УДК 664.36:665.353

Л.В. Терещук, А.С. Мамонтов, К.В. Старовойтова

ПРОДУКТЫ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА В ПРОИЗВОДСТВЕ СПРЕДОВ

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования в технологии производства спредов продуктов фракционирования пальмового масла. Исследованы физико-химические и структурно-реологические характеристики пальмового масла, пальмового олеина и пальмового стеарина, используемых в технологии производства спреда. Разработаны жировые основы для растительно-сливочных спредов, состоящие из молочного жира, пальмового масла, пальмового олеина и подсолнечного высокоолеинового масла. На основании проведенных исследований реологических и органолептических характеристик полученных жировых композиций установлено, что внесение продуктов фракционирования пальмового масла благоприятным образом влияет на текстуру и жирнокислотный состав спреда, позволяя получить продукт заданного состава и свойств.

Молочный жир, пальмовое масло, пальмовый олеин, пальмовый стеарин, консистенция, пластичность, твердость, температура плавления.

Введение

Качество жировой продукции, прежде всего спредов, задается жировым составом, нежировыми добавками, характером формирующейся эмульсии и в первую очередь используемой жировой фазой, которая определяет температуру плавления, твердость продукта, его намазываемость и структурно-реологические характеристики.

Проблема дефицита твердых жиров может быть успешно решена за счет более широкого применения пальмового масла и его фракций. Благодаря высокому содержанию твердых триглицеридов это масло имеет полутвердую консистенцию, что позволяет использовать его в естественном виде в производстве пищевых продуктов без увеличения количества трансжирных кислот.

Изначально страны – производители пальмового масла экспортировали только масло-сырец, но в настоящее время поставляются только рафинированное пальмовое масло и его фракции.

Жидкую фракцию в торговой и промышленной практике именуют пальмовым олеином (пальмовый пальмитин); твердую – пальмовым стеарином. Характеристика и химический состав фракций зависят от принятых методов фракционирования и разделения фаз. Процесс фракционирования широко используется для получения продуктов пальмового масла с различными характеристиками.

По основным структурно-механическим свойствам и составу пальмовое масло и его фракции могут полностью или частично заменить модифицированные жиры, в том числе гидрированные растительные масла, для которых характерно высокое содержание транс-изомеров жирных кислот (от 40 до 60 %).

Пальмовый олеин широко используется в качестве жидкого компонента жировой основы для маргариновой продукции: как высокостабильное масло для обжарки различных пищевых продуктов, как салатное масло [5].

Стеариновая фракция находит применение в качестве компонента жировой основы кулинарных жиров, маргаринов, в производстве мыла, моющих и косметических средств. Пальмовый стеарин является незаменимым для таких продуктов, как разрыхлители, маргарины для слоеного теста.

Из пальмового масла методом двойного фракционирования может быть получена фракция, которая является заменителем масла какао и применяется в кондитерской промышленности [5].

Специфичность состава пальмового масла и его фракций ограничивает возможность более широкого его применения. Повышенное содержание высокоплавких триглицеридов и малое содержание низкоплавких создают проблемы при использовании масла в производстве различных спредов. Пальмовое масло имеет пологую и растянутую дилатометрическую характеристику: будучи высокоплавким, оно сохраняет высокую твердость и даже хрупкость только при температурах ниже 15 °С, медленно кристаллизуется при 15–20 °С, постепенно образуя крупнозернистую кристаллическую структуру. Пальмовое масло в смесях с большинством других масел и жиров проявляет так называемое свойство посткристаллизации – затвердевание при хранении. В результате, например, маргарин с содержанием пальмового масла более 20 % сначала излишне мягок, а затем затвердевает. Замедленной кристаллизации пальмового масла способствует неравномерное соотношение симметричных и несимметричных динасыщенных триглицеридов. Указанные проблемы могут быть решены путем применения специальных режимов перемешивания и стерилизации. Также одним из приемов, позволяющим изменить характер кристаллизации пальмового масла, является гидропереэтерификация или переэтерификация его в смеси с другими маслами. Гидрогенизированное или переэтерифицированное пальмовое масло кристаллизуется значительно быстрее, чем обычное [3].

