

DOI 10.58351/2949-2041.2025.25.8.006
УДК 665.338

Фомичева Татьяна Ивановна
доцент, кандидат технических наук
Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
Fomicheva Tatiana I.
Associate Professor, PhD in technology
Institute for fundamental training and technological innovation
SPIN-код: 9615-1171

Колужникова Елена Вениаминовна
доцент, кандидат химических наук
Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет им. С.М. Кирова
Koluzhnikova Elena V.
Associate Professor, PhD in chemistry,
St. Petersburg State forestry technical university
SPIN-код: 1402-0263

**МЕТОД ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ
КАК СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА СОДЕРЖАНИЕ
ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫХ И НАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ
THE GAS CHROMATOGRAPHY METHOD USED TO EVALUATE
POLYUNSATURATED AND SATURATED FATTY ACIDS BALANCE
IN THE OILS OF NATURAL ORIGIN**

Аннотация. Хроматографический метод анализа позволяет оценить количественные соотношения компонентов природных масел на содержание жирных кислот. Результаты исследования с применением хроматографа Кристалл 5000.2 могут быть использованы для расчета рекомендуемых доз масел при употреблении их в качестве пищевых продуктов и биологически активных добавок.

В статье приведены сведения о хроматографическом анализе различных растительных масел на предмет жирнокислотного состава. Масла характеризуются высоким содержанием жирных кислот различных видов, как насыщенных, так и ненасыщенных ω -3, ω -6 и ω -9.

Abstract. The chromatographic analysis method allows us to evaluate the natural oils components quantitative ratios for the content of fatty acids. The results of the study using the Crystal 5000.2 chromatograph can be used to calculate the oils recommended doses to use it as food products and biologically active additives.

The article provides information about the chromatographic analysis of various vegetable oils for fatty acid composition. The oils are characterized by a high content of fatty acids of various types, both saturated and unsaturated ω -3, ω -6 and ω -9.

Ключевые слова: Хроматографический анализ, жирные кислоты, растительные масла
Keywords: Chromatographic analysis, fatty acids, vegetable oils

Для цитирования: Фомичева Т.И., Использование метода газовой хроматографии для оценки пищевых растительных масел в качестве источника полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот // Инновационное приборостроение. 2024. С.

For citation: Fomicheva T.I. The gas chromatography method used to evaluate polyunsaturated and saturated fatty acids balance in the oils of natural origin. Innovacionnoe priborostroenie. Innovative Instrumentation. 2024;



Введение

Газовая хроматография позволяет осуществлять экспресс идентификацию природных масел на содержание триглицеридов (жирных кислот) с определением состава по компонентам. По международному стандарту ИСО серии 9000 идентификация – это процедура, позволяющая отличить исследуемый объект от всех остальных по компонентам.

Растительные масла природного происхождения содержат ряд полезных для человека компонентов. Среди них имеются пищевые вещества, которые являются необходимыми компонентами рациона питания человека, они могут поступать в организм только извне с продуктами питания или биологически активными добавками [6,7,8], а не генерируются организмом человека. К таковым относятся жирные кислоты, в частности ненасыщенные: ω -3, ω -6 и ω -9, а также аминокислоты, витамины, минеральные вещества [9].

Наиболее приемлемым для человеческого организма соотношением полиненасыщенных жирных кислот ω -6 и ω -3 ранее считалось соотношение 1:1. Однако в настоящее время принято соотношение ω -6 к ω -3, как 5:1 [6].

Природные растительные масла используются для пищевых целей и имеют форму, удобную для применения, например, в качестве пищевых добавок, что позволяет с легкостью использовать их в дозированном виде. Масла содержат «незаменимые» пищевые вещества, которые не могут быть произведены организмом человека, а могут лишь быть получены извне с продуктами питания или биологически активными добавками [4].

Цели и задачи исследования

Цель работы – газовая хроматографии для сравнения эффективности исследуемых масел путем изучения их составов по содержанию триглицеридов: полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот и с целью оценить их полезность для организма человека и соответствие образцов заявленным типам.

