УДК 665.1.09

# ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ МОДИФИКАЦИИ ЖИРОВ, СВОБОДНЫХ ОТ ТРАНСИЗОМЕРОВ

**О.А. Ивашина[1,2], Л.В. Терещук[2,*], К.В. Старовойтова[2], М.А. Тарлюн[2,3]**

*[1]АО «Eurasian Foods» (Карагандинский маргариновый завод),*
*100004, Республика Казахстан,*
*г. Караганда, ул. Ермакова, д. 77/2 – 30*

*[2]ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт*
*пищевой промышленности (университет)»,*
*650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47*

*[3]ЗАО «Холдинговая компания «Содружество»,*
*628606, Россия, Ханты-Мансийский АО,*
*г. Нижневартовск, ул. Кузоваткина, 1*

**e-mail: terechuk_l@mail.ru*

*Дата поступления в редакцию: 26.05.2015*
*Дата принятия в печать: 30.06.2015*

Учитывая требования по ограничению содержания трансизомеров в жировых продуктах, при исследовании жирнокислотного состава модифицированных жиров необходимо количественное определение жирных кислот, имеющих трансконфигурацию. Это является принципиальным при установлении регламентируемого количества гидрированного жирового сырья, используемого в рецептурной композиции комбинированных продуктов. Таким образом, массовая доля трансизомеризованных жирных кислот в исходных сырьевых компонентах (гидрированных, гидропереэтерифицированных и переэтерифицированных жирах) определяет особенности конструирования жировой основы, при этом важно учитывать медико-биологические требования по содержанию составляющих липокомплекса в готовом продукте. При подборе составляющих жировой фазы необходимо проводить комплексную оценку состава и свойств каждого из сырьевых компонентов, определяющих качество вырабатываемых комбинированных продуктов. В статье рассмотрены различные способы модификации жиров. Модификация пространственной конфигурации жирных кислот, входящих в состав триглицеридов, происходит под действием ряда факторов: высокие температуры, действие катализаторов и др. В связи с этим модифицированные растительные масла и жиры содержат различные количества трансизомеризованных жирных кислот. Рассмотрены аспекты замены гидрированных жиров на переэтерифицированные в рецептурах спредов с учетом норм физиологических потребностей современного человека в липидах и их структурных компонентах. Представлены данные по созданию переэтерифицированных жировых смесей из растительных масел и жиров, обеспечивающих заданные потребительские свойства функциональных молочно-жировых продуктов.

Насыщенные, мононенасыщенные, полиненасыщенные жирные кислоты, сбалансированные жировые композиции, трансизомеры жирных кислот, модификация жиров, переэтерификация

**Введение**

Некоторое время тому назад на рынке жиров и масел появились продукты с пониженным содержанием насыщенных жирных кислот и трансизомеров. Примерами таких продуктов являются:

– жидкие фритюрные жиры, предназначенные для замены пластичных фритюрных жиров, используемых при жарке по интенсивным режимам на предприятиях общественного питания;

– ожиженные хлебопекарные шортенинги, в которых функциональные свойства обеспечивают эмульгаторы, предназначенные для замены пластифицированных шортенингов;

– рецептуры жировой основы брускового маргарина с высоким содержанием жидкого масла для замены рецептур с гидрогенизированным маслом;

– столовые спреды с пониженным содержанием жира для замены маргарина [5].

Кроме этих новшеств, существует множество возможностей снижения уровня трансизомеров жирных кислот, но, как правило, за счет повышенного содержания насыщенных жирных кислот. На основе жиров и масел возможно изготовление продуктов, свободных от трансизомеров, однако присутствие насыщенных жирных кислот необходимо для обеспечения требуемого содержания твердых триглицеридов, от которого зависят функциональные свойства пластичных и жидких продуктов. В некоторых случаях возможно понижение содержания насыщенных жирных кислот, однако полное исключение их из состава невозможно без утраты функциональных свойств.

Ниже приведены некоторые варианты получения жировых продуктов с пониженным содержанием трансизомеров или с их полным отсутствием, но при этом имеющих приемлемые профили кривых плавления [5].

А) Смешивание

Первые шортенинги сложного состава представляли собой смеси жидких масел со стеарином; твердые жиры с низким йодным числом могут заменять стеариновую часть в шортенингах этого типа. Такие универсальные шортенинги имеют хорошую пластичность и демонстрируют хорошие

функциональные свойства в выпеченных изделиях, однако их устойчивость к окислению ограничена в связи с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот. В этих продуктах возможно полное отсутствие трансизомеров жирных кислот при условии тщательной дезодорации [2].

