

УДК 547.915

Николаева В.Г.

Одесский национальный политехнический университет

Пушкарев Ю.Н.

Одесский национальный политехнический университет

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ МАСЕЛ И ЖИРОВ

В статье обосновывается преимущество метода переэтерификации над методом гидрогенизации растительных масел, основываясь на сравнении физико-химических свойств продукта. Значительное место занимает объяснение таких физических параметров, как высокая пластичность, температура плавления и однородность. Уделено особое внимание данным исследования о влиянии трансизомеров на здоровье человека. Приведены статистические данные по содержанию трансизомеров в продуктах питания разных стран. Актуальность анализа обуславливается тем, что рассмотрены безопасные методы модификации масел.

Ключевые слова: саломас, триглицериды, гидрогенизация, переэтерификация, цис-связи, транс-связи, транс-жиры, энзимная переэтерификация, неспецифическая липаза.

Введение. Одним из самых необходимых компонентов рациона человека являются жиры, благодаря тому, что энергия, заключающаяся в них, легко запасается и при необходимости используется. Жиры, которые поступают с пищей, являются основой для создания мембран и других биологических структур. Следовательно, важно следить за тем, какие жиры поступают в наш организм [6, с. 244].

Постановка проблемы. Увеличение спроса населения на продукты здорового питания стало толчком для революции в пищевой промышленности. Мировому рынку пищевых продуктов уже нерентабельно делать упор только на увеличение вкусовой палитры продуктов. Появились новые рекомендации и требования от организаций здравоохранения и медиков к качественному составу продовольственных продуктов. Большое внимание уделяется уменьшению количества опасных для здоровья веществ и насыщению более полезными и питательными ингредиентами, улучшению физических качеств, таких как температура плавления, пластичность, однородность, а также высокая пищевая ценность. Вырос спрос и масштабы производства маргариновой продукции [5, с. 35].

Строение жиров. Молекула жира состоит из двух основных частей, одна из которых содержит до трех длинных цепочек молекул жирных карбоновых кислот, и другой основной части – триглицерида, который определяет функцию жира в организме.

Важным типом жиров, которые входят в основу клеточных мембран, являются фосфолипиды. Кроме двух жирных кислот, в их составе содержится также остаток фосфорной кислоты [6, с. 242].

Одни и те же жирные кислоты выполняют разные функции в жирах. При этом используются готовые молекулы, отщепленные от триглицеридов пищевых масел и жиров. Отдельные жирные кислоты организм не синтезирует, а получает с пищей. К таким кислотам относят незаменимые жирные кислоты, такие как линолевая и линоленовая.

У «насыщенных» жирных кислот все связи заполнены и соединяются между собой ковалентными связями (рис. 1, а). Молекулы веществ с двойными связями могут существовать в двух пространственных конфигурациях. В «ненасыщенных» соединениях присутствуют цис- и транс-двойные связи, позволяющие в дальнейшем присоединить атомы водорода (рис. 2, б и в).

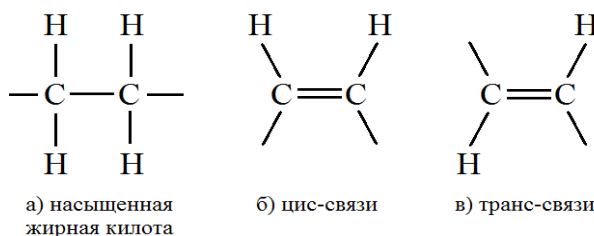


Рис. 1. Пространственная конфигурация насыщенных и ненасыщенных жирных кислот

В цис-изомерах одноименные боковые группы или атомы находятся по одну сторону от двойной

связи, а в транс-изомерах – по разные стороны. Естественной пространственной конфигурацией природных ненасыщенных жирных кислот является цис-форма. Ненасыщенные жирные кислоты в трансформе не способны выполнять свои функции в составе биологических структур. Термин «степень насыщения» жирных кислот используется для обозначения количества двойных связей между атомами углерода в цепи.

Жиры с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот обладают хорошей текучестью и имеют более низкую температуру плавления. Например, масла ненасыщенных жирных кислот, таких как рапсовое, оливковое, подсолнечное, соевое, остаются текучими при комнатной температуре. Пальмовое, кокосовое масло и животные жиры, которые содержат 40–50% ненасыщенных соединений, находятся в твердом состоянии.

С увеличением содержания ненасыщенных жирных кислот в масле повышается способность к окислению на воздухе, поэтому его труднее сохранить.

