

AGRICULTURAL SCIENCES

TECHNOLOGICAL AND NUTRIENT POTENTIAL OF BLENDED OILS IN THE CONTEXT OF MODERN FOOD PRODUCTION

Satayeva Zh.

PhD, Associate Professor, Seifullin Kazakh Agrotechnical research university

Sergazina S.

Candidate of chemical sciences, Associate Professor, Ualikhanov Kokshetau University

Valirakhunov L.

General Director of "Bestfut" LLP

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И НУТРИЕНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КУПАЖИРОВАННЫХ МАСЕЛ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОГО ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сатаева Ж.И.

PhD, ассоциированный профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина

Сергазина С.М.

к.х.н., ассоциированный профессор, Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова

Валирахунов Л.А.

*Генеральный директор ТОО «Bestfut»
<https://doi.org/10.5281/zenodo.16875581>*

Abstract

With the growing consumer demand for functional and environmentally friendly products, food based on vegetable oils is becoming especially relevant. This paper examines the technological and nutrient features of blended vegetable oils formed on the basis of sunflower, linseed, safflower and cottonseed oils. An analysis of their fatty acid composition, functional and biological properties and potential for use in modern food technologies is carried out. The advantages of blends compared to mono-oils are noted, including an improved balance of omega-3 and omega-6 fatty acids, an increase in biological value and an expansion of the scope of application in healthy food products. The prospects for integrating such blends into a line of functional products are considered, as well as their importance for preventive nutrition and nutraceuticals.

Аннотация

В условиях роста потребительского спроса на функциональные и экологически чистые продукты питания на основе растительных масел приобретает особую актуальность. В данной работе рассматриваются технологические и нутриентные особенности купажированных растительных масел, сформированных на основе подсолнечного, льняного, сафлорового и хлопкового масел. Проведен анализ их жирнокислотного состава, функционально-биологических свойств и потенциала использования в современных пищевых технологиях. Отмечены преимущества купажей по сравнению с моно-маслами, включая улучшение баланса омега-3 и омега-6 жирных кислот, повышение биологической ценности и расширение области применения в составе продуктов здорового питания. Рассматриваются перспективы интеграции таких купажей в линейку функциональных продуктов, а также их значение для профилактического питания и нутрицевтики.

Keywords: vegetable oil, fatty acid composition, blending, biological value.

Ключевые слова: растительное масло, жирнокислотный состав, купажирование, биологическая ценность.

Масла и жиры широко применяются в пищевой промышленности благодаря своим особым свойствам. Они играют ключевую роль в формировании текстуры и консистенции продуктов, а также способствуют быстрому чувству сытости. Растительные масла и жиры представляют собой важные элементы рациона человека — они обеспечивают организм энергией и необходимыми веществами, такими как ненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, витамины, растворимые в жирах (А, Е), и стерины. Кроме того, жиры и масла выполняют функцию носителей вкусо-ароматических компонентов.

В настоящее время доля продуктов здорового питания составляет менее 3% от общего числа пищевых товаров. Однако, по прогнозам, в течение ближайших 10–20 лет потенциал европейского рынка в этом сегменте может превысить 30% от всего объема продовольственной продукции. Наиболее активно развиваются молочная и масло-жировая категории среди «здоровых» продуктов, что делает расширение ассортимента полезных масложировых изделий особенно перспективным направлением.

С физиологической точки зрения жиры и масла, наряду с белками и углеводами, являются

незаменимыми компонентами человеческого питания. Их биологическая и энергетическая ценность во многом определяется составом жирных кислот и особенностями их расположения в структуре триглицеридов. Жирные кислоты, будучи основными составляющими триглицеридов, различаются по длине углеродной цепи, количеству и расположению двойных связей, а также по пространственной конфигурации. Эти характеристики определяют их физические, химические и физиологические свойства. Основные биологические роли липидов в организме можно условно разделить на три категории: энергетические (запасные), структурные и защитные.

Свойства масел и жиров определяются не только составом жирных кислот и триглицеридов, но и содержанием биологически активных компонентов, таких как токоферолы, стерины, фосфолипиды, каротиноиды и другие вещества с функциональным значением. Тем не менее, главным показателем пищевой ценности этих продуктов остаётся именно их жирнокислотный состав. В связи с этим одним из ключевых этапов трансформации традиционных жировых продуктов в более биологически эффективные является формирование жировой основы с оптимальным количеством и соотношением полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

Дефицит линоленовой кислоты особенно опасен в младенчестве и старости, вызывая нарушения умственного развития и ухудшение зрения из-за снижения докозагексаеновой кислоты в мозге и сетчатке. Низкий уровень эйкозапентаеновой кислоты повышает синтез тромбосана, способствуя тромбообразованию. Введение в рацион жиров рыб и морепродуктов помогает восполнить эти кислоты, но их количество следует контролировать, чтобы избежать усиления перекисного окисления липидов из-за избытка полиненасыщенных жирных кислот.