Смеси пальмового масла с жидкими маслами и твердыми жирами по функциональным свойствам могут полностью удовлетворять требованиям, предъявляемым к шортенингам для мучных изделий, в том числе иметь оптимальную форму кривой плавления без ущерба для окислительной стабильности [4].

Смеси лауриновых масел с жидкими маслами или твердыми жирами имеют крутой наклон кривой плавления с отчетливо выраженной температурой плавления, обеспечивая требуемое ощущение во рту, важное при изготовлении аналогов молочных продуктов, кондитерских изделий и других продуктов [4].

Б) Фракционирование

В процессе фракционирования жиры и масла разделяются на фракции, различающиеся по характеру плавления. Разработка исходных смесей масел и условий фракционирования может обеспечить производство систем фракционированных жировых основ для различных масложировых продуктов. Примером фракционированной жировой основы является использование стеариновой фракции, полученной при винтеризации хлопкового масла, в качестве жировой основы при производстве брусковых маргаринов. В результате снижения поставок хлопкового стеарина для составления этой жировой основы был разработан специальный вид саломаса. Особенность фракционированных продуктов состоит в том, что природные токоферолы обычно остаются в мягких или жидких фракциях, поэтому стеариновые фракции имеют более низкую устойчивость к окислению, чем аналогичные гидрогенизированные компоненты [2].

В) Переэтерификация

Во многих европейских странах для получения отвержденных жиров предпочитают использовать переэтерификацию, а не гидрогенизацию. Масложировые продукты производят с использованием жировых основ, полученных из переэтерифицированных смесей насыщенных жиров и мягких масел или природных жиров с высоким содержанием насыщенных кислот. Смешиванием этих основ с мягкими маслами получают жировые системы для широкого ассортимента продуктов. Способность изменять характеристики плавления и функциональные свойства, связанные с кристаллизацией, без изменения жирнокислотного состава придает процессу переэтерификации целый ряд уникальных возможностей [3].

Ферментативная переэтерификация (в отличие от химической) осуществляется при низкой температуре, при этом не происходит образования побочных продуктов. Реакция протекает относительно медленно и может быть остановлена в любое время, что позволяет получить требуемую степень переэтерификации. Несмотря на несомненные достоинства данного метода, следует отметить, что ферментные препараты, с помощью которых осуществляется процесс переэтерификации, не выпускаются отечественными производителями и Россия является высоко импортозависимой по данной группе пищевых ингредиентов. В связи с этим при проведении экспериментальных работ по получению жировых смесей, свободных от трансизомеров жирных кислот, нами использовался метод химической переэтерификации как более доступный и осуществимый в условиях российских предприятий [5, 6, 7].

**Цель и задачи исследований**

Целью работы является получение переэтерифицированных жиров из смеси пальмового стеарина с подсолнечным маслом со сниженным содержанием трансизомеров жирных кислот для замены гидрированных жиров на переэтерифицированные в рецептурах молочно-жировых эмульсионных продуктов.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: изучение, анализ и систематизация научно-технической литературы по теме исследования; изучение и сравнительная оценка физико-химических показателей растительных масел и модифицированных жиров, используемых в качестве компонентов жировой основы спреда; проведение пробной переэтерификации смеси пальмового стеарина с подсолнечным маслом; определение содержания твердых триглицеридов, температуры плавления, изучение влияния структурно-реологических показателей жирового сырья на технологические характеристики переэтерифицированного жира.

**Объекты и методы исследования**

При выполнении работы в соответствии с поставленными задачами исследований использовали общепринятые и оригинальные методы исследований. 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 природных и модифицированных жиров и масел и молочного жира. Также объектом исследования являлись образцы полученных переэтерифицированных жиров.

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. 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 жирах 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 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.

**Результаты исследований и их обсуждение**

Переэтерификация представляет собой альтернативный процесс модификации жировой основы, который позволяет добиться крутого наклона кривой плавления в отсутствие трансизомеров жирных кислот.

Суммируя сведения об этих возможностях, можно выделить следующие преимущества процесса переэтерификации, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Преимущества процесса переэтерификации

| Показатели, изменяющиеся при переэтерификации | Показатели, не изменяющиеся при переэтерификации |
|---|---|
| Температура плавления | Йодное число |
| Кривая плавления | Жирнокислотный состав |
| Форма кристаллов | Образование трансизомеров |
| Окислительная стабильность | Пищевая ценность |

Сущность процесса переэтерификации заключается в перераспределении радикалов жирных кислот (ацильных групп) между молекулами глицеридов одного жира или смесей различных жиров в присутствии катализатора.