Установление в исследуемых маслах соотношения насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот и определение возможных суточных доз масел в соответствии с Нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [10] при использовании масел в пищу и в качестве биологически активных добавок.

Результаты и их обсуждение

Газовохроматографическим способом изучены образцы природных масел, выбранные для исследования, которые могут служить источниками полезных для человека компонентов. Оливковое, соевое, рапсовое и льняное масла были выбраны для исследования.

Анализ образцов осуществляли на газовом хроматографе модели Кристалл 5000.2 с капиллярной ГХ колонкой DB-FFAP/HP-FFAP/ZB-FFAP. Масла для анализа были подготовлены согласно ГОСТ 31663-2012 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот». Исследования также проводили в соответствии с методикой ГОСТ 31663-2012 [1], используя для сравнения в качестве стандартных образцов смесь метиловых эфиров 37 жирных кислот.

Составы масел по содержанию различных жирных кислот приведены в таблицах 1-4.

Таблица 1

Содержание насыщенных жирных кислот

Table 1

Saturated oil acids content

Кислоты	Оливковое		Соевое масло		Рапсовое масло		Льняное масло	
	№1	№2	№1	№2	№1	№2	№1	№2
Миристиновая C14	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Пальмитиновая C16	13,8	13,5	10,6	10,3	4,8	5,1	5,9	5,9
Пальмитолеиновая C16:1	0,1	0,1	0	0	0,2	0,2	0,1	0,1



Гептадекановая кислота C17	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
Стеариновая C18	4,1	4,1	4,3	4,5	1,8	2,2	4,1	4,5
C20:1 Арахидовая	0,1	0,1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,1	0,1
C22:0 Бегеновая	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1
C24:0 Лигноцериновая	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
Всего:	18,0	18,3	15,6	16,1	7,8	7,8	10,2	10,2

Таблица 2

Содержание омега-3 жирных кислот.

Table 2

Omega-3 oil acids content.

Кислоты	Оливковое	Соевое масло	Рапсовое масло	Льняное масло
C18:3 ω -3 α -Линоленовая	0,8-0,9	5,9-6,0	7,2-7,7	55,1-55,6
Всего:	0,8-0,9	5,9-6,0	7,2-7,7	55,1-55,6

Таблица 3

Содержание омега-6 жирных кислот.

Table 3

Omega-6 oil acids content.

Состав образцов масла

Жирнокислотный состав триглицеридов, % к сумме кислот	Концентрация (%) в образцах масла			
	Оливковое	Соевое масло	Рапсовое масло	Льняное масло
C18:2 ω -6 Линолевая	13,5-13,7	50,2-50,7	24-26,8	15,4-15,6

Таблица 4

Содержание омега-9 жирных кислот.

Table 4

Omega-9 oil acids content.

Состав образцов масла

Жирнокислотный состав триглицеридов, % к сумме кислот	Концентрация (%) в образцах масла			
	Оливковое	Соевое масло	Рапсовое масло	Льняное масло
C18:1 ω -9 Олеиновая	62,9-63,2	50,4-50,7	52,4-57,4 57,1-57,4	15,4-15,6
Гондоиновая	0,4-0,5	0,2-0,3	1,1-1,3	0,1

В маслах имеются предельные (насыщенные): пальмитиновая, стеариновая, арахидовая и бегеновая, которые способствуют усвоению кальция и регулируют процесс пищеварения. В оливковом и соевом маслах их от 15 до 18%, в рапсовом 7,8, в льняном 10%. Насыщенные жирные кислоты обеспечивают организм энергией, участвуют в усвоении жирорастворимых витаминов А, Е, D, К, являются необходимой частью питания. Избыток жирных кислот может нарушить равновесие физиологических процессов в организме человека и привести к некоторым нарушениям.

В соответствии с «Нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [10] доза жирных кислот должна составлять не более составляет для взрослых 10% суточного рациона.



Мононенасыщенные (ω -9) (олеиновая и гондоиновая кислоты) необходимы для снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний, в исследуемых маслах в основном содержатся в основном мононенасыщенные: рапсовое 57,4, оливковое 63, соевое 25,5 льняное 15,5%.

