РАЗРАБОТКА ЛИПИДНОГО КОМПЛЕКСА ЗАМЕНИТЕЛЯ МОЛОЧНОГО ЖИРА ВЫСОКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Ксения Викторовна Старовойтова, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания из растительного сырья
E-mail: centol@mail.ru
Любовь Васильевна Терещук, д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания из растительного сырья
Марина Геннадьевна Курбанова, д-р. техн. наук, заведующий кафедрой технологии продуктов питания из растительного сырья
Сергей Леонидович Лузянин, д-р биол. наук, доцент кафедры экологии и природопользования
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

Цель проведенного исследования – создание заменителей молочного жира, отвечающих всем требованиям, предъявляемым стандартом, включая жирнокислотный состав и биологическую эффективность. Исследовано влияние состава и свойств натуральных и модифицированных масел и жиров, вносимых в жировую основу заменителя молочного жира на его жирнокислотный состав и технологические свойства. В процессе работы применялись общепринятые и стандартные методы исследований. В качестве объектов выступали тропические масла (пальмовое масло и его фракции), жидкие растительные масла (подсолнечное, соевое, льняное) и готовые образцы сконструированных заменителей молочного жира. По результатам подобраны композиции жидких и твердых растительных масел, сбалансированные по жирнокислотному составу и структурно-реологическим свойствам; получены теоретические модели на основании расчета соотношений сырьевых ингредиентов в композициях с учетом требуемых характеристик готовых заменителей молочного жира; исследовано качество композиций, выбранных на основании теоретических расчетов и полученных в лабораторных условиях. Наилучшие технологические свойства продемонстрировали композиции, состоящие из пальмового масла (70–85 %), соевого масла (10–15 %) и пальмового суперолеина (20 %): композиции отличаются оптимальным соотношением ω-6/ω-3 жирных кислот и температурой плавления, соответствующей требованиям стандарта. Физико-химические, органолептические свойства и показатели безопасности полученных образцов отвечают всем требованиям государственного стандарта, что позволяет применять их при изготовлении молокосодержащих продуктов высокого качества.

Ключевые слова: молокосодержащие продукты, заменители молочного жира, жирнокислотный состав, температура плавления, твердые триглицеридои, трансизомеры

Для цитирования: Разработка липидного комплекса заменителя молочного жира высокой биологической эффективности / К. В. Старовойтова, Л. В. Терещук, М. Г. Курбанова, Л. С. Лузянин // Молочная промышленность. 2024. № 5. С 56–63. https://www.doi.org/10.21603/1019-8946-2024-5-13

ВВЕДЕНИЕ

На качество молокосодержащих продуктов с частичной заменой молочного жира непосредственное влияние оказывают состав и свойства немолочных компонентов рецептуры: натуральных и модифицированных растительных масел и жиров, вносимых в липидную составляющую [1]. Оптимально смоделированный состав жировой фазы молокосодержащего продукта обеспечивает необходимую твердость, температуру плавления, а также содержание твердых триглицеридов (ТТГ) и требуемую консистенцию при определенных температурах (20° С и 35° С)[1]. Специальная жировая композиция, именуемая заменителем молочного жира (далее ЗМЖ), отличается от других жиров специального назначения тем, что в нормативной документации на данный вид продукции нормируется не только состав сырья, но и предъявляются требования к биологической эффективности продукта. Согласно ГОСТ 31648-2022, соотношение полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот (ПНЖК / НЖК должно составлять: не менее 0,3 для Марки 1 (не нормируется для Марки 2); сумма массовых долей линолевой и линоленовой кислот должна составлять не менее 15 % для Марки 1 и не менее 10 % от общего содержания жирных кислот для Марки 2, а соотношение линолевой и линоленовой жирных кислот должно быть в диапазоне от 5:1 до 15:1. При создании заменителей молочного жира из жиров немолочного происхождения, производитель может использовать достаточно широкий набор сырьевых компонентов, перечисленных в государственном стандарте, однако для выполнения требований к биологической эффективности необходим предварительный расчет и прогнозирование жирнокислотного состава готового продукта на основании данных о составе исходных сырьевых компонентов. Для обеспечения соответствия требованиям стандарта по содержанию линоленовой кислоты, при изготовлении заменителей молочного жира целесообразно использовать масла, имеющие в своем жирнокислотном составе жирные кислоты ряда ω-3[2] [3].