Таким образом, совершенствование технологии использования пальмового масла, продуктов его фракционирования в производстве масложировых продуктов определяет следующие преимущества:

– обеспечение необходимого содержания твердого жира без использования гидрогенизированных жиров или сокращение их количества до минимума;

– наличие глицеридов, сходных с глицеридами сливочного масла, что создает условия для повышения вкусовых достоинств маргарина при той же температуре плавления;

– различные смеси пальмового масла и продуктов его переработки выгодно использовать при изготовлении твердых жиров для различных целей без применения дорогостоящей гидрогенизации;

– пальмовое масло идеально подходит для жарки благодаря высокой термостойкости, так как содержит незначительное количество ненасыщенных линолевой и линоленовой кислот, находящихся преимущественно в β-положении, что снижает их окислительную активность, а наличие некоторого количества естественных антиоксидантов практически не требует дополнительного их ввода.

Увеличение объемов использования пальмового масла в рецептурах спредов позволит решить и такую важную задачу, как обеспечение в составе жировой фазы сбалансированного соотношения жирных кислот и триглицеридов путем снижения содержания стеариновой кислоты и повышения доли линолевой, линоленовой за счет увеличения ввода таких масел, как соевое, рапсовое и подсолнечное.

Как показала практика, проектирование бинарных и многокомпонентных композиций с целью регулирования их жирнокислотного состава целесообразно проводить в два этапа: определение оптимальных соотношений ингредиентов и оценка коэффициента эффективности липидной составляющей спроектированной композиции. При этом не учитываются такие функционально-процессовые характеристики липидной составляющей как форма ее связи с отдельными компонентами комбинированного продукта, агрегатное состояние, теплофизические характеристики, органолептические показатели и т. д. [5].

Заменитель молочного жира по консистенции при 20–35 °С должен быть близок к молочному жиру, т.е. содержать при этих температурах примерно такое же количество твердой фазы. Температура плавления и твердость заменителя могут быть несколько выше, чем у молочного жира, а массовая доля твердой фазы при 5–15 °С на 5–10 % ниже. В этом случае заменитель превосходит молочный жир по пластичности при низких температурах и в то же время обладает достаточной твердостью для надежного формования полученного продукта.

Цель и задачи исследований

Целью работы является исследование продуктов фракционирования пальмового масла в связи с их использованием в технологии производства растительно-сливочных спредов.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: изучение и сравнительная оценка физико-химических показателей пальмового масла и продуктов его фракционирования, определение содержания твердых триглицеридов, температуры плавления, твердости продуктов фракционирования пальмового масла; изучение влияния структурно-реологических показателей продуктов фракционирования пальмового масла на технологические характеристики жировых основ спредов.

Объект и методы исследования

При выполнении работы, в соответствии с поставленными задачами исследований, использовали общепринятые и оригинальные методы исследований, в том числе ИК-ЯМР-спектроскопию и другие. Все исследования проводились в 3-4-кратной повторности и обрабатывались статистически. В экспериментальной части приведены средние значения показателей.

Были проведены исследования физико-химических, органолептических и структурно-реологических показателей пальмового масла, пальмового олеина и пальмового стеарина. Также объектом исследования являлись образцы растительно-сливочных спредов, изготовленных на линии по производству маргаринов фирмы «SPX Flow Technology».

Отбор и подготовку проб жирового сырья проводили согласно требованиям ИСО 5555-91 «Масла и жиры животные и растительные. Отбор проб» и ИСО 661-89 «Масла и жиры животные и растительные. Подготовка испытуемой пробы».

Жирнокислотный состав масел и жиров определяли методом газожидкостной хроматографии по ГОСТ 30418-96. Определению жирнокислотного состава предшествует перевод жирных кислот в метиловые эфиры. Полученные хроматограммы метиловых эфиров жирных кислот идентифицировали и рассчитывали количественное содержание жирных кислот по площадям пиков в процентах, используя стандартную методику.

Определение содержания твердых триглицеридов в продуктах фракционирования пальмового масла проводили на спектрометре JBM PC/20 Series NMR Analyzer (Minispec) согласно ГОСТ Р 53158-2008 и ИСО 8292:2008. Метод ЯМР определяет процентное содержание твердых триглицеридов (ТТГ) в образце жира при определенной температуре. Метод ЯМР обеспечивает возможность оценки массовой доли ТТГ с высокой точностью и воспроизводимостью получаемых данных и минимальной длительностью измерений.

Твердость (текстуру) жиров и жировых основ определяли на анализаторе текстуры «LFRA BROOKFELD», предназначенном для исследования реологических характеристик свойств твердых веществ, вязких жидкостей, порошков и гранулированных материалов.