Эффект, оказываемый переэтерификацией на свойства плавления продукта, зависит от исходного сырья. Более крутой наклон кривой плавления и более низкая температура плавления продукта достигаются при переэтерификации тугоплавких жиров и жидкого масла. Кроме того, переход кристаллов в более устойчивую β-форму замедляется, что позволяет переэтерифицированным жирам стабилизироваться в виде кристаллов β'-формы. В целом в качестве исходных масел для процесса переэтерификации используются жидкие растительные масла и полностью гидрогенизированные растительные масла, а также жидкие растительные масла: пальмовое масло и его фракции, пальмоядровое масло и его фракции, кокосовое масло (натуральное и гидрогенизированное).

Наибольший технологический и физиологический эффект достигается при переэтерификации высокоплавких жиров и жидких растительных масел. Полученная жировая основа, с одной стороны, характеризуется сбалансированным жирнокислотным составом, с другой стороны, в результате переэтерификации достигается значительное улучшение триглицеридного состава, повышается пластичность и однородность вырабатываемого продукта. Необходимо отметить, что в отличие от метода гидрогенизации, где твердые пластичные жиры получают за счет изменения жирнокислотного состава гидрируемых жиров, при переэтерификации кислотный состав исходных жиров полностью сохраняется.

В качестве эксперимента в лабораторных условиях нами была проведена переэтерификация смеси пальмового стеарина с подсолнечным маслом в различных соотношениях. Переэтерификация проводилась классическим методом на модельной установке при температуре 80 °С в присутствии катализатора – этилата натрия.

Физико-химические показатели и жирнокислотный состав исходного жирового сырья представлены в табл. 2–4.

Таблица 2

Физико-химические показатели пальмового стеарина

| Сырье | Содержание ТТГ, % при °С | | | | | | Тпл., °С |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 °С | 10 °С | 20 °С | 30 °С | 35 °С | 40 °С | |
| Пальмовый стерин | 78,58 | 77,42 | 62,32 | 41,56 | 31,72 | 19,53 | 52,0 |

Поскольку показатели температуры плавления природного стеарина (52,0 °С) слишком высоки для непосредственного использования в пищу и в качестве одного из компонентов для создания рецептуры спреда, то он может использоваться как твердый компонент в составе переэтерифицированного жира.

Таблица 3

Жирнокислотный состав пальмового стеарина

| Жирная кислота | | Содержание жирных кислот, % |
|---|---|---|
| С12:0 | Лауриновая | 0,31 |
| С14:0 | Миристиновая | 1,32 |
| С16:0 | Пальмитиновая | 61,96 |
| С16:1 | Пальмитолеиновая | 0,12 |
| С18:0 | Стеариновая | 5,07 |
| С18:1 | Олеиновая | 25,34 |
| С18:2 | Линолевая | 5,64 |
| С18:3 | Линоленовая | 0 |
| С20:0 | Арахиновая | 0,36 |

Таблица 4

Жирнокислотный состав подсолнечного масла

| Жирная кислота, % | ГОСТ 52465-2005 «Масло подсолнечное» | Исследуемый образец |
|---|---|---|
| С14:0 | до 0,2 | 0,09 |
| С16:0 | 5,6-7,6 | 9,15 |
| С16:1 | до 0,3 | 0,08 |
| С18:0 | 2,7-6,5 | 5,26 |
| С18:1 | 14,0-39,4 | 19,86 |
| С18:2 | 48,3-77,0 | 63,82 |
| С18:3 | до 0,3 | 0,19 |
| С20:0 | до 0,5 | 0,38 |
| С20:1 | до 0,3 | 0,16 |
| С22:0 | 0,3-1,5 | 0,95 |
| С22:1 | до 0,2 | 0 |
| С22:2 | до 0,3 | 0 |
| С24:0 | до 0,5 | 0 |

Итоги результатов переэтерификации представлены в табл. 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели полученных переэтерифицированных жиров

| Соотношение стеарин / подсолнечное масло, % | ТТГ, % | | | | | | Т. пл., ºС |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 10 | 20 | 30 | 35 | 40 | |
| 50/50 | 25,04 | 20,23 | 12,87 | 5,9 | 2,79 | 0,11 | 30 |
| 70/30 | 51,85 | 48,97 | 31,21 | 16,24 | 10,01 | 4,81 | 40 |
| 75/25 | 56,61 | 52,67 | 33,21 | 18,57 | 11,41 | 4,14 | 42 |
| 85/15 | 63,41 | 60,07 | 40,65 | 22,91 | 13,95 | 3,11 | 42,3 |

Из таблицы видно, что при варьировании соотношения стеарина и подсолнечного масла можно получить переэтерифицированный жир с заданным содержанием твердых триглицеридов и температурой плавления. Так, переэтерифицированный жир с температурой плавления 30 °С придает определенную пластичность и обеспечивает хорошую намазываемость спреда.