Многочисленные данные свидетельствуют о необходимости коррекции недостаточности ПНЖК в рационе питания. С этой целью целесообразно включать в питание не только больных, но и здоровых людей с профилактической целью дополнительные количества растительного масла, содержащего достаточное количество ПНЖК.

К группе инновационных продуктов масложировой отрасли относятся растительные масла, сбалансированные по жирнокислотному составу омега-9, омега-6, омега-3. Их преимуществами являются: повышенная питательная ценность, органолептические показатели; широкий ассортимент масличного и нетрадиционного сырья, удобство применения, экономическая целесообразность, увеличенные сроки хранения, высокая эффективность, лечебно-профилактические свойства, расширение ассортимента масложировой продукции, широкий спектр применения. Эта спецификация продуктов относится к продуктам, оказывающим существенное влияние на динамику мирового рынка.

Купажирование — это удобная процедура физического смешивания нескольких масел в нужных

пропорциях, которая может обеспечить функциональные липиды с улучшенным антиоксидантным потенциалом и желаемыми реологическими, физико-химическими свойствами. Возможно смешивание различных масел в сочетании с бинарными, тройными, четвертичными или другими типами масел в одно комплексное масло. Купажирование улучшает жирнокислотный профиль, физико-химические характеристики и повышенную стабильность в течение периода хранения или при использовании в процессах приготовления, что в итоге может служить эффективным диетическим вмешательством в защиту здоровья.

По рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) относительно соотношения незаменимых жирных кислот (НЖК), то есть $\omega-6/\omega-3$ ЖК, должна быть (4–10:1). Эти НЖК способствуют снижению факторов риска воспаления, сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), высокого уровня артериального давления, образования тромбов и распада мышц, усиливают термогенез, гормоны, такие как эйкозаноиды, и помогают улучшить функции мозга, зрение, настроение, поведение и интеллект [1].

Некоторые масла, такие как кукурузное, подсолнечное, соевое, льняное и оливковое масло из-за высокого содержания ненасыщенных жиров нестабильны при высокой температуре приготовления. Поэтому смешивание этих масел с насыщенными маслами, такими как хлопковое, кокосовое, пальмовое и пальмоядровое масло, является хорошей практикой для балансировки профиля жирных кислот. Сочетание полиненасыщенного масла с более насыщенным или мононенасыщенным маслом является наилучшим вариантом для создания полезного масла, которое может помочь в лечении заболеваний, вызванных дисбалансом жирных кислот [2].

Есть исследования по смешиванию четырех или более пищевых масел/жиров. В таких смесях намерение не ограничивается только улучшением пищевого статуса или восполнением дефицита питательных веществ, но и достижением улучшений физико-химических, сенсорных, реологических и складских свойств [3].

Качество питательных веществ и потенциал масел для предотвращения заболеваний можно оценить по пяти факторам: атерогенный индекс (AI), тромбогенный индекс (TI), соотношение гипохолестеринемия: гиперхолестеринемия (НН), полиненасыщенные жирные кислоты: насыщенные жирные кислоты (PUFA: SFA) и отношение $\omega_6 : \omega_3$, которое рассчитывают по жирным кислотам в маслах. AI, TI и НН используются в качестве предикторов сердечно-сосудистых заболеваний [4].

Реологические характеристики пищевых продуктов обеспечивают важную информацию об их внешнем виде, консистенции, текстуре и, в ряде случаев, общем качестве. Вязкость отражает сопротивление жидкости течению: чем выше вязкость, тем большее усилие требуется для перемещения. Реологические свойства рас-

тительных масел приобретают всё большее значение в пищевой промышленности, особенно при их применении в процессах приготовления и переработки продуктов.

Льняное масло привлекает внимание разработчиков пищевых рецептур благодаря высокому содержанию полиненасыщенных ω -3 жирных кислот и значительной пищевой ценности. Однако оно отличается низкой окислительной стабильностью и не подходит для термической обработки в чистом виде. Перекисные соединения, возникающие при окислении жирных кислот, ухудшают качество масел и пищевых продуктов. Окислению способствуют свет, температура, присутствие ионов металлов (например, меди и железа), а также сенсибилизаторы. В отличие от льняного, оливковое масло обладает большей устойчивостью к окислению.

