

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i1.s104>

УДК: 665.33:665.11

Состояние и перспективы использования масла Аргании колючей в питании и диетотерапии

Е. Ю. Егорова, Э. Аюб

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул, Россия

Корреспонденция:

Егорова Елена Юрьевна,
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,
адрес: 656038, Россия,
г. Барнаул, пр. Ленина, 46,
кафедра ТХПЗ.
E-mail: egorovaeyu@mail.ru.

Конфликт интересов:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов

Поступила: 12.09.2021**Принята:** 10.01.2022**Опубликована:** 30.03.2022**Copyright:** © 2022 Авторы**АННОТАЦИЯ**

Введение. Наряду с высокой пищевой ценностью арганового масла, географический ареал произрастания Аргании колючей весьма ограничен, вид плохо поддается интродукции, что является ведущей причиной завышенной рыночной стоимости масла, его фальсификации и ограниченности круга реальных потребителей.

Цель. Цель статьи – произвести поиск технологических решений, позволяющих обеспечить возможность включения арганового масла в рацион большего числа потребителей и вместе с тем сделать бессмысленной саму идею фальсификации этого продукта.

Материалы и методы. На основании обзора и анализа мирового опыта по получению и пищевому использованию масла Аргании колючей, была рассмотрена взаимосвязь между технологическими приемами выделения и очистки масла и составом его биологически активных компонентов: полиненасыщенных жирных кислот, токоферолов, стеролов, фенольных соединений. Проанализированы основные направления использования арганового масла в диетическом питании и обобщены результаты международных клинических исследований, основанных на включении арганового масла в диетотерапию при метаболических нарушениях и психо-неврологических расстройствах различной природы.

Результаты. Отмечена эффективность компонентов арганового масла в экспрессии генов и ремодуляции метаболизма стероидов и гормонов. Показано, что при регулярном включении в рацион компоненты арганового масла обеспечивают желчегонное, кардио-, гепато- и химиопротекторное действие, проявляют нейропротекторные эффекты в отношении причин когнитивных нарушений и нервно-психических расстройств.

Выводы. Таким образом, включение арганового масла в рацион потребителей и исключение фальсификации данного продукта может быть достигнуто при научно-обоснованном комбинировании арганового масла с другими пищевыми растительными маслами, имеющими отличающийся состав жирных кислот и сопутствующих биологически активных компонентов. Предложены перспективные направления купажирования растительных масел.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Аргания колючая, аргановое масло, состав жирных кислот, токоферолы, стеролы, диетическое питание, комбинирование масел



Для цитирования: Егорова, Е. Ю., & Аюб, Э. (2022). Состояние и перспективы использования масла Аргании колючей в питании и диетотерапии. *Health, Food & Biotechnology*, 4(1), 44–61. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i1.s104>.

<https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i1.s104>

Status and Prospects for the Use of Argan Oil in Nutrition and Diet Therapy

Elena Yu. Egorova, E. Ayoub

Altai State Technical university named after I. I. Polzunov, Barnaul, Russia

Correspondence:

Elena Yu. Egorova,

Altai State Technical university named after I. I. Polzunov, 46, Lenina Av., Barnaul, 656038, Russia

E-mail: egorovaeyu@mail.ru.

Declaration of competing interest:

none declared.

Received: 12.09.2021

Accepted: 10.01.2022

Published: 30.03.2022

Copyright: © 2022 The Authors

ABSTRACT

Introduction. Along with the high nutritional value of argan oil, the geographical area of growth of Argan tree (*Argania spinosa*) is very limited, the species is difficult to introduce, which is the leading reason for the overestimated market value of the oil, its adulteration and the restricted access for its consumers.

Purpose. The purpose of the article is to search for technological solutions that make it possible to include argan oil in the diet of a larger number of consumers and at the same time make the very idea of adulterating this product meaningless.

Materials and Methods. Based on a review and analysis of world experience in the production and food use of Argan oil, the relationship between the technological methods of extracting and refining the oil and the composition of its biologically active components: polyunsaturated fatty acids, tocopherols, sterols, phenolic compounds was considered. The main directions of the use of argan oil in dietary nutrition are analyzed and the results of international clinical studies based on the inclusion of argan oil in diet therapy for metabolic disorders and psycho-neurological disorders of various nature are summarized.

Results. The effectiveness of argan oil components in gene expression and remodulation of steroid and hormone metabolism has been noted. It has been shown that with regular inclusion in the diet, the components of argan oil provide a choleric, cardio-, hepato- and chemoprotective effect, and exhibit neuroprotective effects against the causes of cognitive impairment and neuropsychiatric disorders.

Conclusions. Thus, the inclusion of argan oil in the diet of consumers and the exclusion of its adulteration can be achieved by combining argan oil with other edible vegetable oils that have a different composition of fatty acids and related biologically active components. Promising directions for blending vegetable oils are proposed.

KEYWORDS

Argania spinosa, argan oil, fatty acid composition, tocopherols, sterols, diet food, combination of oils



To cite: Egorova, E. Yu., & Ayub, E. (2022). State and prospects for the use of Argan oil in nutrition and diet therapy. *Health, Food & Biotechnology*, 4(1), 44–61. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i1.s104>

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность вопроса

Аргания колючая (*Argania spinosa* (L.) Skeels [Sapotaceae]), из семян которой получают пищевое и косметическое масло (аргановое масло, масло арганы), — эндемик субтропиков, произрастающий в основном на юго-западе Марокко, где, по разным оценкам, занимает площадь от 800 тыс. га (Majourhat, 2007) до 1 млн га (Mounir, 2015); встречается также в двух южных районах Алжира (Kechegar, 2013; Kouidri, 2014). Вид плохо поддается интродукции, вследствие чего в значимом масштабе за пределами родного ареала очень долго не возделывался (El Abbassi, 2014), хотя и предпринимались многочисленные попытки культивирования Аргании колючей на территории Туниса, Испании и Израиля.

Из 100 кг плодов этого дерева при ручном способе получают от 1,5 до 2,5 л масла, при механизированном — не более 4–5 л. С 1 тонны в год — в начале механизированного производства — экспорт масла, производимого в Марокко, вырос до 1387 тонн в 2016 году (Charrouf, 2018) и более чем 4,4 тысяч тонн — в последние годы. Дефицит, вызванный превышением спроса на масло над предложением, в последние годы перекрывается Израилем, не так давно все же реализовавшим идею направленного сельхозвозделывания Аргании колючей и промышленной переработки её плодов.

В целом, за последнее десятилетие рыночная цена арганового масла многократно выросла, спровоцировав рост продаж разбавленного продукта (Momchilova, 2016). Если еще в 2012 году на мировом рынке 1 литр масла стоил около 100 €/л (Ourrach, 2012), что соответствовало 110–120 \$/л, в 2017 году на европейском рынке она составляла уже, в среднем, 150 €/л (Guillaume, 2019) или 165–170 \$/л, то по данным за 2020 год стоимость 1 л арганового масла возросла до 300 \$/л¹. Сегодня аргановое масло можно найти на рынках Северной Америки, Европы и Японии. Крупнейшими импортерами считаются Франция и Германия (Roumane, 2017), в основном — косметические концерны. С 2018 года рынок арганового масла оценивается более, чем в 70 млн. \$ с потенциалом

роста к 2025 году на 20,7 %², а к 2027 году прогнозируется, что он достигнет 507 млн \$³.

Рост стоимости, при выявленных в последние десятилетия выраженных диетотерапевтических свойствах арганового масла, является причиной его фальсификации и ограниченности круга потребителей. Вместе с тем, ежегодный рост числа публикаций об аргановом масле и его мощных клинических эффектах свидетельствует об обоснованности интереса к этому продукту и актуальности исследований, направленных на поиск современных технологических решений, позволяющих обеспечить возможность включения арганового масла в рацион большего числа потребителей и вместе с тем сделать бессмысленной саму идею фальсификации этого продукта.

Современное понимание баланса жирных кислот в рационе

Растительные масла являются неотъемлемым компонентом ежедневного рациона. Однако, начиная с 80-х годов XX века, наблюдается выраженный дисбаланс потребления жировых продуктов с преобладанием рафинированных, насыщенных, транс-изомер-содержащих жиров. Длительная приверженность населения к неправильным пищевым привычкам, как в России, так и в странах Америки, Азии и Европы, спровоцировала повсеместный всплеск заболеваний, связанных с нарушениями естественного метаболизма, — сердечно-сосудистых, онкологических, метаболического синдрома, дерматологических изменений и даже психо-неврологических расстройств, зависящих от эффективности усвоения и метаболизации полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и жирорастворимых антиоксидантов (Simopoulos, 2008; Balić, 2020).

Неоднократно отмечалось, что дисбаланс ПНЖК в рационе приводит к различным нарушениям метаболизма (Григорьева, 2020). Регулярное недопотребление жирных кислот ω -6 тесно взаимосвязано с риском смертности от сердечно-сосудистых заболеваний по большинству основных причин, а недопотребление кислот ω -3 — с общей смертностью от метаболических и сердечно-сосудистых заболеваний (Simopoulos, 2008; Hooper, 2018;

¹ Argan oil can cost as much as \$300 per liter. Why is it so expensive? (2020). INSIDER. https://www.businessinsider.com/why-argan-oil-is-so-expensive-morocco-goats-trees-beauty-2020-8?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+typepad%2Falleyinsider%2Fsilicon_alley_insider+%28Silicon+Alley+Insider%29

² Morocco Argan Oil Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Natural, Organic), By Form (Absolute, Blend, Concentrate), By Application, By Distribution Channel, And Segment Forecasts, 2019–2025. (2019). ID: GVR-3-68038-982-1. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/morocco-argan-oil-market>

³ Argan Oil Market Size, Share & Trends Analysis Report by Type (Conventional, Organic), by Form (Absolute, Concentrate, Blend), by Application, by Distribution Channel, by Region, and Segment Forecasts, 2020–2027, Report ID: 978-1-68038-671-4 (2020). <https://www.grandviewresearch.com/industryanalysis/argan-oil-market>

Сметнева, 2020). Являясь биохимическими предшественниками длинноцепочечных жирных кислот и более сложных соединений — эйкозаноидов, ПНЖК обеих семейств регулируют ход самых разных метаболических процессов. Поэтому, согласно современным оценкам ситуации, снижение риска алиментарнозависимых заболеваний возможно только при регулярном поступлении в рацион нерафинированных растительных масел, от природы богатых ПНЖК, токоферолами и другими биоактивными компонентами. Важная рекомендация состоит в том, что все эти компоненты должны поступать в организм в рациональном соотношении.

Вместе с тем, вопрос об оптимальном соотношении в рационе жирных кислот разных групп и семейств до сих пор открыт. Так, существуют рекомендации по оптимальности соотношения насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот 1:1:1 (Gulla, 2010; Abdel-Razek, 2011). В разные годы для профилактики и комплексной диетотерапии разных заболеваний предлагались соотношения жирных кислот семейств ω -3 и ω -6 от 1:20 до 1:3-5 и даже 1:1 или 2:1,25 (Simopoulos, 2008; Gómez Candela, 2011). В соответствии с рекомендациями Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи (г. Москва), соотношение жирных кислот ω -3: ω -6 в рационе здорового человека должно составлять 1:10, при соблюдении лечебной диеты — 1:3-5. Всё больше внимания уделяется значению жирных кислот ω -3, их включению в профилактическое и специальное диетическое питание⁴. По α -линоленовой кислоте и длинноцепочечным жирным кислотам семейства ω -3, естественным источником которых является рыбий жир, медицинскими организациями многих стран установлены адекватные уровни потребления⁵.