Режим: Normal (измерение силы при сжатии)

Скорость: 2 мм/сек

Расстояние: 10 мм

Триггер: 4 г

Зонд: Brookfield TA 15 - 45º Perspex конический

Метод основан на измерении нагрузки, вызывающей деформацию образца испытуемого продукта в стандартных условиях. Испытания проводятся путем однократных либо циклических воздействий

на испытуемый образец путем сжатия или растяжения. В ходе теста в каждый момент времени измеряется усилие, которое необходимо приложить для деформации, вплоть до заданного момента окончания теста. Полученные зависимости позволяют оценить твердость, эластичность, прочность, вязкость, текучесть, консистенцию, адгезию и другие реологические параметры образцов.

Результаты исследования и их обсуждение

Пальмовый олеин представляет собой жидкую фракцию, а пальмовый стеарин – твердую фракцию, получаемую путем разделения пальмового масла после его кристаллизации при регулируемой температуре.

Использование продуктов фракционирования пальмового масла в рецептурах спредов обеспечивает получение продукта, свободного от трансизомеризованных жирных кислот [1, 4].

Важными физико-химическими показателями твердых жиров и масел, входящих в жировую основу спреда являются: температура плавления, твердость и содержание твердой фазы в определенном интервале температур.

Температура плавления жировой фазы определяет легкоплавкость продукта, которая характеризуется полнотой расплавления жира при температуре тела человека. Этот показатель должен находиться в интервале температур до 36 °С. Применение в жировой композиции высокоплавких жиров, не расплавляющихся при температуре 35–36 °С, ухудшает качественные показатели готового продукта, придавая ему салистый вкус [3].

В табл. 1–3 представлен диапазон варьирования температуры плавления пальмового масла и продуктов его фракционирования.

Твердость жировой основы, определяемая при 15 °С, корректируется содержанием твердой фазы и характеризует одно из важнейших свойств твердых жиров и масел – способность приобретать необходимую структуру при данной температуре. Чем выше содержание твердой фракции в данном жире, тем выше его твердость.

Содержание твердой фазы в интервале температур от 5 до 35 °С определяет пластичность жировой продукции, которая характеризует способность жира под влиянием механического воздействия изменять форму без разрыва сплошности, т.е. способность сохранять форму после снятия напряжения. Жир с хорошей пластичностью не меняет в широком температурном интервале соотношения содержания твердых и жидких глицеридов. Так, высокие упругопластические свойства сливочного масла определяются составом его твердой фракции, которая неоднородна и переходит в жидкое состояние в широком интервале температур. В связи с этим сливочное масло легко деформируется при механическом воздействии.

Нами исследованы образцы пальмового масла и продуктов его фракционирования по структурно-реологических характеристикам. Результаты приведены в табл. 1–3 и на рис. 1–3.

Из представленных в табл. 1 данных видно, что пальмовое масло при комнатной температуре имеет полутвердую неоднородную консистенцию, от белого до светло-желтого цвета, однородное по всей массе. Температура плавления составляет 33–39 °С. Твердость – 87 г/см. Содержание твердых триглицеридов пальмового масла представлено в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Содержание твердых триглицеридов

Сырье	Содержание ТТГ,% при °С						Тпл., °С
	5 °С	10°С	20°С	30°С	35°С	40°С	
Масло пальмовое	47,2	42,5	23,2	10	6,24	3,5	38,4

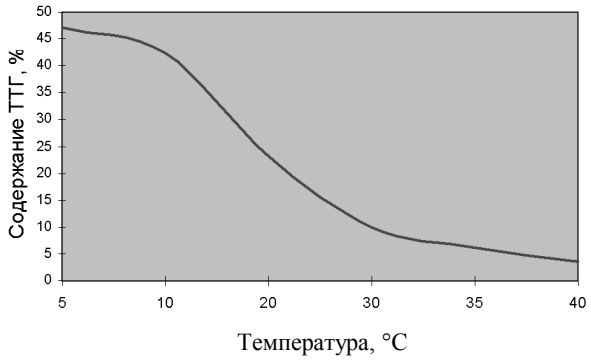

Рис. 1. Содержание твердых триглицеридов в пальмовом масле

Пальмовый стеарин – это самая твердая фракция пальмового масла. При комнатной температуре стеарин представляет собой твердое вещество, от белого до светло-желтого цвета, без посторонних вкусов и запахов. Температура плавления находится в интервале: 46,6–53,8 °С. Твердость – 447 г/см. Кривая содержания твердых триглицеридов выглядит следующим образом (табл. 2 и рис. 2).

