

УДК 543.63

DOI 10.26456/vtchem2025.3.12

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА АПЕЛЬСИНА СЛАДКОГО (*CITRUS SINENSIS*) МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОМАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

В.Д. Комарова., А.В. Быков, Г.Н. Демиденко

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь

Методом газовой хроматомасс-спектрометрии исследован химический состав эфирного масла апельсина сладкого (*Citrus sinensis*) шести отечественных производителей. Показано, что некоторые образцы содержат в своем составе вещества, которые не должны входить в состав натурального эфирного масла.

Ключевые слова: эфирное масло апельсина сладкого, лимонен, мирцен, газовая хроматомасс-спектрометрия.

Введение

Одним из растений, из различных частей которого выделяют эфирное масло, является апельсин [1]. Существует два вида эфирного масла, получаемого из него: эфирное масло из кожуры плодов апельсина сладкого (*Citrus sinensis*) и эфирное масло из цветков апельсина горького (*Citrus aurantium*) из семейства рутовых (*Rutaceae*). Натуральное эфирное масло получают из свежей цедры плода апельсина методом механического прессования без нагревания [2].

Эфирное масло используют в абсолютно разных целях: в домашнем уходе за кожей лица для увлажнения и питания кожи, устранения сухости и пигментных пятен благодаря витамину С в составе [3]; ароматизации помещений для создания приятной и уютной атмосферы [4]; его применяют как антимикробное средство для лечения ран и дезинфекции [5, 6]. Обзор литературных данных показал, что в мире десятки научных групп проводят фармакологические исследования, доказывающие эффективность и полезность применения эфирного масла апельсина сладкого [7].

К сожалению, ряд производителей пытаются сэкономить и получить больше выгоды от производства эфирных масел, поэтому они используют более дешевое сырье, остатки после экстракции для повторного извлечения эфирных масел, тем самым понижая концентрацию активного вещества, или заменяют основные компоненты эфирных масел на более дешевые синтетические

© Комарова В.Д., Быков
А.В., Демиденко Г.Н., 2025

Одним из современных аналитических методов анализа, с помощью которого можно определить химический состав эфирного масла апельсина сладкого и доказать является оно натуральным или частично синтетическим, является газовая хроматомасс-спектрометрия.

Методы и методики

Методика проведения хроматомасс-спектрометрического анализа

Анализ образцов проводился с применением метода газовой хроматомасс-спектрометрии на хроматомасс-спектрометре GCMS-QP-2010s, оснащенный капиллярной колонкой HP-1MS длиной 100 м, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной фазы 50 мкм. Анализ осуществлялся по следующей температурной программе: 50 °C (10 мин) → 4 °C/мин (150 °C) → 3 °C/мин (180 °C) → 40 мин (180 °C). Температуры испарителя и интерфейса хроматограф-масс-спектрометр составляли 250 °C. Газ-носитель: гелий о.с.ч. Линейная скорость потока газа-носителя составляет 20,6 см³/мин (1,0 мл/мин). Режим регистрации ионов – сканирование масс-спектра в диапазоне 10-500 m/z.

Подготовка пробы: 500 мкл образца растворяли в 1,00 мл ацетона в хроматографической вials, перемешивали и укупоривали крышкой с силиконовой септой.

Результаты и обсуждение

В качестве объектов исследования выступали образцы эфирного масла апельсина сладкого шести отечественных производителей. Предварительно для всех образцов были проанализированы такие показатели как: органолептические (цвет, запах), кислотное и перекисное число и др. [9].

В ходе исследования были зарегистрированы хроматограммы по полному ионному току растворителя – ацетона и растворов эфирных масел в ацетоне.