Необходимость обеспечения искомого баланса в рационе жирных кислот ω -3 и ω -6, отсутствие природных жиров оптимального состава является ведущей причиной разработки смесевых растительных масел с оптимизированным соотношением жирных кислот ω -3 и ω -6 (Паршакова, 2017; Тохириён, 2017; Voskanyan, 2019; Simakova, 2019). Современные подходы к комбинированию растительных масел основаны преимущественно на достижении рекомендуемого соотношения ПНЖК. Попутно оцениваются значение сопутствующих жирорастворимых биологически активных компонентов растительных масел и перспективы их включения в состав моделируемых смесевых композиций.

Многие годы наиболее ценными с позиций питания, проверенными источниками незаменимых жирных кислот ω -6 и ω -3 считалось масло орехов (Ших, 2020) и семян льна (Goyal, 2014; Patel, 2021). Льняное масло не утратило своей диетической ценности⁶, но имеет слишком специфичный запах, в связи с чем в последнее время в качестве источника кислот ω -3 стали также использовать рыжиковое и горчичное масло (Nosenko, 2017; Simakova, 2019).

За рубежом тема купажирования масел не настолько популярна, как в России. Тем не менее, примеров целенаправленного смешивания пищевых растительных масел, как с целью улучшения баланса ПНЖК, так и для повышения устойчивости масел к окислению, вполне достаточно. Так, исследовалась стабильность смесей: рафинированного подсолнечного с прессовыми оливковым и кунжутным (Hassanien, 2010); рафинированных подсолнечного и соевого масел с оливковым маслом первого отжима (Abdel-Razek, 2011) и кунжутным маслом (Hassanien, 2012); смеси соевого масла и пальмового олеина с кунжутным маслом (Gulla, 2010); двухкомпонентных композиций на основе соевого масла с добавлением масла облепихи, или камелии, масла рисовых отрубей, кунжутного, арахисового масла (Li, 2014); двухкомпонентных смесей из лидирующих по объемам производства масел — пальмового олеина с рапсовым или подсолнечным маслом, соевого с подсолнечным или рапсовым маслом (Ahmadi, 2019); масла семян периллы с оливковым маслом первого отжима (Torri, 2019), и т. д. Авторами всех этих работ показано, что смешивание рафинированных пищевых растительных масел с маслами, богатыми природными антиоксидантами, приводит к улучшению дегустационных свойств получаемых жировых композиций относительно некоторых из них, а также обеспечивает повышение устойчивости этих композиций к окислительным процессам по сравнению с исходными рафинированными маслами, в том числе благодаря синергетическому взаимодействию объединяемых в купаже антиоксидантов разных видов масел (Abdel-Razek, 2011). Предполагается, что получаемые таким образом смеси масел могут служить источниками биоактивных компонентов, необходимых для профилактики хронических заболеваний, препятствующих развитию окислительного стресса и таких его последствий, как рак и ишемическая болезнь сердца (Hassanien, 2012). Важным считается и то, что смешивание различных видов растительных масел позволяет не только изменить профиль жирных кислот и повысить биодоступность антиоксидантов липидной природы, но и обеспечить более широкие слои потребителей качественным и полезным жировым продуктом по доступной цене (Marmesat Rodas, 2012).

⁴ Диагностика и коррекция нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза. Методические рекомендации (2020). Евразийская ассоциация кардиологов.

⁵ Global Recommendations for EPA and DHA Intake (2014). GOED // <https://simply4joy.ru/wp-content/uploads/2016/07/Global-Omega-3-Intake-Recommendations.pdf>

⁶ Barhum, L. (2020). The Health benefits of flaxseed oil flaxseed oil can reduce inflammation and promote heart and skin health. *VerywellHealth*. <https://www.verywellhealth.com>

Аргановое масло, как относительно новый на международном рынке вид масла, в настоящее время только подходит к пику своего изучения. Чрезвычайно высокая цена, как и очень незначительные (в мировом масштабе) объемы производства арганового масла не способствовали разработке новых видов пищевой продукции на его основе. Вместе с тем, периодически публикуемые результаты клинических исследований свидетельствуют о целесообразности расширения круга потребителей этого продукта.

Целью представленного обзора являлась систематизация научных данных о ключевых компонентах в составе масла Аргании колючей, на физиологической активности которых базируется применение арганового масла в диетическом питании при ведении комплексной терапии, с обоснованием перспективных направлений получения смесевых жировых композиций (купажей) на основе арганового масла.

В соответствии с поставленной целью, при написании обзора решались следующие задачи:

- систематизировать литературные данные о составе жирных кислот арганового масла, с целью оценки перспектив его комбинирования с другими видами пищевых растительных масел;
- проанализировать научную информацию о составе и проявляемых биохимических свойствах компонентов неомыляемой фракции арганового масла;
- обобщить опубликованные результаты доклинических и клинических исследований по оценке эффектов арганового масла в диетотерапии заболеваний;
- основываясь на систематизированных данных о химическом составе арганового масла и справочных данных по составу промышленно производимых видов пищевых растительных масел, предложить варианты купаживания арганового масла.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

В обзор были включены статьи без языковых ограничений. Поиск был ограничен периодом с 1998 по 2020 год; дата начала соответствует времени, когда стали появляться исследования по Аргании колючей, когда Арганский лес был объявлен биосферным заповедником ЮНЕСКО (Charrouf, 2018), что послужило отправной точкой для развития научных проектов по аргановому маслу, началом его механизированного производства и активной популяризации.

В центре внимания были статьи, опубликованные в научных журналах, прошедшие процедуру рецензирования, подтверждающую ее качество. В результате этого итеративного поиска было выделено 69 исследований.

Процедура исследования

Первичное сканирование баз данных Scopus и WoS могло выявить при помощи ключевых слов «Аргания колючая», «аргановое масло», «состав жирных кислот», «токоферолы», «стеролы», «диетическое питание», «комбинирование масел» ряд исследований, индекс цитирования не задавался. Далее источники были ранжированы в рамках исследуемого временного промежутка. На следующем этапе нами были проанализированы пристатейные списки литературы в выделенных нами для анализа статьях с целью анализа современной интерпретации оптимального соотношения жирных кислот в рационе, в этом направлении к обзору привлекались публикации за последние 5 лет.

На следующем этапе были систематизированы научные сведения, характеризующих состав и клинические эффекты арганового масла.

Авторы проводили исследование независимо друг от друга с последующим совместным анализом. Анализ проводился вручную на основе кластеров, выделенных в рамках ключевых слов поля. Характеристики отобранных публикаций были тщательно изучены и обобщены

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности состава арганового масла

Получение смесевых растительных масел базируется, прежде всего, на знании профилей их жирных кислот, обоснованное сочетание которых дает возможность достичь желаемого соотношения кислот ω -3 и ω -6.

Как и у других видов масличного сырья, профиль жирных кислот может выступать в качестве определяющего фактора происхождения арганового масла. Отмечается, что возраст деревьев не имеет существенного влияния на жирнокислотный состав масла, но на него оказывают влияние год и место сбора семян (Aithammou, 2019), в том числе такие климатические и географические признаки произрастания Аргании колючей, как долгота и высота над уровнем моря, минимальная температура, влажность и расстояние от побережья (Taous, 2020; Elgadi, 2021). Кроме выше перечисленных факторов, на состав биологически активных компонентов арганового масла важное влияние оказывает технология получения масла, выход которого из семян при машинном отжиме составляет 41 %, при экстракционном выделении — до 56–59 % (Belcadi-Haloui, 2015).

Несмотря на большое количество проанализированных публикаций, можно выделить не так много работ, содержащих значимую информацию о составе жирных

Таблица 1

Состав жирных кислот арганового масла

Индексы жирных кислот	Содержание жирных кислот в аргановом масле, %					Нормы, %, по NM 08.5.090*
	из Марокко / литературный источник				из Алжира	
	Rueda, 2014	Belcadi-Haloui, 2015	Elgadi, 2021	Krist, 2020, с. 76	Kouidri, 2015	
14:0	0,12	0,13–0,18	–	0,1–0,2	0,15–0,20	–
15:0	–	0,05–0,06	0,05–0,06	до 0,1	–	≤ 0,2
16:0	12,70	12,68–13,40	13,83–15,85	11,8–16,5	12,28–13,84	11,5–16,0
16:1	0,08	0,01–0,12	0,09–0,12	до 0,2	0,11–0,12	–
17:0	0,02	0,09–0,12	0,01–0,09	до 0,1	–	–
18:0	5,83	5,53–6,46	5,32–6,31	3,6–8,5	4,72–5,68	4,3–7,2
18:1	45,59	44,52–46,05	44,75–48,87	22,9–50,0	45,02–50,30	43,1–49,0
18:2	34,6	32,65–34,07	29,19–35,23	30,0–37,9	28,99–36,80	29,3–36,0
18:3	0,35	0,13–0,16	0,05–0,13	0,1–0,3	0,12–0,23	≤ 0,3
20:0	0,40	0,35–0,39	0,03–0,23	до 0,4	0,27–0,39	≤ 0,5
20:1	0,17	0,29–0,35	0,04–0,24	до 0,5	0,35–0,42	≤ 0,5
20:2	–	0,09–0,14	–	–	–	–
20:3	–	0,11–0,19	–	–	–	–
22:0	0,05	0,04–0,12	–	до 0,1	–	–
22:1	–	0,03–0,06	–	–	–	–
24:0	0,07	0,03–0,07	–	–	–	–

Примечание: Прочерк в таблице обозначает отсутствие данных в источнике. Данные по марокканскому аргановому маслу адаптированы из "Characterization of fatty acid profile of argan oil and other edible vegetable oils by gas chromatography and discriminant analysis" A. Rueda et al., 2014, *Journal of Chemistry*, 2014 (6), 843908 (<http://dx.doi.org/10.1155/2014/843908>); "Effects of extraction methods on chemical composition and oxidative stability of Argan oil" R. Belcadi-Haloui et al., 2015, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7 (6), 518–524; "Combination of stable isotopes and fatty acid composition for geographical origin discrimination of one argan oil vintage" S. Elgadi et al., 2021, *Foods*, 10 (6), 1274 (<https://doi.org/10.3390/foods10061274>) и "Argan oil" S. Krist, 2020, In S. Krist (Ed.), *Vegetable Fats and Oils* (p. 73–79), Springer, Cham. (https://doi.org/10.1007/978-3-030-30314-3_9). Данные по алжирскому аргановому маслу адаптированы из "The chemical composition of argan oil", M. Kouidri et al., 2015, *International journal of advanced studies in Computer Science and Engineering*, 4 (5), 24–28.