[1]ГОСТ 31648-2022 «Заменители молочного жира. Технические условия». – М: Российский институт стандартизации, 2022. – 16 с.
[2]ГОСТ 30623-2018 «Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации». – М: Стандартинформ, 2018. – 32 с.

Из всего перечня растительных масел, разрешенных ГОСТ 31648-2022, лишь соевое, рапсовое и льняное растительные масла содержат в своем составе достаточное количество линоленовой кислоты (ω-3). Также при конструировании заменителей молочного жира для молокосодержащих продуктов необходимо учитывать требования ТР ТС 024/2011 по ограничению содержания трансизомеров жирных кислот до 2 % [5]. Таким образом, актуальными представляются научные исследования по моделированию жировых композиций, соответствующих всем предъявляемым требованиям к заменителям молочного жира, в том числе по составу используемого сырья и по биологической эффективности готового продукта.

Целью исследовательской работы было создание жировых композиций, соответствующих требованиям, предъявляемым стандартом ГОСТ 31648-2022 к заменителям молочного жира по жирнокислотному составу. Кроме того, при разработке жировых композиций ЗМЖ учитывались органолептические и физико-химические показатели продукта.

Источник изображения: freepik.com

В соответствии с поставленной целью были определены задачи:

- подобрать набор жидких и твердых масел и жиров, оптимально подходящих по жирнокислотному составу и структурно-реологическим характеристикам для включения в состав заменителя молочного жира;
- получить теоретические модели на основании расчета соотношений сырьевых ингредиентов в композициях с учетом требуемых характеристик готовых жировых систем;
- исследовать качество, в том числе свойства плавления композиций, выбранных на основании теоретических расчетов и полученных в лабораторных условиях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследований являлись жидкие растительные масла (соевое масло по ГОСТ 31760-2012, подсолнечное масло по ГОСТ 1129-2013, льняное масло российского производства согласно ТР ТС 024/2011); тропические масла (пальмовое масло и пальмовый суперолеин производства Малайзии) согласно ТР ТС 024/2011.

Были смоделированы жировые композиции из компонентов, разрешенных стандартом ГОСТ 31648-2022. В качестве сырья, которое обеспечит необходимое содержание незаменимой линоленовой кислоты в готовом продукте, было выбрано рафинированное дезодорированное соевое масло, содержащее в своем составе до 59 % данной кислоты, и нерафинированное льняное масло, содержащее до 80 % линоленовой кислоты[3] [3]. Использование этих масел позволит скорректировать жирнокислотный состав по непредельным незаменимым кислотам. В лабораторных условиях при помощи мешалки и скребкового переохладителя ESM-6805 (Китай) путем перемешивания с одновременным переохлаждением были получены образцы заменителей молочного жира.

В работе был использован стандартизированный метод исследований жирнокислотного состава масел и жиров, а также смоделированных композиций, описанный ГОСТ 31663-2012. Данный метод основан на получении метиловых эфиров жирных кислот, с последующим разделением на газожидкостном хроматографе Agilent 7890A и получением хроматограмм с отраженным процентным содержанием отдельных жирных кислот. Также определяли температуру плавления исходных компонентов и полученных компози-

[3]ГОСТ 30623-2018 «Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации». – М: Стандартинформ, 2018. – 32 с.

Источник изображения: freepik.com

ций по ГОСТ ISO 6321–2019. Сущность метода заключается в том, что в стеклянный капилляр, открытый с двух концов, набирают исследуемый жир и подвергают кристаллизации в контролируемых условиях, затем капилляр с жиром опускают в воду, нагреваемую с заданной скоростью. Температуру, при которой регистрируется начало подъема столбика жира в капилляре, принимают за температуру плавления жира. Содержание твердых триглицеридов определяли ядерно-магнитным резонансом по ГОСТ 31757-2012.