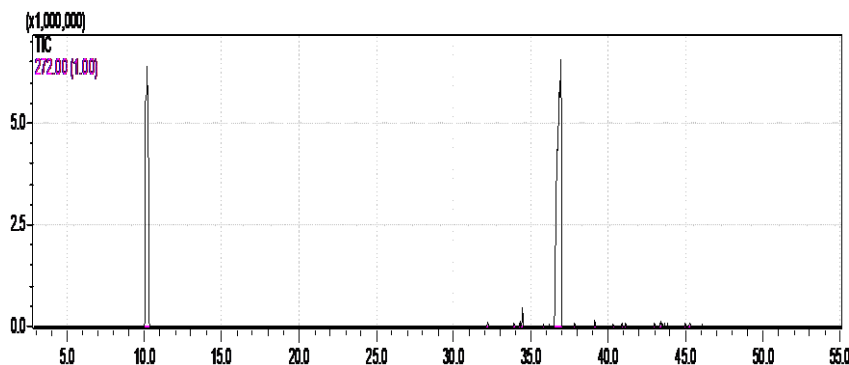
На рисунке 1 представлена хроматограмма по полному ионному току эфирного масла апельсина сладкого образца №1.

Время удерживания ацетона составило 10,2 минуты.

В составе образца №1 в значительных количествах обнаружены: D-лимонен (36,9 минут), β – мирцен (34,5 минут).

В литературных источниках [10, 11] говорится о том, что D-лимонен является основным компонентом эфирного масла апельсина сладкого, и составляет от 80% до 90% от общей массы масла. Этот компонент придает эфирному маслу апельсина сладкого характерный цитрусовый аромат. β-мирцен, по литературным данным [12], также

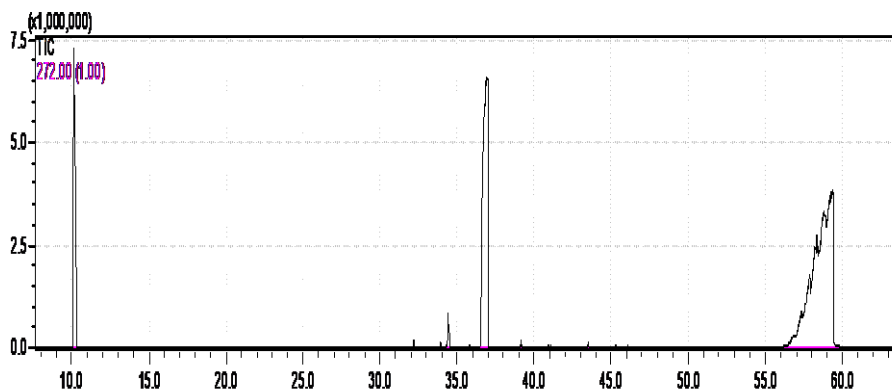
является основным и важным компонентом эфирного масла апельсина. Он придает эфирному маслу апельсина такие свойства как: защита организма от кишечных инфекций и способствует укреплению иммунитета.



Р и с . 1. Хроматограмма по полному ионному току эфирного масла апельсина сладкого образца №1

В составе эфирного масла апельсина сладкого образца №1 не было выявлено веществ недопустимых согласно требованиям ГОСТ ISO 3140–2021 «Масло эфирное сладкого апельсина (*Citrus Sinensis*)» [13]. Таким образом, можно сделать вывод, что образец №1 является качественным и натуральным.

На рисунке 2 показана хроматограмма по полному ионному току эфирного масла апельсина сладкого образца №3.



Р и с . 2. Хроматограмма по полному ионному току эфирного масла апельсина сладкого образца №3

Время удерживания ацетона составило 10,2 минуты.

В составе образца №3 в значительных количествах обнаружены: изопропилмиристат (59,3 минуты), D-лимонен (36,9 минут), β-мирцен (34,4 минуты).

Изопропилмиристат, согласно литературным источникам [1, 12] является сложным эфиром взаимодействия изопропилового спирта и миристиновой кислоты. В частности, его добавляют в косметику как смягчающий компонент. Кроме этого, соединение используют в качестве растворителя в парфюмерной промышленности.

Изопропилмиристата в составе эфирного масла согласно требованиям ГОСТ ISO 3140–2021 [13] быть не должно, и его наличие говорит том, что масло является ненатуральным, что противоречит информации от производителя, указанной при маркировке.

На рисунке 3 показана хроматограмма по полному ионному току эфирного масла апельсина сладкого образца №6.

В составе образца №6 обнаружены: карвон (45,5 минут), 2-нонен-1-ол (43,5 минуты), лимоненэпоксид (40,9 минут), β-линалол (39,2 минут), D-лимонен (36,9 минут), β-мирцен (34,4 минуты), оцимен (33,9 минуты), α-пинен (32,2 минуты), вода (8,6 минут).