Также интерес для технологического использования представляет переэтерифицированный жир с температурой плавления 40–42,3 °С. Показатели температуры плавления и ТТГ этих образцов подходят для производства наливного спреда, что позволяет вносить в рецептуру достаточно большое количество жидких растительных масел, обеспечивающих продукт полиненасыщенными и мононенасыщенными жирными кислотами.

В табл. 6 представлен жирнокислотный состав переэтерифицированных жиров в сравнении с другим сырьем.

Таблица 6

Жирнокислотный состав исследуемых масел и жиров

| Жирные кислоты | Содержание жирных кислот, % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Масла и жиры | Подсолнечное масло | Рапсовое масло | Молочный жир | Пальмовое масло | Саломас М 3-2 | Переэтер. жир (75/25) | Переэтер. жир (50/50) |
| **Насыщенные** | **13,17** | **5,14** | **61,4** | **51,84** | **19,2** | **58,2** | **37,09** |
| в том числе: | | | | | | | |
| масляная $C_{4:0}$ | - | - | 3,75 | - | - | - | - |
| капроновая $C_{6:0}$ | - | - | 2,25 | - | - | - | - |
| каприловая $C_{8:0}$ | - | - | 2 | - | - | - | - |
| каприновая $C_{10:0}$ | - | - | 2,2 | - | - | - | - |
| лауриновая $C_{12:0}$ | - | - | 2,35 | 0,28 | - | 0,25 | 0,12 |
| миристиновая $C_{14:0}$ | - | - | 10,45 | 1,21 | 0,1 | 1,07 | 0,58 |
| пальмитиновая $C_{16:0}$ | 5,7 | 4,3 | 28 | 46,91 | 6,2 | 51,2 | 30,27 |
| стеариновая $C_{18:0}$ | 6,7 | 0,16 | 9,6 | 3,44 | 11,6 | 5,11 | 5,18 |
| арахиновая $C_{20:0}$ | 0,28 | - | 0,8 | - | 0,9 | 0,36 | 0,37 |
| бегеновая $C_{22:0}$ | 0,49 | 0,68 | - | - | 0,4 | 0,2 | 0,57 |
| **Мононенасыщенные** | **72,59** | **64,76** | **33,95** | **38,43** | **73,9** | **24,38** | **22,15** |
| в том числе: | | | | | | | |
| капролеиновая $C_{10:1}$ | - | - | 0,25 | - | - | - | - |
| лауролеиновая $C_{12:1}$ | - | - | 0,3 | - | - | - | - |
| миристолеиновая $C_{14:1}$ | - | - | 2,5 | - | - | - | - |
| пальмитолеиновая $C_{16:1}$ | 0,49 | 0,27 | 3,05 | - | - | 0,11 | 0,09 |
| олеиновая $C_{18:1}$ | 72,1 | 61,59 | 27,85 | 38,43 | 73,9 | 24,24 | 22,05 |
| гадолеиновая $C_{20:1}$ | - | - | - | - | 2,1 | 0,03 | 0,1 |
| эруковая $C_{22:1}$ | - | 2,9 | - | - | 1,1 | - | - |
| **Полиненасыщенные** | **14,24** | **30,1** | **4,65** | **9,73** | **3,2** | **17,31** | **40,66** |
| в том числе: | | | | | | | |
| линолевая $C_{18:2}$ | 13,9 | 20 | 3,1 | 9,73 | 3,2 | 17,27 | 40,55 |
| линоленовая $C_{18:3}$ | 0,34 | 10,1 | 1,55 | - | - | 0,04 | 0,11 |

Использование переэтерифицированных жиров в рецептурной композиции жировых основ позволит улучшить структурно-реологические характеристики готового продукта и в сравнении с гидрированными жирами снизить содержание трансизомеров жирных кислот. Однако при производстве спреда необходимо учитывать, что скорость кристаллизации переэтерифицированных жиров выше, чем у гидрированных жиров, тем самым необходимо снижение производительности или увеличение охлаждения.