Все опыты производились в 3–4-кратной повторности, в таблицах представлены средние значения содержания жирных кислот в исследуемых образцах и температуры плавления полученных композиций. Исследования проводились на одном и том же испытуемом материале, в одной лаборатории, одним аналитиком, на одном оборудовании, за короткий промежуток времени.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно требованиям ГОСТ 31648-2022 «Заменители молочного жира. Технические условия», жиры и масла, поступающие на производство заменителей молочного жира (ЗМЖ), должны быть полностью или частично рафинированными. При этом, требования по сопутствующим веществам (свободные жирные кислоты, фосфолипиды, воски, пигменты) являются одинаковыми для всех жиров и масел. Так, по ТР ТС 024/2011 кислотное число (КЧ), характеризующее содержание свободных жирных кислот, не должно превышать 0,3 мг КОН/г; обязательно полное отсутствие фосфолипидов; цветное число, характеризующее содержание пигментов, должно составлять не более 10 мг йода. При этом содержание вторичных продуктов окисления, определяемое по перекисному (ПЧ) и анизидиновому (АЧ) числам не должны превышать установленных значений (ПЧ – не более 2 ммоль активного кислорода/кг, и АЧ – не более 3) [4]. Таким образом, масла и жиры, разрешенные для применения в составе ЗМЖ, представляют собой смеси триглицеридов, практически лишенные сопутствующих веществ. Следует отметить, что продукты окислительной порчи (перекиси, гидроперекиси, альдегиды и др.) являются легколетучими. Следовательно, практически полностью отгоняются в процессе дезодорации. Льняное масло, разрешенное для применения в составе ЗМЖ[4], дезодорировать не рекомендовано из-за высокого содержания линоленовой кислоты[5] [3]. Поэтому, в составе композиций для заменителей молочного жира оно может быть частично рафинированным. Нами предлагается в составе композиций для производства ЗМЖ использовать растительные масла линоленовой группы в частично рафинированном и дезодорированном виде.

Так как к основным требованиям к ЗМЖ относится показатель биологической эффективности[6] [2, 7], отражающий структурные показатели жирных кислот и их соотношение между собой, необходимо строго контролировать жирнокислотный состав поступающего сырья. Так, морфологические особенности, например подсолнечника, могут существенно влиять на жирнокислотный состав масла, который варьируется в широких пределах по содержанию олеиновой и линолевой жирных кислот[5] [3]. Таким образом, масло из подсолнечника высокоолеинового сорта нецелесообразно использовать в составе ЗМЖ из-за высо-

[4]ГОСТ 31648-2022 «Заменители молочного жира. Технические условия». – Москва, Российский институт стандартизации, 2022. – 16 с.
[5]ГОСТ 30623-2018 «Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации». – М: Стандартинформ, 2018. – 32 с.
[6]Топникова, Е. В. Влияние состава жировых композиций на качество спредов / Е. В. Топникова, Е. Н. Пирогова, Н. В. Иванова [и др.] // Переработка молока. 2019. № 2(232). С. 28–32. https://elibrary.ru/yyflql

кого содержания олеиновой кислоты (порядка 70 %) и недостатка полиненасыщенных жирных кислот (линолевой). В качестве рецептурного компонента ЗМЖ нами предлагается использовать рафинированное дезодорированное подсолнечное масло с содержанием линолевой кислоты не менее 65 %. Его внесение позволит скорректировать жирнокислотный состав композиций по непредельным незаменимым кислотам. При этом следует учитывать, что в подсолнечном масле отсутствует линоленовая кислота. В таких маслах, как соевое и рапсовое, сумма непредельных жирных кислот также составляет 65–70 %, но в этих маслах присутствует линоленовая кислота, что будет положительно влиять на жирнокислотный состав композиции ЗМЖ. В государственном стандарте на заменители молочного жира также допускается использование льняного масла, которое отличается от других растительных масел самым высоким содержанием линоленовой кислоты (до 68,5 %) [3], что позволяет, при внесении его в композицию в небольших количествах, скорректировать соотношение незаменимых жирных кислот для продуктов повседневного и лечебно-профилактического питания, в том числе в спредов, как растительно-сливочных, так и сливочно-растительных.

Результаты хроматографических исследований жирнокислотного состава образцов жидких растительных масел, рекомендуемых для производства ЗМЖ представлены в таблице 1.