* SNIMA 08.5.090 Service de Normalisation Industrielle Marocaine (SNIMA) Huiles d'argane. Specif. Norme Marocaine NM 08.5.090 Rabat. 2003. Available online: <https://www.imanor.gov.ma/Norme/nm-08-5-090>.

кислот и неомыляемых компонентов арганового масла. С учетом этих данных, учитывая рыночную стоимость и высокую вероятность фальсификации арганового масла, для него разработан нормативный документ международного уровня, определяющий критерии чистоты и качества⁷: состав и уровни содержания полиненасыщенных жирных кислот, гомологов токоферолов, стеролов, предельные значения кислотного и перекисного чисел.

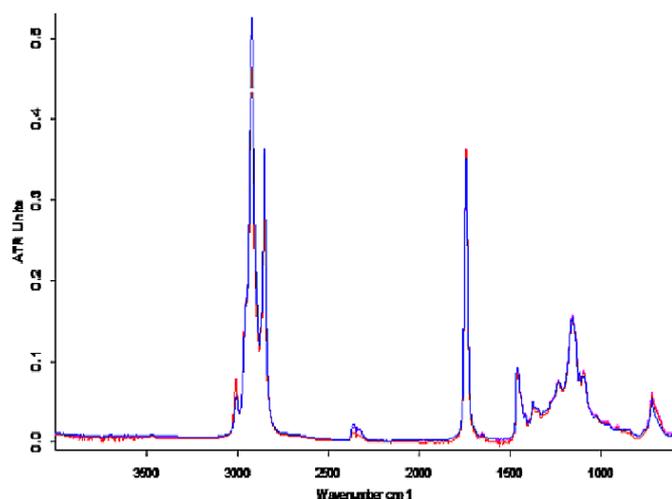
По составу жирных кислот аргановое масло сравнивается с кунжутным и высокоолеиновым подсолнечным маслами (Rueda, 2014). Преобладающими в его составе жирными кислотами являются олеиновая (см. таблицу 1) и линолевая – 30–39 % в марокканском масле (Krist, 2020) и до 36–37 % в масле алжирского происхождения (Kouidri, 2014; Kechebar, 2017). Более высокое содержание линолевой кислоты выявлено в масле семян Аргании, выросшей в прибрежных регионах Марокко (Elgadi, 2021).

Третьей по значению в составе арганового масла является пальмитиновая кислота. По этим трем жирным кислотам – пальмитиновой, олеиновой и линолевой – выявлены наиболее значительные различия между образцами арганового масла разных регионов (Miklavčič, 2020).

⁷ SNIMA 08.5.090 Service de Normalisation Industrielle Marocaine (SNIMA) Huiles d'argane. Specif. Norme Marocaine NM 08.5.090 Rabat. 2003. Available online: <https://www.imanor.gov.ma/Norme/nm-08-5-090>.

Рисунок 1

ИК-Фурье-спектры арганового масла (синий), соевого масла (красный) и подсолнечного масла (розовый). Данные заимствованы из "Analysis of argan oil adulteration using infrared spectroscopy" F. Elabadi et al., *Spectroscopy Letters*, 2012, 45 (6), 458-463 (DOI:10.1080/00387010.2011.639121)



Для целей идентификации подлинности и географического происхождения арганового масла предлагается использовать пределы содержания характеристичных жирных кислот, α -линоленовой кислоты и суммарное содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (Elgadi, 2021). Информацию о содержании транс-изомеров жирных кислот, варьирующем от следовых количеств (Taous, 2020) до 0,02–0,03 % – в части содержания

транс-изомеров олеиновой и линолевой, и 0,06–0,09 % – в части содержания транс-изомера линоленовой кислоты (Miklavčič, 2020), рекомендовано использовать в качестве дополнительного критерия подтверждения примеси рафинированных масел. Для подтверждения географического происхождения арганового масла используются ГЖХ, УФ- и ИК-Фурье-спектроскопия состава жирных кислот (Kharbach, 2017; Kharbach, 2019); не менее точным признаком считается соотношение изотопного состава углерода и азота (Elgadi, 2021). Несмотря на то, что, в целом, спектры ряда растительных масел линолевой группы очень близки по своим наиболее характеристичным пикам (рисунок 1), на основании обобщенных данных хроматографического, спектрального и химического анализа в качестве наиболее важных критериев идентификации способа получения масла и его географического происхождения рекомендованы диапазоны спектра, подтверждающие содержание γ - и δ -токоферолов, стигмастадиенола, стеариновой, пальмитиновой и линолевой кислот, по содержанию и соотношению которых масло арганы отличается от других масел (рисунки 2, 3). Дополнительными критериями служат определяемые химическими методами кислотное и перекисное число (Kharbach, 2021).

Разные технологические стадии получения и очистки арганового масла по своему отражаются на его составе. Получаемое после обжарки семян пищевое аргановое масло более стабильно при хранении по сравнению с маслом косметического назначения, получаемым без обжарки. Эта устойчивость к окислению коррелятивна с кунжутным маслом: отжатое из обжаренных семян

Рисунок 2

ИК-спектры арганового масла, фальсифицированного подсолнечным маслом в концентрации от 0 до 30%. Данные заимствованы из "Analysis of argan oil adulteration using infrared spectroscopy" F. Elabadi et al., *Spectroscopy Letters*, 2012, 45 (6), 458-463 (DOI: 10.1080/00387010.2011.639121)

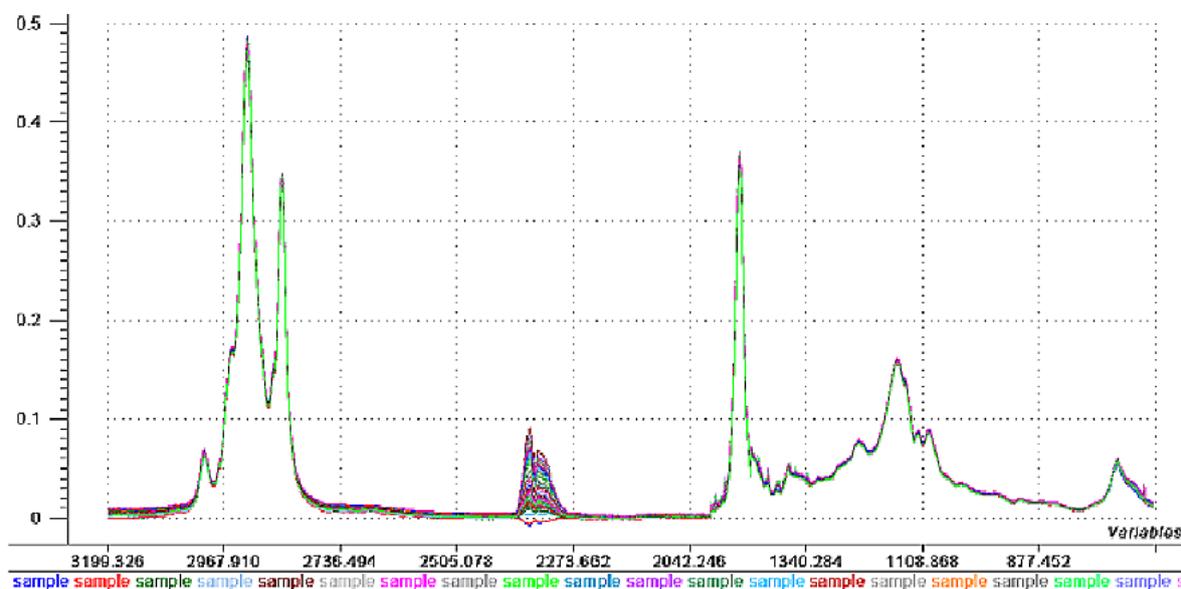
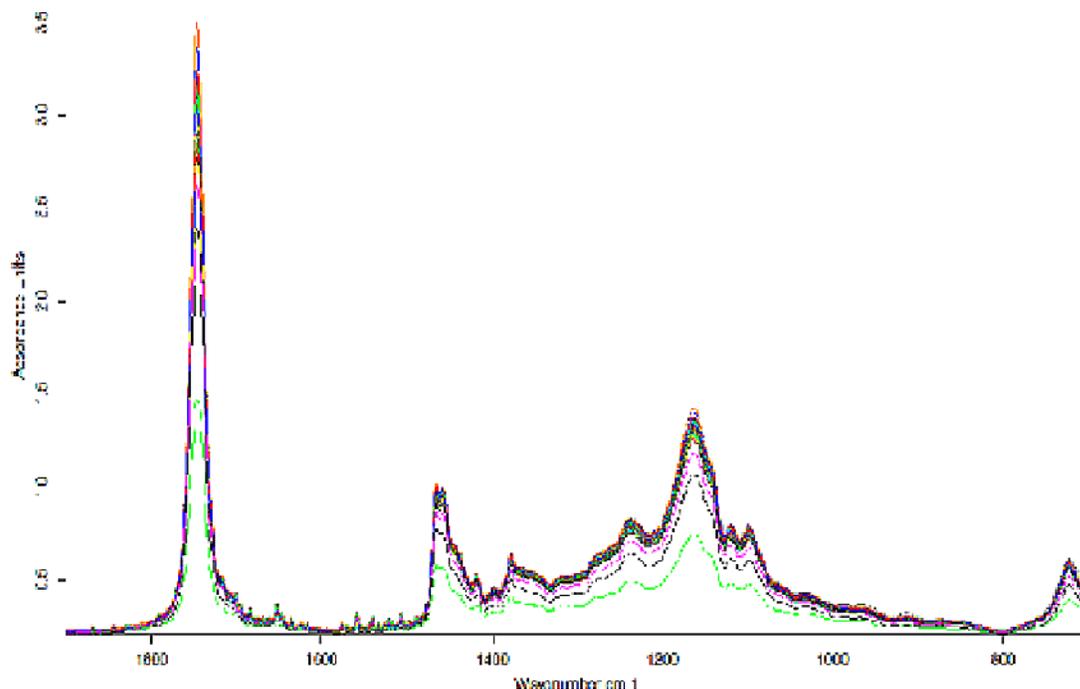


Рисунок 3

ИК-спектры арганового масла, фальсифицированного соевым маслом в концентрации от 0 до 30 %. Данные заимствованы из "Analysis of argan oil adulteration using infrared spectroscopy" F. Elabadi et al., Spectroscopy Letters, 2012, 45 (6), 458-463 (DOI:10.1080/00387010.2011.639121)



кунжутное масло также более устойчиво к окислению, что объясняют увеличением концентрации лигнанов в масле после обжарки (Hassanein, 2010). В случае с маслом арганы повышение стойкости также связывают с отмечаемым после обжарки семян повышением количества суммы фенольных веществ (Charrouf, 2018). Установлено, что обжарка ядра не вызывает изменений в составе жирных кислот (Belcadi-Haloui, 2018a), но вызывает потери токоферолов, более значительные при повышении температуры и увеличении продолжительности обжарки (Belcadi-Haloui, 2015). Обжарка влияет и на уровни содержания фенольных веществ и фосфолипидов, обуславливая образование компонентов, определяющих характерные аромат, вкус (Charrouf, 2018) и цвет пищевого арганового масла, связываемый с увеличением содержания фосфолипидов и образованием меланоидинов (Belcadi-Haloui, 2015).