Комбинированные жировые фазы с добавлением переэтерифицированных жиров отличаются оптимальным содержанием линолевой кислоты и по своим биологическим свойствам отвечают требованиям, предъявляемым к полноценному пищевому жиру. В целом использование переэтерифицированных пластичных жиров при конструировании жировой основы позволяет повысить пищевую ценность и качественные показатели готового продукта.

**Список литературы**

1. Павлова, И.В. Основные направления в области получения и применения заменителей молочного жира / И.В. Павлова, Н.В. Долганова // Маргарины, майонезы, спреды, пищевые добавки: материалы докл. 2-го науч.-практ. семинара. – М., 2008. – С. 39.
2. Терещук, Л.В. Продукты фракционирования пальмового масла в производстве спредов / Л.В. Терещук, А.С. Мамонтов, К.В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 79–83.
3. Экхард, Ф. Структурный жир с высоким содержанием стеариновой кислоты и спред на его основе / Ф. Экхард // Масла и жиры. – 2014. – № 5/6. – С. 16–18.
4. Handa, C. Performance and fatty acid profiling of interesterified trans free bakery shortening in short dough biscuits / C. Handa, S. Goomer, A. Sidahu // Int. J. Food Sci. and Technol. – 2010. – Vol. 45. – № 5.– P. 1002–1008.
5. Jeung, H.L. Physical properties of trans-free bakery shortening produced by lipase-catalyzed interesterification / H.L. Jeung, C.A. Casimir, L. Ki-Teak // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2008. – Vol. 85:1– P.11.
6. Long, K. Effect of enzymatic transesterification with flaxseed oil on the high-melting glycerides of palm stearin and palm olein / K. Long, I. Zubir, A. B. Hussin, N. Idris, H. M. Ghazali, O. M. Lai // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2003. – Vol. 80, Issue 2. – pp 133–137.
7. Raquel, C.R. Chemical and Enzymatic Interesterification of a Blend of Palm Stearin: Soybean Oil for Low *trans*-Margarine Formulation / Raquel Costales-Rodríguez, Véronique Gibon, Roland Verhé, Wim De Greyt // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2009. – Vol. 86. – Issue 7. – pp 681–697.
8. Tereshchuk, L. Theoretical and Practical Aspects of the Development of a Balanced Lipid Complex of Fat Compositions / L. Tereshchuk // Food and Raw Materials. – 2014. – № 2. – P. 59–67.

# TRANSESTERIFICATION AS AN ALTERNATIVE METHOD OF MODIFYING FATS FREE FROM TRANSISOMERS

**O.A. Ivashina[1,2], L.V. Tereshchuk[2,*], K.V. Starovoitova[2], M.A. Tarlyun[2,3]**

*[1]Eurasian Foods JSC (Karaganda Margarine Plant),*
*77/2 – 30, Ermakova Str., Karaganda,*
*100004, Republic of Kazakhstan*

*[2]Kemerovo Institute of Food Science*
*and Technology (University),*
*47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia*

*[3]Holding Company "Commonwealth",*
*1, Kuzovatkina Str., Nizhnevartovsk,*
*Khanty-Mansiysk AO, 628606, Russia*

**e-mail: terechuk_l@mail.ru*

*Received: 26.05.2015*
*Accepted: 30.06.2015*

Taking into account the requirements on limitation of transisomers content in fatty products, quantitative determination of fatty acids with transconfiguration is needed when investigating the fatty acid composition of modified fats. This is essential when determining the regulated quantity of hydrogenated fat materials used in the receipt composition of combined products. Therefore, the mass fraction of trans-isomerized fatty acids in raw stock (hydrogenated, hydro-transesterified, and transesterified fats) determines the specific features of fatty base construction considering the medical and biological requirements for the content of lipocomplex constituents in the final product. When selecting fatty phase constituents, one should perform a complex evaluation of the composition and properties of each raw material determining the quality of produced combined products. This paper deals with various methods of fat modification. Modification of the spatial configuration of fatty acids contained in triglycerides occurs under the effect of a number of factors: high temperatures, effect of catalysts, etc. In this connection, modified vegetable oils and fats contain various amounts of trans-isomerized fatty acids. The aspects of replacing hydrogenated fats by transesterified ones have been considered in spread recipes based on standards of physiological requirements of modern people for lipids and their structural components. The data on creating the transesterified fatty compositions from vegetable oils and fats providing the predetermined consumer properties of functional fat-milk products are presented.