Гидрогенизация растительных жиров. Жиропереработка получила широкое развитие в связи с тем, что для производства спредов, маргарина и кулинарных жиров, а также некоторых других продуктов, требуются в основном твердые жиры. Развитие технологии процессов гидрогенизации и переэтерификации открыло перспективы получения из дешевого растительного масла твердой, устойчивой массы, используемой для производства спредов, маргаринов, кондитерских, кулинарных и фритюрных жиров [2].

Суть гидрогенизации заключается в том, что в результате взаимодействия водорода с ненасыщенным маслом, при определенной температуре и давлении в присутствии катализатора (чаще всего никелевого) снижается его непредельность [4, с. 194].



В результате гидрогенизации повышаются температура плавления, пластичность, твердость, стойкость к окислению и термическому воздействию. Степень гидрогенизации и конечная консистенция продуктов зависит от условий протекания процесса и времени обработки. Жир, получаемый в процессе гидрогенизации масел, называют *саломасом*. Гидрогенизированные масла и маргарины дешевле и дольше хранятся, в отличие от натурального сливочного масла. Для получения саломаса при гидрогенизации используют рафинированные растительные масла

в чистом виде (соевое, низкоэруковое рапсовое и подсолнечное) или их смеси с пальмовым или животным жиром [2].

Метод гидрогенизации, разработанный французским химиком Полем Сабатье в 1897 г., Вильгельм Норман применил для переработки жидких растительных масел в твердые жиры еще в 1901 г. Процесс гидрогенизации происходит при пропускании водорода под давлением через нагретое до 200 С° масло. При этом часть ненасыщенных жирных кислот превращается в насыщенные жиры. Получив широкое распространение в мире, установка гидрогенизации была построена в России для мыловарения.

Длительное время считалось, что гидрогенизированное масло безвредно и его рекомендовали как здоровый заменитель животных жиров. На этом этапе никто не обратил внимания на то, что при частичной гидрогенизации изменяется пространственная структура молекул, при которой около 60% ненасыщенных жирных кислот переходит в трансформу. Только к 1993 году появилась статья Уолтера Виллета, который утверждал, что потребление транс-жиров приводит к повышению риска сердечно-сосудистых заболеваний. Он доказал, что транс-жиры вызывают изменение соотношения липопротеидов высокой и низкой плотности в сторону увеличения первых, что в свою очередь является фактором, предрасполагающим к атеросклерозу [6, с. 242–243]. Дальнейшие исследования показали, что транс-жиры, по сравнению с цис-жирами, ведут себя иначе не только при жарке, но и в организме человека. Например, попав в состав фосфолипидов клеточных мембран, они влияют на работу белковых молекул, так называемых трансмембранных белков, что в свою очередь нарушает передачу сигналов, например, при взаимодействии гормонов с рецепторами, поскольку рецепторы как раз являются трансмембранными белками. В связи с тем, что фосфолипиды являются сырьем для синтеза регуляторных молекул иммунной системы, наличие в них жирных кислот в транс-конформации приводит к нарушению биохимии и воспалительным процессам. Кроме повышения риска развития атеросклероза и сопутствующих заболеваний сердца и сосудов, происходит снижение чувствительности клеток поджелудочной железы к инсулину (диабет второго типа), развитию хронических воспалительных процессов и ожирению.

Трансизомеры, доля которых в гидрогенизированном масложировом продукте достигает 40%,

повышают уровень холестерина в крови, нарушают нормальную работу клеточных мембран, способствуют развитию сосудистых заболеваний, отрицательно сказываются на половой потенции.

Данные, полученные в лаборатории физиологии Института питания, показали, что трансизомеры нарушают работу ферментов, портят клеточные мембраны, увеличивают уровень холестерина в крови. Учёные подсчитали, что ежедневное потребление 40 г гидрогенизированного маргарина, содержащего 5 г трансизомеров, увеличивает на 50% риск инфаркта, и выяснили, что среди лиц, употребляющих маргариновую продукцию, наблюдаются следующие явления [2]:

- повышается смертность от ишемической болезни сердца и число инфарктов миокарда;
- у женщин рак груди встречается чаще на 40%;
- ухудшается качество молока у кормящих матерей;
- дети рождаются с низким весом;
- увеличивается риск развития диабета.

По этим причинам гидрогенизированные жиры являются вредоносными для здоровья человека, в связи с чем в некоторых странах метод гидрогенизации запрещен для производства твердых жиров. Как видно из данных, приведенных в таблице 1, показатель содержания транс-жиров очень высок.

Таблица 1

Содержание транс-жиров в процентах от общего количества жиров в порции жареного картофеля, купленного в ресторанах «Макдоналдс» в разных странах [6, с. 244].