Таблица 1
Жирнокислотный состав жидких растительных масел*

Наименование жирной кислоты	Содержание, %		
	Масло льняное	Масло соевое	Масло подсолнечное
Пальмитиновая (С16:0)	7,41 ± 1,2	7,32 ± 1,2	6,45 ± 1,2
Пальмитолеиновая (С16:1)	0,12 ± 0,05	0,08 ± 0,05	0
Стеариновая (С18:0)	5,42 ± 1,2	3,58 ± 0,05	3,68 ± 0,05
Олеиновая (С18:1 *cis*)	20,31 ± 1,2	22,98 ± 1,2	22,79 ± 1,2
Линолевая (С18:2 *total*)	16,64 ± 1,2	51,75 ± 1,2	67,08 ± 1,2
Линоленовая (С18:3)	49,8 ± 1,2	11,65 ± 1,2	0
Арахиновая (С20:0)	0,15 ± 0,05	0,89 ± 0,05	0
Гадолеиновая (С20:1)	0,14 ± 0,05	0,61 ± 0,05	0
Эйкозадиеновая (С20:2)	0	0,01 ± 0,05	0
Бегеновая (С22:0)	0	0,8 ± 0,05	0
Эруковая (С22:1)	0	0,33 ± 0,05	0
Сумма жирных кислот	100,0	100,0	100,0

*Составлено авторами.

Нами предлагается вносить в состав композиции ЗМЖ льняное масло в количестве до 5 %, что позволит обеспечить до 0,8 % линолевой кислоты (ω-6) и 2,5 % линоленовой кислоты (ω-3) от суммы жирных кислот. Данное количество позволяет сбалансировать композицию по соотношению ω-6:ω-3 жирных кислот, при этом не способствуя существенной интенсификации окислительных процессов, в связи с тем, что нерафинированное льняное масло содержит до 140 мг/100 г токоферолов и до 0,72 мг/100 г фосфолипидов, являющихся природными антиоксидантами [6].

Внесение льняного масла в жировые композиции в количестве до 5 % позволяет получить смесь со слегка уловимым травяным привкусом льняного масла, соответствующим по шкале оценки вкуса и запаха 47 баллам. При этом 50 баллов соответствует полностью обезличенному по вкусу и запаху маслу. Данная композиция обеспечивает соотношение эссенциальных непредельных жирных кислот, линолевой и линоленовой – в среднем, 8:1.

Источник изображения: freepik.com

Источник изображения: freepik.com

Помимо требований по жирнокислотному составу, при конструировании необходимо учитывать реологические характеристики сырьевых компонентов и готового ЗМЖ[8] [7, 8]. В качестве структурирующих компонентов заменителей молочного жира, определяющих твердость, температуру плавления и содержание твердых триглицеридов (ТТГ) предлагается использовать природные немодифицированные виды тропических растительных масел, в которых, в отличие от модифицированных видов жирового сырья, полностью отсутствуют трансизомеры жирных кислот [6]. Для конструирования предлагается пальмовое масло и его суперолеиновая фракция, полученная на третьей стадии фракционирования (табл. 2).

Данная фракция отличается более низким содержанием насыщенной пальмитиновой кислоты, в сравнении с пальмовым маслом, что обусловливает ее относительную легкоплавкость (температура плавления – 12 °С). Данное свойство позволяет получать заменители молочного жира с более пластичной консистенцией и требуемым содержанием пальмитиновой кислоты (не более 38 % по ГОСТ 31648-2022). Важным требованием к ЗМЖ является также общее отношение полиненасыщенных жирных кислот к насыщенным. Внесение суперолеиновой фракции пальмового масла позволяет сбалансировать данный показатель (норма по ГОСТ 31648-2022 составляет 0,3 и более).

Анализ данных показывает, что пальмовое масло и его фракции могут быть не только структурообразующими компонентами ЗМЖ, влияющими на темпе-

Таблица 2
Жирнокислотный состав пальмового масла и пальмового суперолеина*

Наименование жирной кислоты	Содержание, %	
	Масло пальмовое	Пальмовый суперолеин
Миристиновая (С14:0)	1,24 ± 0,05	1,22 ± 0,05
Пальмитиновая (С16:0)	39,97 ± 1,20	32,07 ± 1,20
Пальмитолеиновая (С16:1)	0	0
Стеариновая (С18:0)	5,50 ± 1,20	3,25 ± 0,05
Олеиновая (С18:1 *cis*)	43,46 ± 1,20	48,66 ± 1,20
Олеиновая (С18:1 *trans*)	0	0
Линолевая (С18:2 *total*)	9,83 ± 1,20	14,80 ± 1,20
Сумма жирных кислот	100,00	100,00

*Составлено авторами.