Фильтрация, как способ очистки масла, сопровождается ощутимым снижением содержания фосфолипидов, практически не отражаясь на составе и содержании неомыляемых компонентов. Однако нефiltroванное аргановое масло более устойчиво к окислению по сравнению с фильтрованным (Kartah, 2015). Неафинированное экстракционное масло характеризуется более высоким содержанием фосфолипидов и неомыляемых компонентов по сравнению с продуктом, полученным прессованием (Belcadi-Haloui, 2015), что является общей закономерностью для сырых экстракционных растительных масел.

Неомыляемая фракция арганового масла включает токоферолы, тритерпеновые спирты, стеролы и ксантофиллы.

Профиль жирных кислот арганового масла находится в определенной корреляции с токоферолами (Aithammou, 2019). В составе токоферолов арганового масла преобладают гомологи с наиболее выраженной антиоксидантной активностью (таблица 2), что обеспечивает повышенную устойчивость этого масла к окислению по сравнению с другими маслами, например, такими, как рапсовое и подсолнечное (Belcadi-Haloui, 2018b) и объясняет возможность обжарки семян при традиционном способе получения масла пищевого назначения.

При суммарном содержании токоферолов в аргановом масле до 107 мг/100 г (Aithammou, 2019), 81–92 % от этой суммы приходится на долю γ -токоферола (64–81 мг/100 г), известного своей ролью в профилактике окислительного стресса и сердечно-сосудистых заболеваний (El Monfalouti, 2010), и 6–13 % (или, соответственно, 5–11 мг/100 г) – на долю δ -токоферола (Dhifi, 2018; Kouidri, 2015). Наличие β -токоферола анализ арганового масла, как правило, не показывает.

Масло арганы обладает повышенным содержанием и других природных антиоксидантов – стеролов, на соотношение и антиоксидантную стабильность которых оказывает влияние способ получения масла

Таблица 2

Состав неомыляемой фракции арганового масла

Наименование компонента	Содержание компонента в аргановом масле				
	из Марокко / литературный источник				из Алжира
	Khallouki, 2003	Dhifi, 2018	Hilali, 2020	Kharbach, 2021	Kouidri, 2015
Токоферолы, мг/100 г:					
– сумма, в т.ч.	60,1–66,2	60–90	59,7–77,5	79,8–90,9	65,7–74,9
α-токоферол	3,4–4,8	2,4–6,5*	–	3,4–5,3	4,1–9,6
β-токоферол	–	0,1–0,3*	–	0,2–0,4	–
γ-токоферол	44,4–50,8	81–92*	–	65,1–76,0	55,6–69,0
δ-токоферол	10,7–13,2	6,2–12,8*	–	9,8–11,2	0,6–1,9
Стероиды, мг/100 г:					
– сумма, в т.ч.	262–380	≤ 220	154	209,3–219,1	–
– шоттенол	99–160	44–49*	47,7*	47,9–49,3*	–
– спинастерол	130–174	34–44*	36,2*	42,2–44,3*	–
Δ7-авенастерол	–	4–7*	6,9	5,8–7,0*	–
– кампестерол	–	–	≤ 0,4*	0,3–0,4*	–
– β-ситостерол	–	–	≤ 0,2*	–	–
– стигмастадиенол	8–16	–	–	5,4–5,9*	–

Примечания. Прочерк в таблице обозначает отсутствие данных в источнике. *Значения приведены в % от суммы. Данные по марокканскому маслу адаптированы из "Consumption of argan oil (Morocco) with its unique profile of fatty acids, tocopherols, squalene, sterols and phenolic compounds should confer valuable cancer chemopreventive effects" F. Khallouki et al., 2003, *European Journal of Cancer Prevention*, 12 (1), 67–75 (DOI:10.1097/01.cej.0000051106.40692.d3); "Argan oil: extraction, categories, chemical composition and health benefits" W. Dhifi et al., 2018. In H. K. Dieu Nauven (Ed.) *Seed oil: production, uses and benefits* (pp. 175–188). Nova Science Publishers, Inc.; "Valorization of argan oil: all you need to know about argan oil from Morocco" M. Hilali et al., 2020, *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11 (4), 6754–6762 (<https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i4.3612>) и "New insights into the argan oil categories characterization: Chemical descriptors, FTIR fingerprints, and chemometric approaches" M. Kharbach et al., 2021, *Talanta*, 225, 122073 (<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.122073>). Данные по алжирскому маслу адаптированы из "The chemical composition of argan oil", M. Kouidri et al., 2015, *International journal of advanced studies in Computer Science and Engineering*, 4 (5), 24–28.

(Kechegar, 2017; Guillaume, 2019; Hilali, 2020). Суммарное содержание стеролов в масле арганы варьирует в пределах от 200 до 416 мг/100 г (Charrouf, 2018; Kharbach, 2021), из 6 идентифицированных в их составе преобладают редко встречающиеся в составе масел Δ7-стеролы шоттенол и спинастерол (см. таблицу 2). Оригинальный профиль стеролов – преобладание шоттенола и спинастерола, при нехарактерно низком для большинства растительных масел содержании кампестерола и β-ситостерола, – предложено использовать для подтверждения подлинности арганового масла (Hilali, 2020), фальсифицируемого преимущественно подсолнечным маслом⁸.

Кроме специфичного состава стеролов, еще одной особенностью масла арганы является наличие фенольных соединений, достаточно редко встречающихся

в составе растительных масел – преимущественно в маслах из косточек. Методом хромато-масс-спектрологии в составе образцов пищевого и косметического масла арганы однозначно подтверждено наличие нескольких соединений фенольной природы: ванилиновой, сиригеновой и феруловой кислоты (блокирует синтез тирозиназы, благодаря чему обеспечивает косметической продукции противопигментное действие; более 300 мг/100г), производных гидроксипиридина (мембранопротекторы широкого спектра биологического действия), резорцина (сокращает ультрафиолет-индуцированную пигментацию), тирозола, 4-гидроксифенилового и ванильного спирта, катехола, эпикатехина и катехина (El Abbassi, 2014). Суммарное содержание фенольных компонентов, по разным оценкам, составляет от 3,2–3,7 мг/кг (Khallouki, 2003) до 5–10 мг/кг (El Abbassi, 2014). Предполагается, что именно ими обусловлены специфичный горьковато-фруктовый привкус арганового масла (Kechegar, 2017) и его повышенная стойкость к окислению (Gharby, 2014; Leiva, 2016).

⁸ Argan Oil Market, Forecast, Trend, Analysis & Competition Tracking – Global Market Insights 2021 to 2031. Mar. 2021 (170 p.) // <https://www.factmr.com/report/86/argan-oil-market>.

Есть информация, что аргановое масло содержит и другие антиоксиданты — такие, как сквален — порядка 300 мг/100 г (Khallouki, 2003), коэнзим Q10 — от 1 до 3 мг/100 г и мелатонин — до 6 нг/100 г (Venegas, 2011). Наряду со всем выше сказанным, для арганового масла характерно достаточно низкое содержание каротиноидов и хлорофиллов, причем аргановое масло из Алжира еще менее богато хлорофиллами, чем марокканское (Kechebar, 2017).

Клиническая эффективность арганового масла

Как и многие другие виды масел с высоким содержанием ПНЖК и природных антиоксидантов, при регулярном включении в рацион аргановое масло проявляет желчегонное, кардио-, гепато- и химиопротекторное действие, смягчая негативные биохимические изменения и гистопатологические повреждения почек, печени и головного мозга (Bakour, 2018; Lall, 2019; Orabi, 2020). Предполагается, что эти эффекты более выражены, чем у других видов масел, благодаря высокому содержанию в аргановом масле γ -токоферола и наличию сквалена (El Monfalouti, 2010). Вероятно, эти же компоненты отвечают за компенсацию негативных изменений, связанных с этанольным стрессом и синдромом отмены (El Mostafi, 2020b), а также нейродегенерацией мозга, чем обуславливают нейропротекторные эффекты арганового масла не только для смягчения стресса, улучшения памяти и обучаемости, но и в отношении значительно более серьезных когнитивных нарушений и нервно-психических расстройств, таких как зависимость, депрессии, тревожность и эпилепсия (Bousalham, 2015; El Mostafi, 2020a). В связи с отмеченными диетотерапевтическими эффектами важное значение уделяется возможности использования арганового масла в диетотерапии зависимостей, связанных с потреблением алкоголя и наркотиков (Wiss, 2019; El Mostafi, 2020a).

Наиболее ранними клинически подтвержденными диетотерапевтическими эффектами арганового масла являются его кардиопротекторные и противодиабетические свойства (El Monfalouti, 2010). Включение арганового масла в диетотерапию представляет собой магрибскую версию средиземноморской диеты, однако механизмы действия, посредством которых аргановое масло оказывает липидомодулирующее и антиатерогенное действие, до конца еще не изучены. Тем не менее, значительное улучшение липидного профиля плазмы у пациентов, которые в процессе терапии употребляли аргановое масло, — более высокие концентрации витамина Е в плазме, более низкий уровень триглицеридов, более низкий уровень общего холестерина и холестерина ЛПНП, улучшенный профиль антиоксидантов в плазме и клетках по сравнению с контролем — являются без-

условным свидетельством снижения восприимчивости липидов крови к окислению (Sour, 2012). Отмечено также, что аргановое масло ингибирует агрегацию тромбоцитов, не вызывая ни изменения уровня тромбоцитов, ни повышения адгезии тромбоцитов и свертываемости крови (El Monfalouti, 2010).

Включение арганового масла в диетическое питание считается целесообразным как при лечении любых форм нарушений нормального метаболизма, связанных с ожирением, диабетом либо вызванных хроническим воспалением, старением или окислительным стрессом, так и при борьбе с их последствиями. Так, диетотерапевтическая эффективность потребления арганового масла, путем включения в ежедневный рацион пациентов 30 мл арганового масла на фоне общей лекарственной терапии, подтверждена даже при лечении остеоартрита. Через 2 месяца диетотерапии у пациентов, регулярно потреблявших аргановое масло, отмечено более качественное функциональное восстановление суставов и более существенное улучшение всех клинических параметров по сравнению с контрольной группой пациентов (Essouiri, 2017).

Почти всеми исследованиями зафиксированные диетотерапевтические эффекты объясняются действием неомыляемых компонентов арганового масла.

Основные стеролы арганового масла — шоттенол и спинастерол — в клинических условиях проявили способность модулировать экспрессию нескольких ведущих генов рецепторов печени (El Kharrassi, 2014), вследствие чего эти стеролы рассматривают как новые агонисты LXR, способные играть гепатопротекторную роль за счет ремодуляции метаболизма холестерина (Naralampiev, 2017). Стеролы указываются и в качестве одного из основных компонентов, обеспечивающих репаративную ценность арганового масла (Gharby, 2014).

Показано, что компоненты неомыляемой фракции арганового масла проявляют не только качественное восстановление морфологически измененных тканей, но и хорошую антипролиферативную активность в отношении раковых клеток (Lall, 2019). В частности, полифенольные и стероловые компоненты арганового масла показали дозо-зависимый антипролиферативный эффект в терапии злокачественных опухолей, существенно снижая скорость образования новых клеток (El Monfalouti, 2010).