Смешивание растительных масел с различными свойствами — это простая процедура для создания новых продуктов с желаемыми физическими, пищевыми и окислительными свойствами и по доступной цене. ^{10, 11}

Купажированные растительные масла характеризуются сбалансированным жирнокислотным составом, отсутствием токсичных металлов и высоким содержанием антиоксидантов. Они обладают гипохолестеринемическим, антигипертензивным и противовоспалительным действием, способствуют снижению уровня ЛПНП-холестерина и глюкозы в

крови, улучшают липидный обмен, функцию печени и параметры окислительного стресса. Регулярное потребление данных масел оказывает профилактический эффект в отношении сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения и атеросклероза, повышая общую антиоксидантную защиту организма.

Растительные масла — важный источник жирорастворимых витаминов А, Е, D, К и некоторых водорастворимых, включая витамины группы В и витамин РР (никотиновая кислота).

Витамин А в них представлен провитаминами (бета-каротин и каротиноиды), которые регулируют обмен веществ, поддерживают рост и развитие тканей, функцию эндокринных желез, здоровье кожи и слизистых, а также зрение. Каротиноиды также обладают антиоксидантными свойствами и лучше усваиваются при наличии цинка, селена и других веществ.

Масличные культуры содержат токоферолы — соединения, относящиеся к группе витамина Е — в виде смеси различных форм: α -, β -, γ -, δ -, ε -, ζ - и η -токоферолов (Таблица 1). Основная функция этих веществ заключается в обеспечении антиоксидантной защиты, предотвращающей свободно-радикальное окисление полиненасыщенных жирных кислот. Благодаря этому токоферолы играют ключевую роль в устойчивости растительных масел к окислительным повреждениям, таким как прогоркание.

Таблица 1 - Содержание разных видов токоферолов в некоторых растительных маслах [5]

Масла	Общее кол-во, мг/100 г	α -токоферол	β -токоферол	γ -токоферол	Содержание витамина А, мг/дм ³
Кедровое	54,5	51	44	12	Нет данных
Подсолнечное	48,8	92,2	-	7,8	0,03
Арахисовое	195	35	64,5	-	Нет данных
Горчичное	32	26,8	55,0	18,2	0,03
Соевое	83	15	51	34	0,15
Кунжутное	64	37,6	37,6	24,8	Нет данных
Льняное	19,6	38,8	30,6	30,6	Нет данных
Оливковое	17,2	44,2	27,9	27,9	0,015

В работе [6] были определены содержание витамина А еще в кукурузном масле (0,07), хлопковом (0,01), рапсовом (0,05), масле виноградных косточек (0,15), масле зародышей пшеницы (0,18), ореховом масле (0,035) мг-дм³. Согласно исследованиям, по сбалансированности витаминного и жирнокислотного состава (с учетом содержания незаменимых компонентов) лидируют масло зародышей пшеницы, соевое и хлопковое масла. Далее следуют масла из виноградных косточек, кукурузы, орехов, подсолнечника, рапса, горчицы, а замыкает список оливковое масло. Оптимальным способом расчета рецептур для двухкомпонентных масляных смесей, сбалансированных по содержанию омега-3 и омега-6 жирных кислот, а также витаминов А и Е, оказалось решение систем уравнений с неограниченным числом переменных.

В человеческом организме токоферолы способствуют поддержанию целостности и стабильности клеточных мембран за счёт своих антиоксидантных свойств. Потребность в витамине Е возрастает при высоком поступлении полиненасыщенных жирных кислот, так как именно они наиболее уязвимы к окислению. Недостаток витамина Е может привести к мышечной дистрофии, особенно скелетной и сердечной мускулатуры, повышенной ломкости капилляров, разрушению эритроцитов, нарушению репродуктивной функции, а также к дегенеративным изменениям в нервной и печёночной тканях.

Также известно, что при дефиците токоферолов снижается уровень магния в организме. Совместное поступление селена и витамина Е способствует их лучшему усвоению и усилению биологического действия.

Токоферолы и токотриенолы представляют собой фенольные соединения, объединённые под названием токолы (или токохроманолы), и известны в биохимии как витамин Е. Эти вещества обладают широким спектром биологической активности и играют важную роль в функционировании клеток как у растений, так и у животных, включая человека.

Благодаря выраженным антиоксидантным свойствам и множеству физиологических эффектов, токоферолы и токотриенолы применяются в качестве средств профилактики и вспомогательной терапии при различных заболеваниях. Они оказывают положительное влияние при сердечно-сосудистых патологиях, нейродегенеративных нарушениях, онкологических процессах, а также при атеросклерозе, гиперлипидемии и остеопорозе [7, 8].

Методом линейного программирования ученые рассчитали рецептуры трехкомпонентных смесей растительных масел, оптимизированных по соотношению жирных кислот омега-3 и омега-6 с целью получения функциональных продуктов питания [9].