[8]Топникова, Е. В. Влияние состава жировых композиций на качество спредов / Е. В. Топникова, Е. Н. Пирогова, Н. В. Иванова [и др.] // Переработка молока. 2019. № 2(232). С. 28–32. https://elibrary.ru/yyflql

ратуру плавления и содержание твердых триглицеридов, но и позволяют балансировать соотношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

В соответствии с определенными задачами, на следующем этапе был произведен теоретический расчет жирнокислотного состава композиций для получения заменителей молочного жира. Данные по некоторым полученным композициям представлены в таблице 3.

Предварительный расчет жирнокислотного состава заменителей молочного жира, позволил получить достаточно большой набор композиций, соответствующих всем предъявляемым требованиям. Однако, из-за достаточно высокой стоимости твердых тропических масел (кокосового и пальмоядрового), было принято решение ограничить спектр используемого сырья.

По содержанию и соотношению жирных кислот смоделированные композиции пригодны для использования в рецептуре заменителя молочного жира. Помимо жирнокислотного состава, к ЗМЖ предъявляется ряд требований по температуре плавания продукта и консистенции при 12 °С, а также к содержанию ТТГ в определенном диапазоне температур. В лабо-

Источник изображения: freepik.com

Таблица 3
Результаты теоретического расчета жирнокислотного состава композиций*

№ образца	Наименование компонента	Содержание жирных кислот, %					Отношение полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот	Суммарное содержание ω-6 и ω-3	ω-6 / ω-3
		Массовая доля компонента, %	Полиненасыщенные жирные кислоты (в том числе пальмитиновая)	Мононенасыщенные жирные кислоты	Линолевая кислота	Линоленовая кислота			
1	Масло пальмовое	80	39,89 (33,44)	39,57	18,21	2,33	0,51	20,54	7,8
	Масло соевое	90							
2	Масло пальмовое	75	37,70 (31,63)	38,17	21,58	2,49	0,65	24,07	8,6
	Масло подсолнечное	20							
	Масло льняное	5							
3	Масло пальмовое	70	40,05 (34,55)	41,32	16,86	1,74	0,46	18,61	10,68
	Суперолеин пальмовый	15							
	Масло соевое	15							
4	Масло пальмовое	80	39,51 (33,31)	39,19	18,75	2,49	0,53	21,24	7,53
	Масло подсолнечное	15							
	Масло льняное	5							

*По гост ГОСТ 31648-2022 «Заменители молочного жира. Технические условия»: полиненасыщенные жирные кислоты – не более 55 для Марки 1; пальмитиновая кислот – не более 38% от суммы жирных кислот; отношение полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот – не менее 0,3 для Марки 1; суммарное содержание ω-6 и ω-3 – не менее 15 для Марки 1 и 10 для Марки 2; отношение ω-6 и ω-3 – 5–15 для Марки 1. Составлено авторами.

раторных условиях нами было получено 4 образца заменителей молочного жира путем переохлаждения с одновременной механической обработкой, а также изучены их органолептические и физико-химические показатели, включая свойства плавления. Определяли консистенцию, температуру плавления и содержание твердых триглицеридов (табл. 4 и рис.) в смесях, полученных при варьировании массовой доли добавленного жидкого растительного масла.

Содержание твердых триглицеридов является фактором, определяющим плотность, консистенцию и намазываемость вырабатываемой продукции. Данный показатель определяется в заданном диапазоне температур (как правило, от 5 до 40 °С). По содержанию ТТГ при конкретной температуре можно сделать вывод о структурирующих свойствах жиров и их смесей. Так, при увеличении содержания твердых триглицеридов в интервале 20–25 °С, значительно увеличивается твердость продукта [7, 8, 9].

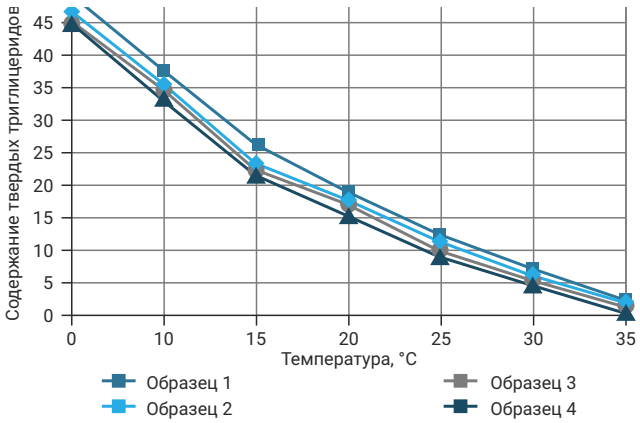

Рисунок. Содержание твердых триглицеридов в сконструированных жировых композициях