В литературных источниках [9, 10] говорится о том, что карвон в эфирном масле апельсина сладкого придает маслу характерный аромат апельсина и является основным компонентом эфирного масла.

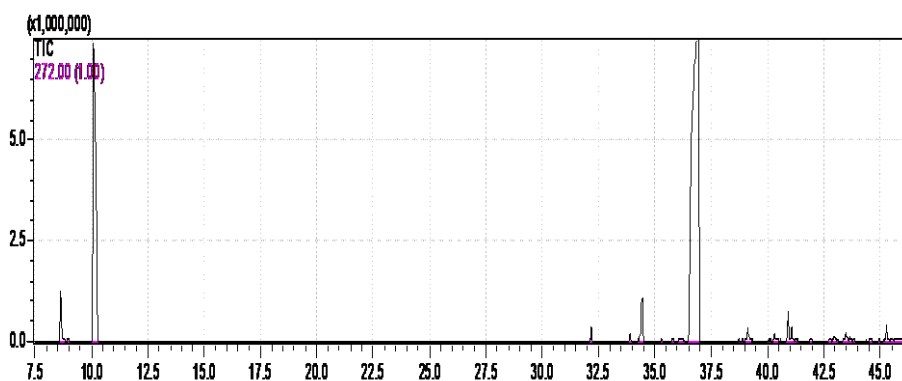
2-нонен-1-ол - это бесцветная, маслянистая жидкость, которая имеет запах цитрусов. В основном, согласно [10], это соединение применяют в производстве искусственного эфирного масла. Следовательно, масло образца №6 не является натуральным, что противоречит информации от производителя, приведенной на упаковке.

Лимоненэпоксид, согласно литературным источникам [11, 13], является допустимым веществом в составе эфирного масла апельсина сладкого. Кроме этого, со временем, лимонен в эфирном масле апельсина сладкого окисляется и превращается в карвон, который также является основным компонентом эфирного масла.

Согласно [11, 13] β-линалоол является таким же важным компонентом, как и β-мирцен. В частности, β-линалоол используют как ароматизатор, кроме того, он обладает противомикробным действием. Оцимен также является основным компонентом эфирного масла апельсина сладкого. Он необходим для придания эфирному маслу характерного запаха апельсина сладкого. α-пинен способен поддерживать здоровье кожи, полости рта. Кроме этого, он может способствовать хорошему функционированию иммунной и дыхательной системы [11, 13].

Вещество, идентифицированное на времени 8,6 минут в эфирном масле апельсина сладкого образца №6, соответствует воде.

Вода в составе эфирного масла апельсина сладкого присутствовать не должна. Ее наличие говорит о том, что эфирное масло было разбавлено.



Р и с . 3 . Хромотограмма по полному ионному току эфирного масла апельсина сладкого образца №6

Следовательно, в составе эфирного масла образца №6 апельсина сладкого содержатся вещества, которые являются недопустимыми в натуральном эфирном масле, что подтверждает обнаруженный на хроматограмме - 2-нонен-1-ол и вода. Скорее всего, данное эфирное масло либо хранилось в условиях отличных от рекомендуемых ГОСТ ISO 3140–2021 [13], либо была нарушена схема производства с заменой на другие вещества с целью удешевить выпуск продукции.

Эфирное масло апельсина сладкого образца №6 произведено в Крыму, производитель стабильно выпускает качественную продукцию, но данное масло покупалось на маркетплейсе, а не на официальном сайте, и можно предположить, что была приобретена подделка.

В составе эфирных масел образцов №2, 4, и 5 не было обнаружено недопустимых веществ, и их хроматограммы схожи с хроматограммой образца №1.

Заключение

В ходе хроматомасс-спектрометрического анализа был установлен состав эфирных масел апельсина сладкого шести отечественных производителей. Исследование показало, что в эфирных маслах апельсина сладкого образцов №1, 2, 4, 5 не было обнаружено недопустимых компонентов, способных нанести вред здоровью человека

при его использовании. В эфирных маслах апельсина сладкого образцов №3 и №6 были обнаружены вещества, которые существенно ухудшают качество эфирного масла. Кроме этого, была выявлена подделка на известный бренд.