Белорусскими учеными разработаны сбалансированные купажи растительных масел с оптимальным соотношением ω -3 и ω -6 жирных кислот. Исследованы 9 видов масел, включая традиционные (подсолнечное, рапсовое, соевое и льняное) и альтернативные — из семян ягод (брусники, голубики, клюквы и черники). С помощью линейного программирования рассчитаны четыре состава масляных смесей. Два из них рекомендованы для ежедневного питания (соотношение ω -6: ω -3 = 10:1), два других — для лечебного питания (соотношение 5:1 за счёт высокого содержания льняного масла) [10].

В статье [11] представлено компьютерное моделирование смесей растительных масел для лечебно-профилактического питания с учетом биомедицинских требований. Разработана автоматизированная система, позволяющая подбирать составы смесей на основе заданного соотношения омега-6 и омега-3 жирных кислот. Методом полного перебора получены три варианта смесей: два с соотношением 5:1 и один с 10:1, что делает их пригодными для оздоровительного и лечебного питания.

С учётом пищевой ценности и биологической эффективности нами разработаны сбалансированные купажи из подсолнечного, льняного, сафлорового и хлопкового масел. Подсолнечное и сафлоровое масло являются источником омега-6 (65,61% и 77,18% соответственно), льняное — омега-3 (67,52%), а хлопковое масло содержит около 25% насыщенных и 18% мононенасыщенных жирных кислот. Их полезные свойства обусловлены наличием линолевой, линоленовой и олеиновой кислот. Комплекс масел способствует укреплению сосудов, снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний, улучшению обмена веществ, регенерации тканей и замедлению старения. Отечественные масла по качеству не уступают зарубежным, а по экологичности нередко превосходят их [12, 13].

Внедрение технологии купажирования растительных масел будет способствовать расширению сырьевой базы на основе современных научно-технических достижений. Это создаст экономические условия для повышения стабильности производства и переработки как традиционных, так и новых видов маслосемян, улучшит рентабельность и повысит производительность труда. В результате возрастает инвестиционная привлекательность отрасли, а также будет возможен рост экспорта инновационных продуктов нового поколения с лечебно-профилактическими свойствами, способствующими укреплению здоровья нации.

Список литературы:

- 1 Mostafa R. A. et al. Formulation and characterization of vegetable oil blends rich in omega-3 fatty acids // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. – 2013. – Т. 25. – №. 6. – С. 426.
- 2 Memon H. D. et al. A review: Health benefits and physicochemical characteristics of blended vegetable oils // *Grain & Oil Science and Technology*. – 2024. – Т. 7. – №. 2. – С. 113-123.
- 3 Penprapai P. et al. Comparative study chemical properties of blended oil containing coconut oil and sacha inchi oil or peanut oil by cold extraction // *Journal of Applied Science and Emerging Technology*. – 2017. – Т. 16. – №. Special. – С. 40-47.
- 4 Mansur A. P. et al. The involvement of multiple thrombogenic and atherogenic markers in premature coronary artery disease // *Clinics*. – 2013. – Т. 68. – №. 12. – С. 1502-1508.
- 5 Общая характеристика растительных масел. Масла и жиры. [Электронный ресурс. <http://www.oilbranch.com/publ/view/702.html> (Дата обращения 07.06.2025)].
- 6 Кацнельсон Е. И., Чиркин А. А. Оптимизация витаминного и жирнокислотного состава растительных масел. – 2015.
- 7 Jiang, Q. Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory activities and their role in disease prevention and therapy / Q. Jiang // *Free Radical Biology and Medicine*. – 2014. – № 72. – P.76–90. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2014.03.035.
- 8 Xia, W. Potential of tocotrienols in the prevention and therapy of Alzheimer's disease / W. Xia, H. Mo // *Journal of Nutritional Biochemistry*. – 2016. – № 31. – P. 1–9. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2015.10.011.
- 9 Рощина Н. Н., Егорова Е. Ю. Разработка рецептуры трехкомпонентных растительных масел, оптимизированных по составу жирных кислот и витаминов // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. – 2011. – Т. 323. – №. 5-6. – С. 32-35.
- 10 Владыкина Д. С. и др. Разработка купажей растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом // *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. – 2015. – №. 4 (177). – С. 240-245.
- 11 Voskanyan O. S. et al. Modeling of the vegetable oil blends composition // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. – 2019. – Т. 10. – №. 8.

12 Сатаева Ж.И., Забенова Ж.М. Купажированные растительные масла – продукты функционального назначения. Материалы Международной научно-практической конференции «Модернизация агропромышленного комплекса и устойчивое развитие сельских территорий», посвященной 40-летию аграрно-технического образования и юбилею Аграрно-экономического института

им.С.Садвакасова, Кокшетау, 29 ноября 2019 года, с.107-110.

13 Сатаева Ж.И., Забенова Ж.М., Машанова Н.С. Создание купажей растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом. Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Современное состояние, перспективы развития и модернизации АПК РК», 27 сентября 2019 г., Семей, с.92-95.