Таблица 2

Показатели твердых триглицеридов

Сырье	Содержание ТТГ,% при °С						Тпл., °С
	5°С	10°С	20°С	30°С	35°С	40°С	
Пальмовый стеарин	78,0	76,0	60,0	40,0	34,0	28,0	47,0

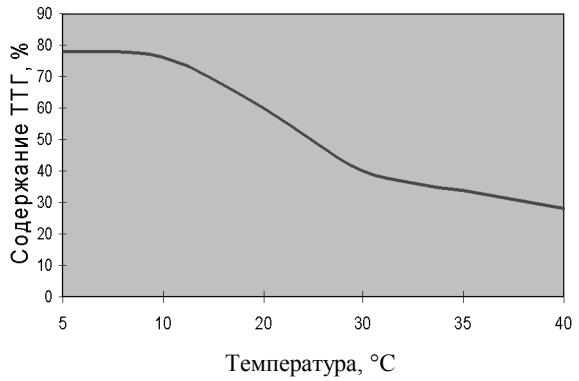

Рис. 2. Содержание твердых триглицеридов в пальмовом стеарине

Пальмовый олеин – это жидкая фракция пальмового масла. При комнатной температуре олеин представляет собой жидкое вещество, с возможным наличием белого осадка, без посторонних вкусов и запахов. Точка плавления: 19,2–23,6 °С. Содержание твердых триглицеридов представлено в табл. 3 и на рис. 3.

Таблица 3

Показатели твердых триглицеридов

Сырье	Содержание ТТГ,% при °С						Тпл., °С
	5°С	10°С	15°С	20°С	25° С	40°С	
Пальмовый олеин	42,2	38,3	19,9	5,7	2,1	0	20,2

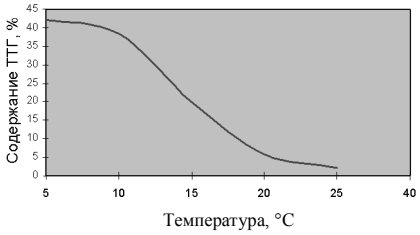

Рис. 3. Содержание твердых триглицеридов в пальмовом олеине

Жирно-кислотные составы пальмового масла, пальмового стеарина и пальмового олеина приведены в табл. 4.

Таблица 4

Жирно-кислотный состав пальмового масла и продуктов его фракционирования

Жирная кислота		Диапазон значений, %		
		Пальмовое масло	Пальмовый стеарин	Пальмовый олеин
С12:0	Лауриновая	0,1–0,4	0,1–0,3	0,2–0,4
С14:0	Миристиновая	0,5–2,0	1,1–1,7	0,9–1,2
С16:0	Пальмитиновая	39,0–46,8	49,8–68,1	38,3–42,9
С16:1	Пальмитолеиновая	Не более 0,6	0,05–0,1	0,1–0,3
С18:0	Стеариновая	3,5–6,0	3,9–5,6	3,7–4,8
С18:1	Олеиновая	36,7–43,0	20,4–34,4	39,8–43,9
С18:1 trans	Олеиновая	Не более 1	–	–
С18:2	Линолевая	6.5–12.0	5,0–8,9	10,4–12,7
С18:3	Линоленовая	Не более 0,5	0,1–0,5	0,1–0,6
С20:0	Арахиновая	Не более 1,0	0,3–0,6	0,2–0,6

Анализируя представленные данные, следует отметить, что в сравнении с пальмовым маслом пальмовый олеин содержит большее количество олеиновой и линолевой кислоты, в связи с чем продукт отличается более низкой температурой плавления. Данную низкоплавкую фракцию целесообразно использовать при разработке новых диетических разновидностей спредов с улучшенной пластичностью.

Важным моментом в вопросах создания сбалансированных жировых комплексов является содержание трансизомеризованных жирных кислот, поэтому подбор оптимального количества вносимых в жировую основу гидрированных жиров представляется весьма существенным.

Высокоплавкая фракция пальмового масла – пальмовый стеарин – характеризуется повышенным содержанием пальмитиновой и стеариновой кислот. Температура плавления исследованного образца составляет 47,0 °С. Использование пальмового стеарина в рецептурной композиции жировых основ позволяет получать продукты целевого назначения, которые характеризуются повышенной твердостью.

Как видно из представленных данных, продукты фракционирования пальмового масла резко отличаются по содержанию твердых триглицеридов. Так, при температуре 20 °С пальмовое масло содержит 23,2 % твердой фракции; пальмовый олеин – 5,7 %, а пальмовый стеарин – 60,0 %. Диаграммы свидетельствуют о явных различиях в физических свойствах продуктов, полученных при фракционировании пальмового масла. Чем больше содержание в жирах твердой высокоплавкой фракции, тем выше его твердость. Так, пальмовое масло и пальмовый стеарин имеют твердость 87 и 447 г/см соответственно.