Наиболее сильными антиоксидантами в составе арганового масла считаются витамин Е, ванилиновая, феруловая и сириговая кислоты (Bakour, 2018). Вместе с тем, несмотря на относительно невысокое содержание полифенольных соединений в составе арганового масла, в клинических условиях установлено, что в ус-

ловиях окислительного стресса они проявляют более высокую антиоксидантную активность в клетках, чем токоферолы (Khallouki, 2003). Суммарное же проявление физиологического действия антиоксидантов арганового масла при окислительном стрессе заключается в том, что они предотвращают или задерживают появление активных форм кислорода после перекисного окисления липидов, наблюдаемого в плазме крови (El Monfalouti, 2010).

Фенольные компоненты арганового масла участвуют в предотвращении образования липопротеинов низкой плотности и окисления в изолированной плазме крови человека, способствуя усилению обратного транспорта холестерина за счет увеличения текучести липидного бислоя липопротеинов высокой плотности, чем принято объяснять антиатерогенный потенциал арганового масла (Berrougui, 2006). Антиатерогенные эффекты арганового масла связывают и с внутриклеточным накоплением сквалена, в конечном итоге запускающим X-рецепторы печени (El Monfalouti, 2010). Однако наряду со всем выше сказанным, при лабораторном моделировании процесса переваривания установлено, что лишь незначительная доля полифенолов арганового масла является биодоступной для всасывания клетками кишечника (Rueda, 2017), поэтому реальные физиологические эффекты этой группы компонентов масла нуждаются в более глубоких исследованиях.

Таким образом, накопленные данные по диетотерапевтической эффективности арганового масла подтверждают перспективность и целесообразность разработки на его основе новых жировых продуктов, более сбалансированных по составу, хотя, безусловно, для купажированных продуктов также может потребоваться клиническое подтверждение их биологической эффективности.

Проработанность вопроса использования арганового масла в современном питании. Комбинирование масел как возможность расширения аудитории потребителей арганового масла

Несмотря на подтвержденную эффективность арганового масла в диетотерапии целого ряда заболеваний, по данным на 2021 год соотношение масла, реализуемого в качестве пищевого и косметического, составляет примерно 20 % : 80 %⁹. Такое смещение спроса объясняется, прежде всего, чрезвычайно высокой стоимостью пище-

вого арганового масла и невозможностью его потребления в качестве продукта ежедневного рациона для преобладающего числа потребителей.

Поскольку комбинирование пищевых растительных масел остаётся наиболее доступным и простым способом получения новых жировых продуктов с улучшенным липидным и витаминным профилем (Григорьева, 2020), для арганового масла получение подобных смесей с другими маслами является, пожалуй, единственной возможностью расширения аудитории потенциальных потребителей.

Пищевое аргановое масло имеет приятный запах, сопоставимый с запахом орехового масла, со слабо выраженными травянистыми нотами. Поэтому с позиций дегустационной сочетаемости не существует препятствий для введения арганового масла в состав какой-либо рецептурной композиции. Богатый состав неомыляемых компонентов позволяет считать целесообразным комбинирование арганового масла с другими видами растительных масел для получения новых, более доступных, продуктов с повышенной пищевой ценностью. Более того, в клинических исследованиях показана более высокая диетотерапевтическая эффективность масла арганы при внесении в его состав ликопина томатного масла (Aidoud, 2016) и эфирного масла гвоздики (Bakour, 2018), что позволяет предположить возможность проявления подобных усиленных физиологических эффектов и при других сочетаниях растительных масел — источников антиоксидантов липидной природы. Тем не менее, ранее идеи направленного смешивания арганового масла с другими видами пищевых растительных масел учеными не предлагались.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Богатый биохимический состав арганового масла подтверждает перспективность разработки на его основе пищевых смесей растительных масел с целью получения новых функциональных продуктов, более сбалансированных по составу жирных кислот и вместе с тем, — более доступных для массового потребления.

Поскольку преобладающей ПНЖК арганового масла является линолевая кислота, его смешивание с целью получения двухкомпонентного продукта с растительными маслами групп 3, 5–7 (классификация по ГОСТ 30623-2018¹⁰) практически не имеет смысла. Для обеспечения рационального состава жирных кислот при

⁹ *Argan Oil Market, Forecast, Trend, Analysis & Competition Tracking – Global Market Insights 2021 to 2031.* (2021). <https://www.factmr.com/report/86/argan-oil-market>

¹⁰ ГОСТ 30623-2018. Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации.

купажировании продукт должен обогащаться кислотами семейства ω -3, то есть α -линоленовой кислотой.

Таким образом, идея купажирования приобретает смысл в двух случаях:

Во-первых, при смешивании масла арганы с растительными маслами 8-й группы — льняным, рыжиковым или горчичным, отличающимися значимым содержанием α -линоленовой кислоты. Поскольку эти масла обладают очень специфичным запахом и вкусом, их доля в составе смеси не может превышать 1/3. Такая композиция может быть дополнена пищевыми эфирными маслами, содержащими эффективные антиоксиданты;

Во-вторых, при получении трехкомпонентных смесевых растительных масел, одним из которых будет то же льняное либо рыжиковое масло, а третий компонент будет содержать в своем составе каротиноиды и/или иные не входящие в состав масла арганы в значимом количестве биологически активные компоненты.

Для целей подтверждения подлинности купажированных масел на основе масла арганы предполагается использовать известные методы количественного анализа наиболее значимых компонентов, определяющих физиологически функциональные свойства нового продукта — хроматографический анализ жирных кислот и токоферолов, ИК-спектроскопию состава стериолов.

ВКЛАД АВТОРОВ

Е. Ю. Егорова: задумала и разработала анализ, разработала методологию и ее анализ, предоставила данные или инструменты анализа, провела анализ, написала статью

Э. Аюб: задумал и разработал анализ, разработал метод и его анализ, предоставил данные или инструменты анализа, провел анализ, написал статью

ЛИТЕРАТУРА

- Григорьева, В. Н., Гапонова, Л. В., Полежаева, Т. А., & Матвеева, Г. А. (2020). Специализированные смеси масел для лечения и профилактики заболеваний нарушения липидного обмена. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (2), 22–33. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.240>
- Паршакова, Л. П., Попель, С. С., Кропотова, Ж. С., & Пыргарь, Е. П. (2017). Технология производства растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом. *Пищевая промышленность*, (5), 25–27.
- Сметнева, Н. С., Погожева, А. В., Васильев, Ю. Л., Дыдыкин, С. С., Дыдыкина, И. С., & Коваленко, А. А. (2020). Роль оптимального питания в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. *Вопросы питания*, 89(3), 114–124. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10035>
- Тохириён, Б., & Позняковский, В. М. (2017). Разработка состава и технологии получения комбинированного растительного масла для здорового питания. *Индустрия питания*, (4), 32–37.
- Ших, Е. В., Махова, А. А., Погожева, А. В., & Елизарова, Е. В. (2020). Значение орехов в профилактике различных заболеваний. *Вопросы питания*, 89(3), 14–21. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10025>
- Abdel-Razek, A. G., El-Shami, S. M., El-Mallah, M. H., & Hassenien, M. M. M. (2011). Blending of virgin olive oil with less stable edible oils to strengthen their antioxidative potencies. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(10), 312–318.
- Ahmadi, S., Mani-Varnosfaderani, A., & Habibi, B. (2019). Characterization of binary edible oil blends using color histograms and pattern recognition techniques. *Analytical and Bioanalytical Chemistry Research*, 6(1), 111–124. <https://doi.org/10.22036/abcr.2018.128220.1204>
- Aidoud, A., Elahcene, O., Ammouche, A., & Rodriguez, A. B. (2016). Hepatoprotective effect of olive and argan oils supplemented with tomato lycopene in Wistar rats. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(4), 347–351. <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.347.351>
- Aithammou, R., Harrouni, C., Aboudlou, L., Hallouti, A., Mlouk, M., Elsbahani, A., & Daoud, S. (2019). Effect of clones, year of harvest and geographical origin of fruits on quality and chemical composition of argan oil. *Food Chemistry*, 297, 124749. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.024>
- Bakour, M., Soulo, N., Hammam, N., El Fatemi, H., Aboulghazi, A., Taroq, A., Abdellaoui, A., Al-Waili, N., & Lyoussi, B. (2018). The antioxidant content and protective effect of argan oil and syzygium aromaticum essential oil in hydrogen peroxide-induced biochemical and histological changes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2), 610. <https://doi.org/10.3390/ijms19020610>
- Balić, A., Vlašić, D., Žužul, K., Marinović, B., & Bukvić Mokos, Z. (2020). Omega-3 versus omega-6 polyunsaturated fatty acids in the prevention and treatment of inflammatory skin diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 741. <https://doi.org/10.3390/ijms21030741>
- Belcadi-Haloui, R., Zekhnini, A., El-Alem, Y., & Hatimi, A. (2018a). Effects of roasting temperature and time on the chemical composition of argan oil. *International Journal of Food Science*, (4), 1–8. <https://doi.org/10.1155/2018/7683041>
- Belcadi-Haloui, R., Zekhnini, A., & Hatimi, A. (2015). Effects of extraction methods on chemical composition and oxidative