Saturated, monounsaturated, polyunsaturated fatty acids, balanced fat compositions, transisomers of fatty acids; fat modification, transesterification

**References**

1. Pavlova I.V., Dolganova N.V. Osnovnye napravleniya v oblasti polucheniya i primeneniya zameniteley molochnogo zhira [The basic directions in the field of production and application of substitutes of milk fat]. *Materialy dokladov 2-go nauchno-prakticheskogo seminara «Margariny, mayonezy, spredy, pishchevye dobavki»* [Proc. of the 2nd scientific and practical seminar "Margarines, Mayonnaises, Spreads, Food Additives"], Moscow, 2008, P. 39.
2. Tereshchuk L.V., Mamontov A.S., Starovoytova K.V. Produkty fraktsionirovaniya pal'movogo masla v proizvodstve spredov [Products of palm-oil fractionation in production of spreads]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Pro-

cessing: Techniques and Technology], 2014, vol. 34, no. 3, pp. 79–83.

3. Eckhard F., Strukturnyy zhir s vysokim soderzhaniem stearinovoy kisloty i spred na ego osnove [Structural fat with a high content of stearic acid and spreadbased on it]. *Masla i zhiry* [Oils and Fats], 2014, no. 5/6, pp. 16–18.

4. Handa C., Goomer S., Sidahu A. Performance and fatty acid profiling of interesterified trans free bakery shortening in short dough biscuits. *Int. J. Food Sci. and Technol*., 2010, vol. 45, no. 5, pp. 1002–1008.

5. Jeung H.L., Casimir C.A., Ki-Teak L. Physical properties of trans-free bakery shortening produced by lipase-catalyzed interesterification. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2008, vol. 85, P.11.

6. Long K., Zubir I., Hussin A.B., Idris N., Ghazali H.M., Lai O.M. Effect of enzymatic transesterification with flaxseed oil on the high-melting glycerides of palm stearin and palm olein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2003, vol. 80, iss. 2, pp. 133–137.

7. Raquel Costales-Rodríguez, Véronique Gibon, Roland Verhé, Wim De Greyt. Chemical and Enzymatic Interesterification of a Blend of Palm Stearin: Soybean Oil for Low trans-Margarine Formulation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2009, vol. 86, iss. 7, pp. 681–697.

8. Tereshchuk L. Theoretical and practical aspects of the development of a balanced lipid complex of fat compositions. *Food and Raw Materials*, 2014, vol. 2, no. 2, pp. 59–67. DOI:10.12737/546.

## Дополнительная информация / Additional Information

Переэтерификация как альтернативный способ модификации жиров, свободных от трансизомеров/ О.А. Ивашина, Л.В. Терещук, К.В. Старовойтова, М.А. Тарлюн // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 18-23.

Ivashina O.A., Tereshchuk L.V., Starovoitova K.V. Tarlyun M.A. Transesterification as an alternative method of modifying fats free from transisomers. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 18-23 (In Russ.).

**Ивашина Оксана Александровна**
аспирант кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47; начальник инновационной технологической лабора-тории, АО «Eurasian Foods» (Карагандинский маргариновый завод), 100004, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Ермакова, д. 77/2 – 30, тел.: +7 (7212) 43-35-305

**Терещук Любовь Васильевна**
д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-51, e-mail: terechuk_l@ mail.ru

**Старовойтова Ксения Викторовна**
канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-51

**Тарлюн Марина Александровна**
аспирант кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47; мастер-технолог, Холдинговая компания «Содружество», 628606, Россия, Ханты-Мансийский АО, г. Нижневартовск, ул. Кузоваткина, 1, тел.: +7 (3466) 61-25-21

**Oksana A. Ivashina**
Postgraduate Student of the Department of Technology of Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia; Head of Innovative Technological Laboratory, Eurasian Foods JSC (Karaganda Margarine Plant), 77/2 – 30, Ermakova St., Karaganda, 100004, Republic of Kazakhstan, phone: +7 (7212) 43-35-305

**Lyubov V. Terechuk**
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technology of Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-51, e-mail: terechuk_l@ mail.ru

**Kseniya V. Starovoitova**
Cand. Tech. Sci., Senior Lecturer of the Department of Technology of Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-51

**Marina A. Tarlyun**
Postgraduate Student of the Department of Technology of Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia; Master Technologist, Holding Company “Commonwealth”, 1, Kuzovatkina Str., Nizhnevartovsk, Khanty-Mansiysk AO, 628606, Russia, phone: + 7 (3466) 61-25-21