных жирных кислот требует меньших энергозатрат, то эта структура имеет тенденцию к преобладанию [1].

Основными причинами повышения содержания ТИЖК в пищевых продуктах является промышленная переработка растительных масел в гидрогенизованные жиры для достижения требуемой консистенции продукта и длительная термообработка масел, жиров и жиросодержащих продуктов [2]. Так, польскими исследователями [3] с помощью капиллярной газовой хроматографии показано, что в рапсовых маслах, подвергавшихся неоднократной тепловой обработке при 180°C, содержание ТИЖК достигает 1,7–4,93% и их концентрация увеличивается после каждого цикла термообработки. Исследования методом инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье продуктов разложения масел и жиров при их нагревании до температуры 300°C показало [4], что в растительных маслах наряду с термическим разложением происходит существенное увеличение содержания ТИЖК, пропорциональное повышению температуры термообработки масла и ее длительности, а также зависящее от ряда других факторов.

Цель данной работы – изучение влияния состава растительного масла на изменение содержания в нем ТИЖК при термообработке. Объект исследования – масло марки «Дивное» – подсолнечное масло рафинированное дезодорированное.

Для определения жирнокислотного состава растительных масел и других жировых продуктов с успехом могут быть использованы такие методы, как газовая хроматография, капиллярная газожидкостная хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография, а также капиллярный электрофорез, молекулярный спектральный анализ, спектроскопия комбинационного рассеяния, спектроскопия ЯМР, ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье. Однако в реальных условиях наиболее перспективным представляется метод газовой хроматографии. При своей доступности, обусловленной относительной простотой и дешевизной используемого оборудования, а также экономичности, связанной со сравнительно небольшой продолжительностью анализов и невысокой стоимостью вспомогательных реагентов, метод при подборе оптимальных условий обеспечивает достижение высоких характеристик анализа.

Отобранные пробы масла нагревали в стеклянном стакане на песочной бане в течение 20, 40, 60 и 80 мин при 180°C. Затем для гидролиза масла и повышения летучести кислот, входящих в триглицериды, получали их метиловые эфиры в соответствии с [5]. Пробу термообработанного масла (2–3 капли) растворяли в 1,9 см³ гексана, в этот раствор вводили 0,1 см³ раствора метилата натрия в абсолютном метаноле (2 моль/л). После интенсивного перемешивания в течение 2 мин реакционную смесь отстаивали 5 мин и фильтровали через бумажный фильтр; для анализа отбирали 0,1 мкл полученной смеси.

Анализ проводили на газовом хроматографе HP 4890D, снабженном пламенно-ионизационным детектором, капиллярной колонкой длиной 30 м и внутренним диаметром 0,32 мм с неподвижной жидкой фазой Innowax. Газ-носитель – гелий, давление на входе в колонку 8 psi; линейная скорость на входе в колонку составляет 15,6 см/сек, сброс 1:56. Температурный режим – программирование температуры: начальная температура колонки 200°C (в течение первых 20 мин), скорость нагрева 1°C/мин, конечная температура колонки 220°C (10 мин), температура испарителя 250°C, температура печи детектора 250°C. Такой режим хроматографирования позволил добиться четкого разделения хроматографических пиков цис- и транс-изомеров олеиновой кислоты, обеспечивающего возможность количественного определения их содержания.

Таблица

Содержание транс-олеиновой кислоты (транс-D9-C18:1) в масле подсолнечном марки «Дивное»

№ образца	Температура	Время, мин	Содержание транс-олеиновой кислоты, %
1	Комнатная	–	0,529
2	180°C	20	0,534
3	180°C	40	0,540
4	180°C	60	0,547
5	180°C	80	0,552

Экспериментальные данные по содержанию транс-изомера олеиновой кислоты в пересчете на метилэлаэдат в исследуемом масле, подвергнутом термообработке различной длительности при 180°C, а также содержание определяемого компонента в образце до тепловой обработки приведены в таблице.

Как видно из таблицы, в отличие от данных, приведенных в [4] для рапсового масла, при увеличении времени термообработки при 180°C в масле подсолнечном марки «Дивное» содержание транс-олеиновой кислоты, хотя и возрастает, однако этот рост незначителен. Проведенное исследование показало, что при соблюдении регламентируемых режимов термообработки продуктов питания с использованием масла «Дивное» значительного накопления транс-изомеров ненасыщенных жирных кислот не происходит. Причиной этого являются, несомненно, особенности состава этого масла, для установления которых необходимы дополнительные исследования.

Литература

1. Doil E. Транс-изомеры ненасыщенных жирных кислот // *Journal of Chemistry education*. – 1997. – Т. 74. – № 9. – С. 1030–1032.
2. Ledoux M., Laloux L., Sauvant D. Происхождение и присутствие транс-изомеров ненасыщенных жирных кислот в продуктах питания // *Science Alimentaria*. – 2000. – Т. 20. – № 4–5. – С. 393–411.
3. Biernat Jadwiga, Grajeta Halina. Определение содержания транс-изомеров ненасыщенных жирных кислот в некоторых пищевых маслах // *Bromatol. i chem. toksikol.* – 1998. – Т. 31. – № 4. – С. 381–386.
4. Moya-Moreno M. C., Mendoza-Olvaros D. Методы оценки ухудшения качества пищевых масел и жиров за счет их окисления, основанные на использовании Фурье ИК спектроскопии // *Talanta*. – 2000. – Т. 77. – № 4. – С. 399–403.
5. ГОСТ 30418–96. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава. Введен 01.01.98. – М.: Госстандарт, 1997. – 8 с.