Полиненасыщенные жирные линолевая ω – 6, линоленовая ω – 3, наиболее эффективное позитивное воздействие на организм человека [8,9].

ω – 6 в виде линолевой кислоты содержится в льняном масле 15,5 %, в рапсовом 24-26 %. В оливковом сравнительно мало – 0,8-0,9%. Линолевая кислота и продукты ее метаболизма – одно из защитных средств организма в борьбе с преждевременным старением, сердечно-сосудистыми заболеваниями, артритом, аллергией, аутоиммунными заболеваниями.

ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты представлены в исследуемых маслах в виде ω -3 α – линоленовой кислоты в большом количестве содержится в льняном масле 55,5 %, в рапсовом – 7,2 – 7,7 %. В соевом существенно меньше – 6 %, В оливковом довольно низкое содержание 0,8%.

Согласно методическим рекомендациям [10] о нормах физиологических потребностей можно рассчитать примерное количество масел для приема в сутки для восполнения суточной потребности одним видом масла.

Таблица 4

Вид масла	Количество масла в сутки по содержанию, г/сутки:			Всего, в сутки, г
	ω -3	ω -6	ω -9	
Соевое	2 – 6	16-20	16	20
Льняное	24	28	62	28
Оливковое	14	60-80	15	60-80
Рапсовое	20	40	17	40

Заключение

В результате удалось определить дневную дозу масел для внесения в организм количеств, соответствующих нормам. Необходимо помнить, что рекомендуемое соотношение ω – 6 к ω – 3 составляет 5:1 [10]. Соевое масло содержит необходимое суточное количество в 20 г, льняное – в 28 г, некоторое превышение по ω – 3 не оказывает отрицательного влияния на человека. Оливковое масло – в количестве 60-80 г, а рапсовое – 40 г. Превышение уровня ω – 6, по некоторым сведениям, не желательно.

Преимущества хроматографии по сравнению с ИК-спектроскопией заключаются в относительной скорости метода.

Выбор хроматографического метода с использованием хроматографа Кристалл 5000.2. в сочетании с капиллярной ГХ колонкой DB-FFAP/HP-FFAP/ZB-FFAP показал наилучшие результаты в процессе установления показателей количественного и качественного состава природных масел.

Необходимы дальнейшие исследование для определения рекомендаций по применению других масел и жиров и наилучших способов их обследования.

Список литературы:

- ГОСТ 31663-2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. М.: Стандартинформ, 2012. 8 с
- Пилипенко Т.В., Пилипенко Н.И., Шевченко В.В., Сикоев З.Х. Современные аспекты технологии и экспертизы растительных масел: Монография/СПбТЭИ. – СПб: ТЭИ, 2012 – 88 с. Агрономия и биология
- Жижин Н.А. Применение метода «быстрой» газовой хроматографии для регулярного анализа жирных кислот в молоке и молочных продуктах // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 164-168.



4. Фомичева Т.И., Колужникова Е.В. Газовая хроматография как метод оценки баланса полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот в маслах и жирах природного происхождения // Инновационное приборостроение. 2023. Т. 2, № 2. С
5. Рудаков О.Б. Пономарев, А.Н., Полянский К.К., Любарь А.В. Жиры. Химический состав и экспертиза качества. М.: ДеЛи Принт.2005. 312 с.
6. М.И. Гладышев. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека. Journal of Siberian Federal University. Biology 4 (2012 5) 352-386
7. Волгарёв М.Н., Мустафина О.К., Трушина Э.Н. О механизмах действия полиненасыщенных жирных кислот на иммунную систему. Вопросы питания. 2003. № 3. С. 35-40.
8. Швейнов А.И. Профилактика аритмических осложнений у пациентов с острым инфарктом миокарда: перспективы применения ω -3-полиненасыщенных жирных кислот. Молодежный инновационный вестник. Материалы XI междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых-медиков, посвящ. 100-летию ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. 2017. Т. 6, № 1 с. 149-151
9. Экспертиза масел, жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность / Е.П. Корнева [и др.]. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. 272 с.
10. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009, 36 с.