- stability of Argan oil. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(6), 518–524.
- Belcadi-Haloui, R., Zekhnini, A., & Hatimi, A. (2018b). Comparative study of argan and other edible oils stability under accelerated oxidation. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(24), 1–7. <https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i24/127763>
- Berrougui, H., Cloutier, M., Isabelle, M., & Khalil, A. (2006). Phenolic-extract from argan oil (*Argania spinosa* L.) inhibits human low-density lipoprotein (LDL) oxidation and enhances cholesterol efflux from THP-1 macrophages. *Atherosclerosis*, 184(2), 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2005.05.018>
- Bousalham, R., Rhazali, L. J., Harmouch, A., Lotfi, H., Benazouz, B., El Hessni, A., Ouichou, A., Akhouayri, O., & Mesfioui, A. (2015). Does argan oil supplementation affect metabolic parameters and behavior in Wistar rats? *Food and Nutrition Sciences*, 6, 816–824. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.69085>
- Charrouf, Z., & Guillaume, D. (2018). The argan oil project: going from utopia to reality in 20 years. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 25(2), D209. <https://doi.org/10.1051/ocl/2018006>
- Dhifi, W., da Graça Costa Miguel, M., & Mnif, W. (2018). Argan oil: extraction, categories, chemical composition and health benefits. In H. K. Dieu Nauven (Ed.) *Seed oil: production, uses and benefits* (pp. 175–188). Nova Science Publishers, Inc.
- El Abbassi, A., Khalid, N., Zbakh, H., & Ahmad, A. (2014). Physicochemical characteristics, nutritional properties, and health benefits of argan oil: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(11), 1401–1414. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.638424>
- Elabadi, F., Devos, O., & Oussama, A. (2012). Analysis of argan oil adulteration using infrared spectroscopy. *Spectroscopy Letters*, 45(6), 458–463. <https://doi.org/10.1080/00387010.2011.639121>
- Elgadi, S., Ouhammou, A., Taous, F., Zine, H., Papazoglou, E. G., Elghali, T., Amenouz, N., El Allali, H., Aitlhaj, A., & El Antari, A. (2021). Combination of stable isotopes and fatty acid composition for geographical origin discrimination of one argan oil vintage. *Foods*, 10(6), 1274. <https://doi.org/10.3390/foods10061274>
- El Kharrassi, Y., Samadi, M., Lopez, T., Nury, T., El Kebbjaj, R., Andreoletti, P., El Hajj, H.I., Vamecq, J., Moustaid, K., Latruffe, N., El Kebbjaj, M'H.S., Masson, D., Lizard, G., Nasser, B., & Cherkaoui-Malki, M. (2014). Biological activities of scotlenol and spinasterol, two natural phytosterols present in argan oil and in cactus pear seed oil, on murine microglial BV2 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 446(3), 798–804. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2014.02.074>
- El Monfalouti, H., Guillaume, D., Denhez, C., & Charrouf, Z. (2010). Therapeutic potential of argan oil: a review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 62, 1669–1675. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.2010.01190.x> ISSN 0022-3573
- El Mostafi, H., Bahbiti, Y., Elhessni, A., Bousalham, R., Doumar, H., Ouichou, A., Benmhammed, H., Touil, T., & Mesfioui, A. (2020a). Neuroprotective potential of argan oil in neuropsychiatric disorders in rats: A review. *Journal of Functional Foods*, 75, 104233. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104233>
- El Mostafi, H., Elhessni, A., Touil, T., Ouichou, A., Laaziz, A., Doumar, H., & Mesfioui, A. (2020b). Argan oil supplementation attenuates voluntary ethanol consumption and withdrawal syndrome promoted by adolescent intermittent ethanol in rat. *Alcohol*, 87, 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.alcohol.2020.04.007>
- Essouiri, J., Harzy, T., Benaicha, N., Errasfa, M., & Abourazak, F. E. (2017). Effectiveness of argan oil consumption on knee osteoarthritis symptoms: a randomized controlled clinical trial. *Current Rheumatology Reviews*, 13(3), 1–6. <https://doi.org/10.2174/1573397113666170710123031>
- Gharby, S., Harhar, H., Kartah, B., Guillaume, D., Chafchaoui-Moussaoui, I., Bouzoubaa, Z., & Charrouf, Z. (2014). Oxidative stability of cosmetic argan oil: a one-year study. *Journal of Cosmetic Science*, 65(2), 81–87.
- Gómez-Candela, C., Bermejo López, L. M., & Loria Kohen, V. (2011). Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. *Nutricion Hospitalaria*, 26(2), 323–329. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.2.5117>
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1633–1653. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
- Guillaume, D., Pioch, D., & Charrouf, Z. (2019). Argan [*Argania spinosa* (L.) Skeels] oil. In M. F. Ramadan (Ed.), *Fruit oils: chemistry and functionality* (pp. 317–352). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1_16
- Gulla, S., Waghray, K., & Reddy, U. (2010). Blending of oils-does it improve the quality and storage stability, an experimental approach on soyabean and palmolein based blends. *American Journal of Food Technology*, 5(3), 182–194. <https://doi.org/10.3923/ajft.2010.182.194>
- Haralampiev, I., Scheidt, H. A., Huster, D., & Müller, P. (2017). The potential of α -spinasterol to mimic the membrane properties of natural cholesterol. *Molecules*, 22(8), 1390. <https://doi.org/10.3390/molecules22081390>
- Hassanein, M. M. M. (2010). Blending of roasted and unroasted sesame seeds oils with sunflower and olive oils for improving their antioxidation potency. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 1(8), 445–456.
- Hassanien, M. M. M., & Abdel-Razek, A. G. (2012). Improving the stability of edible oils by blending with roasted sesame seed oil as a source of natural antioxidants. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(8), 4074–4083.
- Hilali, M., El Monfalouti, H., & Kartah, B. E. (2020). Valorization of argan oil: all you need to know about argan oil from Morocco. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11(4), 6754–6762. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i4.3612>
- Hooper, L., Al-Khudairy, L., Abdelhamid, A. S., Rees, K., Brainard, J. S., Brown, T. J., Ajabnoor, S. M., O'Brien, A. T., Winstanley, L. E., Donaldson, D. H., Song F., & Deane, K. H. O.

- (2018). Omega-6 fats for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11, CD011094. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011094.pub4>
- Kartah, B. E., El Monfalouti, H., Harhar, H., Gharby, S., Charrouf, Z., & Matthaus, B. (2015). Effect of filtration on virgin argan oil: quality and stability. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(10), 2871–2877.
- Kechebar, M. S. A., Karoune, S., Belhamra, M., & Rahmoune, C. (2013). Characterization of the argan tree of southwestern Algeria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(6), 117–126.
- Kechebar, M. S. A., Karoune, S., Falleh, H., Belhamra, M., Rahmoune, C., & Ksouri, R. (2017). Characterization of Algerian argan oil (Tindouf region) and study of its antioxidant and antimicrobial activities in comparison with a Moroccan oil. *Nutrition & Santé*, 6(2), 82–95. <https://doi.org/10.30952/ns.6.2.5>
- Khallouki, F., Younos, C., Soulimani, R., Oster, T., Charrouf, Z., Spiegelhalter, B., Bartsch, H., & Owen, R. W. (2003). Consumption of argan oil (Morocco) with its unique profile of fatty acids, tocopherols, squalene, sterols and phenolic compounds should confer valuable cancer chemopreventive effects. *European Journal of Cancer Prevention*, 12(1), 67–75. <https://doi.org/10.1097/01.cej.0000051106.40692.d3>
- Kharbach, M., Kamal, R., Bousrabat, M., Alaoui Mansouri, M., Barra, I., Alaoui, K., Cherrah, Y., Vander Heyden, Y., & Bouklouze, A. (2017). Characterization and classification of PGI Moroccan Argan oils based on their FTIR fingerprints and chemical composition. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 162, 182–190. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2017.02.003>
- Kharbach, M., Kamal, R., Marmouzi, I., Barra, I., Cherrah, Y., Alaoui, K., Vander Heyden, Y., & Bouklouze, A. (2019). Fatty-acid profiling vs UV-visible fingerprints for geographical classification of Moroccan argan oils. *Food Control*, 95, 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.07.046>
- Kharbach, M., Yu, H., Kamal, R., Barra, I., Marmouzi, I., Cherrah, Y., Alaoui, K., Bouklouze, A., & Vander Heyden, Y. (2021). New insights into the argan oil categories characterization: Chemical descriptors, FTIR fingerprints, and chemometric approaches. *Talanta*, 225, 122073. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.122073>
- Koudri, M., Saadi, A. K. & Noui, A. (2014). Physicochemical study and composition of *Argania spinosa* oil from two regions of Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*, 50(2), 346–348. <https://doi.org/10.1007/s10600-014-0949-1>
- Koudri, M., Saadi, A. K., Noui, A., & Medjahed, F. (2015). The chemical composition of argan oil. *International journal of advanced studies in Computer Science and Engineering*, 4(5), 24–28.
- Krist, S. (2020). Argan oil. In S. Krist (Ed.), *Vegetable Fats and Oils* (p. 73–79), Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30314-3_9
- Lall, N., De Canha, M. N., Szuman, K., Charrouf, Z., Davids, L. M., & Rademan, S. (2019). The anti-proliferative and anti-bacterial activity of argan oil and crude saponin extract from *Argania spinosa* (L.) Skeels. *Pharmacognosy Journal*, 11(1), 26–31. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.1.5>
- Leiva, G. E., Šegatin, N., Mazzobre, M. F., Abramovic, H., Abram, V., Vidrih, R., Buera, M. P., & Poklar Ulrih, N. (2016). Multi-analytical approach to oxidative stability of unrefined Argan, Chia, Rosa Mosqueta and Olive oils. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(1), 450. doi:10.4172/2155-9600.1000450
- Li, Y., Ma, W.-J., Qi, B.-K., Rokayya, S., Li, D., Wang, J., Feng, H.-X., Sui, X.-N., & Jiang, L.-Z. (2014). Blending of soybean oil with selected vegetable oils: impact on oxidative stability and radical scavenging activity. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 15(6), 2583–2589. <http://dx.doi.org/10.7314/APJCP.2014.15.6.2583>
- Majourhat, K., Jabbar, Y., Araneda, L., Zeinalabedini, M., Hafidi, A., & Martínez-Gómez, P. (2007). Karyotype characterization of *Argania spinosa* (L.) Skeel (Sapotaceae). *South African Journal of Botany*, 73(4), 661–663. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2007.06.007>
- Marmesat Rodas, S., Morales Barroso, A., Velasco, J., & Dobar-ganes, M. C. (2012). Influence of fatty acid composition on chemical changes in blends of sunflower oils during thermoxidation and frying. *Food Chemistry*, 135(4), 2333–2339. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.128>
- Miklavčič, M. B., Taous, F., Valenčič, V., Elghali, T., Podgor-nik, M., Strojnik, L., & Ogrinc, N. (2020). Fatty acid composition of cosmetic argan oil: provenience and authenticity criteria. *Molecules*, 25(18), 4080. <https://doi.org/10.3390/molecules25184080>
- Momchilova, S. M., Taneva, S. P., Dimitrova, R. D., Totseva, I. R., & Antonova, D. V. (2016). Evaluation of authenticity and quality of argan oilsoldon the Bulgarian Market. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 93, 95–103.
- Mounir, F., Jourrane, M., & Sabir, M. (2015). Analyse basée télédétection pour la révision de la carte de répartition des peuplements a arganeraie et comparaison diachronique de sa dynamique spatiotemporelle. In: Actes du 3e congrès International de l'Arganier, Agadir 17–19 décembre 2015 (p. 36–38).
- Nosenko, T., Shemanskaya, E., Bakhmach, V., Sidorenko, T., Demydova, A., Berezka, T., Arutyunyan, T., & Matukhov, D. (2017). New vegetable oil blends to ensure high biological value and oxidative stability. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/6(89), 42–47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111451>
- Orabi, S. H., Allam, T. S., Shawky, S. M., El-aziz Tahoun, E. A., Khalifa, H. K., Almeer, R., Abdel-Daim, M. M., El-Borai, N. B., & Mousa, A. A. (2020). The antioxidant, anti-apoptotic, and proliferative potency of argan oil against betamethasone-induced oxidative renal damage in rats. *Biology*, 9(352), 352. <https://doi.org/10.3390/biology9110352>
- Ourrach, I., Rada, M., Perez-Camino, M. C., Benaissa, M., & Guinda, A. (2012). Detection of argan oil adulterated with vegetable oils: new markers. *Grasas y Aceites*, 63(4), 355–364. <https://doi.org/10.3989/gya.047212>
- Patel, K. P., Patel, S., Dash, D. K., Balaraman, R., & Maheshwari, R. A. (2021). A review on flax seed: A legume for longevity. *Journal*