При температуре 12 °С образцы ЗМЖ характеризовались однородной, твердой, достаточно плотной консистенцией, при этом содержание ТТГ во всех образцах составляло 33 % и выше. Добавление в рецептуру ЗМЖ жидких растительных масел позволило получить достаточно низкие значения ТТГ при 20 °С (от 15 до 19 %), что соответствует свойствам плавления молочного жира. При этом, намазываемость и пластичность полученных образцов превосходит молочный жир. Однако, о несмотря на обязательное присутствие в составе ЗМЖ линолевой и линоленовой жирных кислот в количестве не менее 10 %, количество жидкого растительного масла следует ограничивать. Это связано с тем, что при содержании ТТГ при 20 °С менее 10 %, ЗМЖ теряет плотность структуры, жидкие фракции препятствуют силам сцепления и готовый продукт отличается мягкой нестабильной консистенцией. Также следует учитывать область применения ЗМЖ, способ и метод его фасовки (наливом в пластиковые ведра или в короба).

Сконструированные композиции не требуют внесения дополнительных пищевых и технологических добавок, поскольку необходимые показатели качества достигаются путем правильного подбора соотношений жировых компонентов и переохлаждением в сочетании с механической обработкой. Физико-химические, органолептические показатели и показатели безопасности полученных образцов заменителя молочного жира, полученные в результате исследований, полностью соответствуют требованиям ГОСТ 31648-2022 [3]. Полученные заменители молочного жира отличаются от полученных ранее коллективом авторов и другими исследователями тем, что не содержат в своем составе жиров, подвергнутых переэтерификации и при этом обладают свойствами, подходящими для использования в составе молокосодержащих продуктов[9] [7, 8, 9].

Таблица 4

Содержание твердых триглицеридов в сконструированных композициях, %

Наименование образца	Температура, °С							Температура плавления, °С
	5	10	15	20	25	30	35	
Образец 1	49,10 ± 0,05	37,70 ± 0,05	26,13 ± 0,05	18,70 ± 0,05	12,25 ± 0,05	7,07 ± 0,05	2,15 ± 0,05	35,7
Образец 2	46,86 ± 0,05	35,50 ± 0,05	23,30 ± 0,05	17,50 ± 0,05	11,20 ± 0,05	6,01 ± 0,05	1,80 ± 0,05	35,1
Образец 3	45,10 ± 0,05	34,70 ± 0,05	22,13 ± 0,05	16,90 ± 0,05	9,75 ± 0,05	5,07 ± 0,05	1,14 ± 0,05	34,3
Образец 4	44,86 ± 0,05	33,05 ± 0,05	21,50 ± 0,05	15,13 ± 0,05	8,73 ± 0,05	4,50 ± 0,05	0,10 ± 0,05	33,8
Норма согласно ГОСТ 31648-2022	–	–	–	6–45	–	–	не более 5	25–36

[9]Топникова, Е. В. Влияние состава жировых композиций на качество спредов / Е. В. Топникова, Е. Н. Пирогова, Н. В. Иванова [и др.] // Переработка молока. 2019. № 2(232). С. 28–32. https://elibrary.ru/yyflql

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований получены новые данные по конструированию рецептур заменителей молочного жира: подобран оптимальный набор и соотношения жидких и твердых масел и жиров для включения в состав заменителей молочного жира, соответствующих всем предъявляемым требованиям стандарта ГОСТ 31648-2022. Исследован жирнокислотный состав и свойства плавления жировых композиций, выбранных на основании теоретических расчетов и полученных в лабораторных условиях, установлены зависимости между жирнокислотным составом и свойствами плавления сконструированных композиций.

Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод о том, что смешивание твердых натуральных масел с жидкими маслами линоленовой и линолевой группы (в частности, соевым маслом) дает возможность получить заменители молочного жира с необходимыми характеристиками, что позволяет применять их при изготовлении молокосодержащих продуктов высокого качества. В перспективе планируются исследования по созданию композиций с использованием рапсового, кукурузного и других растительных масел, разрешенных стандартом для применения в составе заменителей молочного жира.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование было выполнено с использованием приборной базы лаборатории кафедры «Технология продуктов питания из растительного сырья» Кемеровского государственного университета. ■

NEW LIPID COMPLEX OF MILK FAT SUBSTITUTE WITH HIGH BIOLOGICAL EFFICIENCY

Ksenia V. Starovoitova, Lyubov V. Tereshchuk, Marina G. Kurbanova, Sergey L. Luzyanin
Kemerovo State University, Kemerovo

ORIGINAL ARTICLE

The article introduces a new milk fat substitute that meets all standard requirements in fatty acid composition and biological efficiency. The authors used standard research methods to describe the effect of natural and modified oils and fats introduced into the fat base on the fatty acid composition and technological properties. The study involved tropical oils (palm oil and its fractions), liquid vegetable oils (sunflower, soybean, and linseed), and samples of various milk fat substitutes. The results obtained made it possible to develop optimal compositions of liquid and solid vegetable oils that were balanced in fatty acids, as well as in structural and rheological properties. The ratio calculations for raw ingredients yielded theoretical models that produced a desired composition and properties. The rationalized and experimentally-obtained compositions underwent quality tests. The best technological properties belonged to the compositions that consisted of palm oil (70–85%), soybean oil (10–15%), and palm superolein (20%). They demonstrated an optimal ratio of ω-6/ω-3 fatty acids and had a melting point that met standard requirements. The physicochemical, sensory, and safety indicators also corresponded to the state standard, which renders the experimental product good prospects in commercial production of high-quality milk-containing foods.

Keywords: milk-containing products, milk fat substitutes, fatty acid composition, melting point, solid triglyceride, trans-isomers

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Топникова, Е. В.** Современное производство спредов: особенности ассортимента, сырье, ингредиенты, качество / Е. В. Топникова, А. В. Дунаев, Е. Н. Пирогова // Сыроделие и маслоделие. 2022. № 1. С. 52–56.
2. **Капранчиков, В.** Новый ГОСТ на ЗМЖ - новый стандарт безопасности / В. Капранчиков // Сыроделие и маслоделие. 2023. № 2. С. 38–39. https://elibrary.ru/zwfhbf
3. **Альжаксина, Н. Е.** Исследование жирнокислотного состава растительных масел / Н. Е. Альжаксина, А. Б. Саршаева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3(71). С. 604–610. https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-59; https://elibrary.ru/wiaefy
4. **Старовойтова, К. В.** Окислительная и гидролитическая порча жирового сырья для молокосодержащих продуктов в процессе хранения / К. В. Старовойтова, Л. В. Терещук, М. Г. Курбанова, Т. В. Филимонова // Сыроделие и маслоделие. 2023. № 4. С. 98–102. https://doi.org/10.21603/2073-4018-2023-4-16; https://elibrary.ru/ebewxu
5. **Павлова, И. В.** Вопросы технического регулирования в области производства заменителей молочного жира и молокосодержащих продуктов / И. В. Павлова, Н. В. Долганова, М. Б. Коблицкая // Молочная промышленность. 2018. № 11. С. 48–49. https://elibrary.ru/ymsbhv
6. **Лисовая, Е. В.** Пищевая и физиологическая ценность льняных масел высоколиноленового типа / Е. В. Лисовая, Е. П. Викторова, А. В. Бородкина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. № 2(6). С. 65–71. https://elibrary.ru/twpcmj
7. **Терещук, Л. В.** Модифицированные жиры для молокосодержащих продуктов / Л. В. Терещук, К. В. Старовойтова, М. А. Тарлюн // Молочная промышленность. 2019. № 7. С. 32–35. https://elibrary.ru/shpamj
8. **Терещук, Л. В.** Моделирование жировой композиции для молокосодержащих продуктов / Л. В. Терещук, К. В. Старовойтова, М. А. Тарлюн // Молочная промышленность. 2021. № 9. С. 43–44. https://doi.org/10.31515/1019-8946-2021-09-43-44; https://elibrary.ru/pzlwnn
9. **Starovoytova, K.** Technological aspects of creating emulsion food systems / K. Starovoytova, L. Tereshchuk, I. Dolgolyuk // AIP Conference Proceedings, Kaliningrad, 06–07 October 2021. Vol. 2636. – Kaliningrad: AIP PUBLISHING, 2022. – P. 020008. https://doi.org/10.1063/5.0106894; https://elibrary.ru/qwetuy