Проведенные исследования физико-химических показателей пальмового масла и продуктов его фракционирования позволили разработать жировые основы для растительно-сливочных спредов, состоящие из молочного жира, пальмового масла, пальмового олеина и подсолнечного высокоолеинового масла. Их характеристика представлена в табл. 5.

Таблица 5

Жировые композиции с использованием молочного жира и растительных масел

Компоненты жировой фазы	Количество компонентов	Температура плавления, °С	Твердость, г/см	Жирнокислотный состав, %		
				НЖК	МНЖК	ПНЖК
Композиции из молочно-растительного сырья						
Молочный жир Пальмовое масло Подсолнечное масло	50 30 20	30,0	69	56,5	27,9	15,6
Молочный жир Пальмовый олеин Подсолнечное масло	50 30 20	28,0	50	53,9	39,2	6,9

Из представленных данных видно влияние структурно-реологических показателей пальмового масла и пальмового олеина на технологические характеристики жировых основ спредов. Пальмовый олеин позволяет получить продукт более мягкой консистенции с твердостью 50 г/см, а внесение в рецептуру пальмового масла способствует получению более твердой жировой основы спреда.

Таким образом, при производстве спредов варьирование рецептурного количества той или иной фракции пальмового масла позволят вырабатывать продукты с заданным составом и свойствами.

Список литературы

1. Доронин, А.Ф. Функциональные пищевые продукты / А.Ф. Доронин, Л.В. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев и др.: под ред. А.А. Кочетковой. – М: ДеЛи принт, 2008. – 282 с.

2. Ипатова, Л.Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.В. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.А. Тутельян. – М: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.

3. Каменских, А.В. Исследование и разработка технологии сливочно-растительного спреда функционального назначения: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / А. В. Каменских; КемТИПП. – Кемерово, 2008. – 157 с.

4. Тутельян, В.А. Функциональные жировые продукты в структуре питания / В.А. Тутельян, А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова // Масложировая промышленность. – 2009. – № 6. – С. 6–9.

5. Терещук, Л.В. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования: монография / Л.В. Терещук, М.С. Уманский: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2006. – 255 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

L.V. Tereshchuk, A.S. Mamontov, K.V. Starovoytova

PRODUCTS OF PALM-OIL FRACTIONATION IN PRODUCTION OF SPREADS

Expediency of using palm-oil fractionation products in the production of spreads is theoretically proved and experimentally confirmed. Physical and chemical, structural and rheological characteristics of palm-oil, palm red oil and palm stearin used in the production of spread are investigated. Fatty bases for the vegetable and creamy spreads, consisting of butterfat, palm-oil, palm red oil and sunflower high-olein oil are developed. On the basis of the conducted researches of rheological and organoleptic characteristics of the fatty compositions received, it is established that introduction of palm-oil fractionation products highly influences the texture and fatty acid composition of spread, allowing to receive a product of the desired composition and properties.

Butterfat, palm-oil, palm red oil, palm stearin, texture, plasticity, hardness, melting temperature.

REFERENCES

1. Doronin A.F., Ipatova L.V., Kochetkova A.A., Nechaev A.P., Khurshudian S.A., Shubina O.G., Doronin A.F. *Funktsional'nye pishchevye produkty* [Functional Foods]. Moscow, DeLi print, 2008. 282 p.

2. Ipatova L.G., Kochetkova A.A., Nechaev A.P., Tutel'ian V.A. *Zhirovye produkty dlia zdorovogo pitaniia. Sovremennyi vzgliad* [Fatty foods for healthy nutrition. The modern view]. Moscow, DeLi print, 2009. 396 p.

3. *Kamenskikh* A.V. *Issledovanie i razrabotka tekhnologii slivochno-rastitel'nogo spreda funktsional'nogo naznacheniia.* Diss. kand. tekhn. nauk [Research and development of technology creamy vegetable spread functionality. Cand. tech. sci. diss.]. Kemerovo, 2008. 157 p.

4. Tutel'ian V.A., Nechaev A.P., Kochetkova A.A. Funktsional'nye zhirovye produkty v strukture pitaniia [Functional fatty products in nutrition structure]. *Fat and oil processing industry*. 2009, no. 6. pp. 6-9.

5. Tereshchuk L.V., Umanskii M.S. Molochno – zhirovye kompozitsii: aspekty konstruirovaniia i ispol'-zovaniia: monografiia [Dairy - fat composition: aspects of the design and use of either]. Kemerovo, KemIFST, 2006. 255 p.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056 Russia.
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 21.07.2014