- of *Pharmaceutical Research International*, 33(39A), 107–122. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i39A32148>
- Roumane, A. (2017). Cooperatives and the economic value of biodiversity: The case of the argan oil sector in Morocco. *RECMA*, 346(4), 59–72. <https://doi.org/10.7202/1041722ar>
- Rueda, A., Cantarero, S., Seiquer, I., Cabrera-Vique, C., & Olalla, M. (2017). Bioaccessibility of individual phenolic compounds in extra virgin argan oil after simulated gastrointestinal process. *LWT – Food Science and Technology*, 75(3), 466–472. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.09.028>
- Rueda, A., Seiquer, I., Olalla, M., Giménez, R., Lara, L., & Cabrera-Vique, C. (2014). Characterization of fatty acid profile of argan oil and other edible vegetable oils by gas chromatography and discriminant analysis. *Journal of Chemistry*, 2014(6), 843908. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/843908>
- Simakova, I., Volf, E., Strizhevskaya, V., Popova, O., Kozyreva, V., & Karagulova, E. (2019). Blends of unrefined vegetable oils for functional nutrition. *Agronomy Research*, 17(4), 1761–1768. <https://doi.org/10.15159/AR.19.154>
- Simopoulos, A. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233(6), 674–688. <https://doi.org/10.3181/0711-MR-311>
- Sour, S., Belarbi, M., Khaldi, D., Benmansour, N., Sari, N., Nani, A., Chemat, F., & Visioli, F. (2012). Argan oil improves surrogate markers of CVD in humans. *British Journal of Nutrition*, 107(12), 1800–1805. <https://doi.org/10.1017/S0007114511004958>
- Taous, F., Amenzou, N., Marah, H., Maia, R., Maguas, C., Bahmad, L., & Kelly, S. (2020). Stable isotope ratio analysis as a new tool to trace the geographical origin of Argan oils in Morocco. *Forensic Chemistry*, 17, 100198. <https://doi.org/10.1016/j.forc.2019.100198>
- Torri, L., Bondioli, P., Folegatti, L., Rovellini, P., Piochi, M., & Morini, G. (2019). Development of Perilla seed oil and extra virgin olive oil blends for nutritional, oxidative stability and consumer acceptance improvements. *Food Chemistry*, 286, 584–591. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.063>
- Venegas, C., Cabrera-Vique, C., Garcia-Corzo, L., Escames, G., Acuña-Castroviejo, D., & López, L. C. (2011). Determination of coenzyme Q10, coenzyme Q9, and melatonin contents in virgin argan oils: Comparison with other edible vegetable oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(22), 12102–12108. doi: 10.1021/jf203428t
- Voskanyan, O. S., Klokonos, M. V., Nikitin, I. A., Guseva, D. A., Nikitina, M. A., & Zavalishin, I. V. (2019). Modeling of the vegetable oil blends composition. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(8), 142–147.
- Wiss, D. A. (2019). The role of nutrition in addiction recovery: what we know and what we don't. In A. Gual, P. Barrio, & L. Miquel (Eds.), *The Assessment and Treatment of Addiction* (pp. 21–42). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-54856-4.00002-X>
- ## REFERENCES
- Grigorieva, V. N., Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., & Matveeva, G. A. (2020). Specialized oil mixtures for the treatment and prevention of diseases associated with lipid metabolism disorders. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya* [Storage and processing of farm products], (2), 22–33. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.240>
- Parshakova, L. P., Popel, S. S., Kropotova, J. S., & Pirgar, E. P. (2017). Production technology of vegetable oils with a balanced fatty acid composition. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], (5), 25–27.
- Smetneva, N. S., Pogozheva, A. V., Vasil'ev, Yu. L., Dydykin, S. S., Dydykina, I. S., & Kovalenko, A. A. (2020). The role of optimal nutrition in the prevention of cardiovascular diseases. *Voprosy pitaniya* [Problems of Nutrition], 89(3), 114–124. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10035>
- Tokhirijon B., & Poznyakovskiy, V. M. (2017). Composition and technology development of the combined vegetable oil receipt for healthy nutrition. *Industriya pitaniya* [Food Industry], (4), 32–37.
- Shikh, E. V., Makhova, A. A., Pogozheva, A. V., & Elizarova, E. V. (2020). The importance of nuts in the prevention of various diseases. *Voprosy pitaniya* [Problems of Nutrition], 89(3), 14–21. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10025>
- Abdel-Razek, A. G., El-Shami, S. M., El-Mallah, M. H., & Hassanien, M. M. M. (2011). Blending of virgin olive oil with less stable edible oils to strengthen their antioxidative potencies. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(10), 312–318.
- Ahmadi, S., Mani-Varnosfaderani, A., & Habibi, B. (2019). Characterization of binary edible oil blends using color histograms and pattern recognition techniques. *Analytical and Bioanalytical Chemistry Research*, 6(1), 111–124. <https://doi.org/10.22036/abcr.2018.128220.1204>
- Aidoud, A., Elahcene, O., Ammouche, A., & Rodriguez, A. B. (2016). Hepatoprotective effect of olive and argan oils supplemented with tomato lycopene in Wistar rats. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(4), 347–351. <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.347.351>
- Aithammou, R., Harrouni, C., Aboudlou, L., Hallouti, A., Mlouk, M., Elsbahani, A., & Daoud, S. (2019). Effect of clones, year of harvest and geographical origin of fruits on quality and chemical composition of argan oil. *Food Chemistry*, 297, 124749. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.024>
- Bakour, M., Soulo, N., Hammas, N., El Fatemi, H., Aboulghazi, A., Tarq, A., Abdellaoui, A., Al-Waili, N., & Lyoussi, B. (2018). The antioxidant content and protective effect of argan oil and syzygium aromaticum essential oil in hydrogen peroxide-induced biochemical and histological changes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2), 610. <https://doi.org/10.3390/ijms19020610>

- Balić, A., Vlašić, D., Žužul, K., Marinović, B., & Bukvić Mokos, Z. (2020). Omega-3 versus omega-6 polyunsaturated fatty acids in the prevention and treatment of inflammatory skin diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 741. <https://doi.org/10.3390/ijms21030741>
- Belcadi-Haloui, R., Zekhnini, A., El-Alem, Y., & Hatimi, A. (2018a). Effects of roasting temperature and time on the chemical composition of argan oil. *International Journal of Food Science*, (4), 1–8. <https://doi.org/10.1155/2018/7683041>
- Belcadi-Haloui, R., Zekhnini, A., & Hatimi, A. (2015). Effects of extraction methods on chemical composition and oxidative stability of Argan oil. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(6), 518–524.
- Belcadi-Haloui, R., Zekhnini, A., & Hatimi, A. (2018b). Comparative study of argan and other edible oils stability under accelerated oxidation. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(24), 1–7. <https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i24/127763>
- Berrougui, H., Cloutier, M., Isabelle, M., & Khalil, A. (2006). Phenolic-extract from argan oil (*Argania spinosa* L.) inhibits human low-density lipoprotein (LDL) oxidation and enhances cholesterol efflux from THP-1 macrophages. *Atherosclerosis*, 184(2), 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2005.05.018>
- Bousalham, R., Rhazali, L. J., Harmouch, A., Lotfi, H., Benazouz, B., El Hessni, A., Ouichou, A., Akhouayri, O., & Mesfioui, A. (2015). Does argan oil supplementation affect metabolic parameters and behavior in Wistar rats? *Food and Nutrition Sciences*, 6, 816–824. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.69085>
- Charrouf, Z., & Guillaume, D. (2018). The argan oil project: going from utopia to reality in 20 years. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 25(2), D209. <https://doi.org/10.1051/ocl/2018006>
- Dhifi, W., da Graça Costa Miguel, M., & Mnif, W. (2018). Argan oil: extraction, categories, chemical composition and health benefits. In H. K. Dieu Nauven (Ed.) *Seed oil: production, uses and benefits* (pp. 175–188). Nova Science Publishers, Inc.
- El Abbassi, A., Khalid, N., Zbakh, H., & Ahmad, A. (2014). Physicochemical characteristics, nutritional properties, and health benefits of argan oil: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(11), 1401–1414. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.638424>
- Elabadi, F., Devos, O., & Oussama, A. (2012). Analysis of argan oil adulteration using infrared spectroscopy. *Spectroscopy Letters*, 45(6), 458–463. <https://doi.org/10.1080/00387010.2011.639121>
- Elgadi, S., Ouhammou, A., Taous, F., Zine, H., Papazoglou, E. G., Elghali, T., Amenou, N., El Allali, H., Aitlhaj, A., & El Antari, A. (2021). Combination of stable isotopes and fatty acid composition for geographical origin discrimination of one argan oil vintage. *Foods*, 10(6), 1274. <https://doi.org/10.3390/foods10061274>
- El Kharrassi, Y., Samadi, M., Lopez, T., Nury, T., El Kebbjaj, R., Andreoletti, P., El Hajj, H.I., Vamecq, J., Moustaid, K., Latruffe, N., El Kebbjaj, M'H.S., Masson, D., Lizard, G., Nasser, B., & Cherkaoui-Malki, M. (2014). Biological activities of schottenol and spinasterol, two natural phytosterols present in argan oil and in cactus pear seed oil, on murine microglial BV2 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 446(3), 798–804. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2014.02.074>
- El Monfalouti, H., Guillaume, D., Denhez, C., & Charrouf, Z. (2010). Therapeutic potential of argan oil: a review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 62, 1669–1675. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.2010.01190.x> ISSN 0022-3573
- El Mostafi, H., Bahbiti, Y., Elhessni, A., Bousalham, R., Doumar, H., Ouichou, A., Benmhammed, H., Touil, T., & Mesfioui, A. (2020a). Neuroprotective potential of argan oil in neuropsychiatric disorders in rats: A review. *Journal of Functional Foods*, 75, 104233. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104233>
- El Mostafi, H., Elhessni, A., Touil, T., Ouichou, A., Laaziz, A., Doumar, H., & Mesfioui, A. (2020b). Argan oil supplementation attenuates voluntary ethanol consumption and withdrawal syndrome promoted by adolescent intermittent ethanol in rat. *Alcohol*, 87, 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.alcohol.2020.04.007>
- Essouiri, J., Harzy, T., Benaicha, N., Errasfa, M., & Abourazak, F. E. (2017). Effectiveness of argan oil consumption on knee osteoarthritis symptoms: a randomized controlled clinical trial. *Current Rheumatology Reviews*, 13(3), 1–6. <https://doi.org/10.2174/1573397113666170710123031>
- Gharby, S., Harhar, H., Kartah, B., Guillaume, D., Chafchaoui-Moussaoui, I., Bouzoubaa, Z., & Charrouf, Z. (2014). Oxidative stability of cosmetic argan oil: a one-year study. *Journal of Cosmetic Science*, 65(2), 81–87.
- Gómez-Candela, C., Bermejo López, L. M., & Loria Kohen, V. (2011). Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. *Nutricion Hospitalaria*, 26(2), 323–329. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.2.5117>
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1633–1653. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
- Guillaume, D., Pioch, D., & Charrouf, Z. (2019). Argan [*Argania spinosa* (L.) Skeels] oil. In M. F. Ramadan (Ed.), *Fruit oils: chemistry and functionality* (pp. 317–352). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1_16
- Gulla, S., Waghay, K., & Reddy, U. (2010). Blending of oils-does it improve the quality and storage stability, an experimental approach on soyabean and palmolein based blends. *American Journal of Food Technology*, 5(3), 182–194. <https://doi.org/10.3923/ajft.2010.182.194>
- Haralampiev, I., Scheidt, H. A., Huster, D., & Müller, P. (2017). The potential of α -spinasterol to mimic the membrane properties of natural cholesterol. *Molecules*, 22(8), 1390. <https://doi.org/10.3390/molecules22081390>
- Hassanein, M. M. M. (2010). Blending of roasted and unroasted sesame seeds oils with sunflower and olive oils for improving their antioxidation potency. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 1(8), 445–456.
- Hassanien, M. M. M., & Abdel-Razek, A. G. (2012). Improving the stability of edible oils by blending with roasted sesame