Список литературы

1. Саякова, Г.М. Фармакогнозия / Г.М. Саякова, У.М. Датхаев, В.С. Кисличенко. - Москва: Литтерра, 2019. – 225с.
2. Демакова, Е.А. Оптимальные условия получения апельсинового эфирного масла / Е.А. Демакова, В.Н. Паршикова, Р.А. Степень, А.А. Ефремов // Химия растительного сырья. - 1998. - №1. - С. 25-28.
3. Яшин, Я.И. Природные антиоксиданты. / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжне, А.Я. Яшин – Москва: ТрансЛит, 2009. - С. 70-84.
4. Семилетова, В.А. Исследование влияния некоторых ароматических веществ на изменение психофизиологических показателей человека / В.А. Семилетова // Национальное здоровье. - 2018. - №3. - С. 131-136.
5. Лыков, И.Н. Антимикробная и биологическая активность эфирных масел и их компонентов / И.Н. Лыков, Л.П. Давидюк, О.П. Павлова // Труды международной научно-практической конференции «Охрана атмосферного воздуха: системы мониторинга и защиты». – Пенза, 1999. - С. 112-119.
6. Лыков, И.Н. Исследование противогрибковой активности действия эфирных масел / И.Н. Лыков // Тенденции развития науки и образования. - 2019. - №51. - С. 17-20.
7. Тихомиров, А.А. Принципы использования эфирных масел для медицинских целей / А.А. Тихомиров // Сборник научных трудов ГНБС. - 2014. - Т. 139. - С. 116-126.
8. Лапко, И.В. Эфирные масла: методы определения подлинности и выявления фальсификации. / И.В. Лапко, Ю.Б. Аксенова // Аналитика и контроль. - 2019. - Т. 23, № 4. - С. 444-475.
9. Комарова, В.Д. Определение показателей качества эфирного масла апельсина сладкого / В.Д. Комарова, Е.Э. Замурьева, Г.Н. Демиденко // Саморазвивающаяся среда технического ВУЗа: научные исследования и экспериментальные разработки: материалы Всероссийской научно-практической конференции – Тверь, 2025. – С. 118-123.
10. Жохова, Е.В. Фармакогнозия: учебник для фармацевтических колледжей и техникумов / Е.В. Жохова, М.Ю. Гончаров, М.Н. Пovyдыш, С.В. Деренчук. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 544 с.
11. Муравьева, Д.А. Фармакогнозия / Д.А. Муравьева. – Москва: Медицина, 1991. - 560 с.
12. Латыпова, Г.М. Растительные терпеноиды: общая характеристика, свойства, применение: учебное пособие / Г.М. Латыпова, К.А. Пупыкина, Н.В. Кудашкина, В.А. Катаев, Е.В. Красюк. – Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2020. - 118 с.

13. ГОСТ ISO 3140–2021. Масло эфирное сладкого апельсина (*Citrus Sinensis*). - Офиц. изд. – Москва: Стандартиформ, 2024. – 12 с.

Об авторах:

КОМАРОВА Валерия Дмитриевна – студентка 4-го курса, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, 22); e-mail: valeriakomarova723@gmail.com

БЫКОВ Алексей Владимирович – кандидат химических наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, 22); e-mail: bykovav@yandex.ru

ДЕМИДЕНКО Галина Николаевна – кандидат химических наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, 22); e-mail: xt345@mail.ru

DETERMINATION OF THE COMPOSITION OF SWEET ORANGE ESSENTIAL OIL (*CITRUS SINENSIS*) BY GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETRY

V.D. Komarova, A.V. Bykov, G.N. Demidenko

Tver State Technical University, Tver

The chemical composition of sweet orange essential oil (*Citrus sinensis*) from six domestic manufacturers has been studied by gas chromatography mass spectrometry. It has been shown that some samples contain substances that should not be part of the natural essential oil.

Keywords: *sweet orange essential oil, limonene, myrcene, gas chromatography mass spectrometry.*

Дата поступления в редакцию: 08.09.2025.

Дата принятия в печать: 12.09.2025.