- seed oil as a source of natural antioxidants. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(8), 4074–4083.
- Hilali, M., El Monfalouti, H., & Kartah, B. E. (2020). Valorization of argan oil: all you need to know about argan oil from Morocco. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11(4), 6754–6762. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i4.3612>
- Hooper, L., Al-Khudairy, L., Abdelhamid, A. S., Rees, K., Brainard, J. S., Brown, T. J., Ajabnoor, S. M., O'Brien, A. T., Winstanley, L. E., Donaldson, D. H., Song F., & Deane, K. H. O. (2018). Omega-6 fats for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11, CD011094. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011094.pub4>
- Kartah, B. E., El Monfalouti, H., Harhar, H., Gharby, S., Charrouf, Z., & Matthaus, B. (2015). Effect of filtration on virgin argan oil: quality and stability. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(10), 2871–2877.
- Kechebar, M. S. A., Karoune, S., Belhamra, M., & Rahmoune, C. (2013). Characterization of the argan tree of southwestern Algeria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(6), 117–126.
- Kechebar, M. S. A., Karoune, S., Falleh, H., Belhamra, M., Rahmoune, C., & Ksouri, R. (2017). Characterization of Algerian argan oil (Tindouf region) and study of its antioxidant and antimicrobial activities in comparison with a Moroccan oil. *Nutrition & Santé*, 6(2), 82–95. <https://doi.org/10.30952/ns.6.2.5>
- Khallouki, F., Younos, C., Soulimani, R., Oster, T., Charrouf, Z., Spiegelhalter, B., Bartsch, H., & Owen, R. W. (2003). Consumption of argan oil (Morocco) with its unique profile of fatty acids, tocopherols, squalene, sterols and phenolic compounds should confer valuable cancer chemopreventive effects. *European Journal of Cancer Prevention*, 12(1), 67–75. <https://doi.org/10.1097/01.cej.0000051106.40692.d3>
- Kharbach, M., Kamal, R., Bousrabat, M., Alaoui Mansouri, M., Barra, I., Alaoui, K., Cherrah, Y., Vander Heyden, Y., & Bouklouze, A. (2017). Characterization and classification of PGI Moroccan Argan oils based on their FTIR fingerprints and chemical composition. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 162, 182–190. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2017.02.003>
- Kharbach, M., Kamal, R., Marmouzi, I., Barra, I., Cherrah, Y., Alaoui, K., Vander Heyden, Y., & Bouklouze, A. (2019). Fatty-acid profiling vs UV-visible fingerprints for geographical classification of Moroccan argan oils. *Food Control*, 95, 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.07.046>
- Kharbach, M., Yu, H., Kamal, R., Barra, I., Marmouzi, I., Cherrah, Y., Alaoui, K., Bouklouze, A., & Vander Heyden, Y. (2021). New insights into the argan oil categories characterization: Chemical descriptors, FTIR fingerprints, and chemometric approaches. *Talanta*, 225, 122073. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.122073>
- Koudiri, M., Saadi, A. K. & Noui, A. (2014). Physicochemical study and composition of *Argania spinosa* oil from two regions of Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*, 50(2), 346–348. <https://doi.org/10.1007/s10600-014-0949-1>
- Koudiri, M., Saadi, A. K., Noui, A., & Medjahed, F. (2015). The chemical composition of argan oil. *International journal of advanced studies in Computer Science and Engineering*, 4(5), 24–28.
- Krist, S. (2020). Argan oil. In S. Krist (Ed.), *Vegetable Fats and Oils* (p. 73–79), Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30314-3_9
- Lall, N., De Canha, M. N., Szuman, K., Charrouf, Z., Davids, L. M., & Rademan, S. (2019). The anti-proliferative and anti-bacterial activity of argan oil and crude saponin extract from *Argania spinosa* (L.) Skeels. *Pharmacognosy Journal*, 11(1), 26–31. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.1.5>
- Leiva, G. E., Šegatin, N., Mazzobre, M. F., Abramovic, H., Abram, V., Vidrih, R., Buera, M. P., & Poklar Ulrih, N. (2016). Multi-analytical approach to oxidative stability of unrefined Argan, Chia, Rosa Mosqueta and Olive oils. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(1), 450. doi:10.4172/2155-9600.1000450
- Li, Y., Ma, W.-J., Qi, B.-K., Rokayya, S., Li, D., Wang, J., Feng, H.-X., Sui, X.-N., & Jiang, L.-Z. (2014). Blending of soybean oil with selected vegetable oils: impact on oxidative stability and radical scavenging activity. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 15(6), 2583–2589. <http://dx.doi.org/10.7314/APJCP.2014.15.6.2583>
- Majourhat, K., Jabbar, Y., Araneda, L., Zeinalabedini, M., Hafidi, A., & Martínez-Gómez, P. (2007). Karyotype characterization of *Argania spinosa* (L.) Skeel (Sapotaceae). *South African Journal of Botany*, 73(4), 661–663. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2007.06.007>
- Marmesat Rodas, S., Morales Barroso, A., Velasco, J., & Dobar-ganes, M. C. (2012). Influence of fatty acid composition on chemical changes in blends of sunflower oils during thermoxidation and frying. *Food Chemistry*, 135(4), 2333–2339. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.128>
- Miklavčič, M. B., Taous, F., Valenčič, V., Elghali, T., Podgornik, M., Strojnik, L., & Ogrinc, N. (2020). Fatty acid composition of cosmetic argan oil: provenience and authenticity criteria. *Molecules*, 25(18), 4080. <https://doi.org/10.3390/molecules25184080>
- Momchilova, S. M., Taneva, S. P., Dimitrova, R. D., Totseva, I. R., & Antonova, D. V. (2016). Evaluation of authenticity and quality of argan oilsoldon the Bulgarian Market. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 93, 95–103.
- Mounir, F., Jourrane, M., & Sabir, M. (2015). Analyse basée télédéttection pour la révision de la carte de répartition des peuplements a arganeraie et comparaison diachronique de sa dynamique spatiotemporelle. In: Actes du 3e congrès International de l'Arganier, Agadir 17–19 décembre 2015 (p. 36–38).
- Nosenko, T., Shemanskaya, E., Bakhmach, V., Sidorenko, T., Demydova, A., Berezka, T., Arutyunyan, T., & Matukhov, D. (2017). New vegetable oil blends to ensure high biological value and oxidative stability. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/6(89), 42–47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111451>
- Orabi, S. H., Allam, T. S., Shawky, S. M., El-aziz Tahoun, E. A., Khalifa, H. K., Almeer, R., Abdel-Daim, M. M., El-Borai, N. B.,

- & Mousa, A. A. (2020). The antioxidant, anti-apoptotic, and proliferative potency of argan oil against betamethasone-induced oxidative renal damage in rats. *Biology*, 9(352), 352. <https://doi.org/10.3390/biology9110352>
- Ourrach, I., Rada, M., Perez-Camino, M. C., Benaissa, M., & Guinda, A. (2012). Detection of argan oil adulterated with vegetable oils: new markers. *Grasas y Aceites*, 63(4), 355–364. <https://doi.org/10.3989/gya.047212>
- Patel, K. P., Patel, S., Dash, D. K., Balaraman, R., & Maheshwari, R. A. (2021). A review on flax seed: A legume for longevity. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(39A), 107–122. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i39A32148>
- Roumane, A. (2017). Cooperatives and the economic value of biodiversity: The case of the argan oil sector in Morocco. *RECMA*, 346(4), 59–72. <https://doi.org/10.7202/1041722ar>
- Rueda, A., Cantarero, S., Seiquer, I., Cabrera-Vique, C., & Olalla, M. (2017). Bioaccessibility of individual phenolic compounds in extra virgin argan oil after simulated gastrointestinal process. *LWT – Food Science and Technology*, 75(3), 466–472. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.09.028>
- Rueda, A., Seiquer, I., Olalla, M., Giménez, R., Lara, L., & Cabrera-Vique, C. (2014). Characterization of fatty acid profile of argan oil and other edible vegetable oils by gas chromatography and discriminant analysis. *Journal of Chemistry*, 2014(6), 843908. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/843908>
- Simakova, I., Volf, E., Strizhevskaya, V., Popova, O., Kozyreva, V., & Karagulova, E. (2019). Blends of unrefined vegetable oils for functional nutrition. *Agronomy Research*, 17(4), 1761–1768. <https://doi.org/10.15159/AR.19.154>
- Simopoulos, A. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233(6), 674–688. <https://doi.org/10.3181/0711-MR-311>
- Sour, S., Belarbi, M., Khaldi, D., Benmansour, N., Sari, N., Nani, A., Chemat, F., & Visioli, F. (2012). Argan oil improves surrogate markers of CVD in humans. *British Journal of Nutrition*, 107(12), 1800–1805. <https://doi.org/10.1017/S0007114511004958>
- Taous, F., Amenzou, N., Marah, H., Maia, R., Maguas, C., Bahmad, L., & Kelly, S. (2020). Stable isotope ratio analysis as a new tool to trace the geographical origin of Argan oils in Morocco. *Forensic Chemistry*, 17, 100198. <https://doi.org/10.1016/j.forc.2019.100198>
- Torri, L., Bondioli, P., Folegatti, L., Rovellini, P., Piochi, M., & Morini, G. (2019). Development of Perilla seed oil and extra virgin olive oil blends for nutritional, oxidative stability and consumer acceptance improvements. *Food Chemistry*, 286, 584–591. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.063>
- Venegas, C., Cabrera-Vique, C., Garcia-Corzo, L., Escames, G., Acuña-Castroviejo, D., & López, L. C. (2011). Determination of coenzyme Q10, coenzyme Q9, and melatonin contents in virgin argan oils: Comparison with other edible vegetable oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(22), 12102–12108. doi: 10.1021/jf203428t
- Voskanyan, O. S., Klokonos, M. V., Nikitin, I. A., Guseva, D. A., Nikitina, M. A., & Zavalishin, I. V. (2019). Modeling of the vegetable oil blends composition. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(8), 142–147.
- Wiss, D. A. (2019). The role of nutrition in addiction recovery: what we know and what we don't. In A. Gual, P. Barrio, & L. Miquel (Eds.), *The Assessment and Treatment of Addiction* (pp. 21–42). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-54856-4.00002-X>