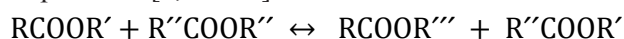
Страна (город)	Содержание транс-жиров, %
ЮАР	28
Перу	24
США (Нью-Йорк)	23
США (Атланта)	19
Польша	18
Великобритания (Лондон)	16
Франция	15
Италия	14
Испания	13
Финляндия, Норвегия, Швеция	12
Чехия	11
Германия, Венгрия, Россия	10
Голландия	7
Дания	1

Таким образом, если организму давать структурно измененный продукт, то повышается воз-

можность образования дефектных биологических структур, которые начинают давать сбой в самых разных ситуациях.

Переэтерификация растительных жиров.

Исходя из вышеизложенного, в мире все чаще стали применять процесс переэтерификации [3, с. 18] для модификации жиров, осуществляемый по реакции [4, с. 440]:



Переэтерификация (рандомизация) – обмен радикалами жирных кислот в молекулах глицеридов. Переэтерификация приводит к улучшению консистенции и физических свойств, а также способствует созданию устойчивой кристаллической структуры жира или смеси жиров. Переэтерификации, как и гидрогенизации, подвергают различные жиры и масла, как в смеси, так и в чистом виде. В отличие от гидрогенизации, процесс переэтерификации позволяет получать жировые системы с минимальным содержанием трансизомеров жирных кислот, так как данный процесс не оказывает влияния на изомеризацию двойной связи ненасыщенных жирных кислот. Кроме того, процесс переэтерификации позволяет вводить в жировую основу повышенное количество физиологически ценной линолевой кислоты.

У масел (одного или смеси), прошедших процесс переэтерификации, отмечается:

- повышение пищевой ценности жировой смеси, так как переэтерификация смесей тугоплавких жиров (пальмового масла, пальмового стеарина) с жидкими растительными маслами обеспечивает наибольшую степень превращения трудноусвояемых организмом высокоплавких глицеридов в низкоплавкие;

- изменение температуры плавления;
- повышение пластичности и однородности;
- увеличение способности жира кристаллизоваться в устойчивой мелкокристаллической полиморфной модификации, что является отличительной особенностью переэтерифицированных жиров.

Переэтерификация позволяет получать новые виды пищевых жировых продуктов с заданными свойствами, дает возможность регулировать содержание в пищевых жирах высокоплавких жирных кислот. При переэтерификации смесей растительных масел и животных жиров, а также тройных смесей (например, с саломасом) получают продукты высокого качества по структуре и органолептическим показателям, такие как кулинарные жиры или основа для производства спредов. Данная технология позволяет расширить ассортимент жиров для кондитерских изделий,

хлебопечення и консервирования, а также увеличить дозировку в маргарине негидрированных растительных масел, что существенно улучшает структурно-механические характеристики продукции.

Переэтерификация открывает большие возможности для изменения свойств жира без изменения их жирно-кислотного состава. Именно этот процесс позволяет максимально приблизить свойства заменителя к свойствам молочного жира, что дает возможность достигать широчайшего диапазона совместимости данных продуктов.

Как указано в работе [1, с. 70], в зависимости от используемого катализатора выделяют следующие виды переэтерификации: химическую и энзимную (ферментативную). При химической переэтерификации используются натриевые катализаторы (метилат или этилат натрия), которые наиболее распространены. Данные соединения не являются истинными катализаторами реакции, а служат лишь инициатором для их образования таковых (глицерата натрия). После реакции катализатор должен дезактивироваться и удаляться, поскольку переэтерификация является обратимой. Разрушение катализатора производится путем введения в систему воды или фосфорной кислоты. Продукт, полученный методом химической переэтерификации, подвергается дополнительной очистке и соответствует всем требованиям безопасности, установленным действующими нормативными документами.

В результате работ, проведенных производителями ферментных препаратов, энзимная переэтерификация стала доступна при производстве масложировой продукции в промышленных масштабах [7]. Существует два вида каталитических липаз, различающихся по проявлению специфичности:

– неспецифическая липаза – катализирует реакции в трех позициях глицерида случайным образом;

– 1,3-специфическая липаза – катализирует реакции только на внешних положениях глицерида.

Использование неспецифической липазы практически не имеет преимуществ перед обычными химическими методами, а получаемые продукты по своим свойствам подобны полученным химическим методом. Применение 1,3-специфических

липаз позволяет производить продукты, имеющие особый триглицеридный состав, который нельзя получить химической переэтерификацией. Основное направление использования таких липаз – производство эквивалентов масла какао.

Исходное сырье, используемое для энзимной переэтерификации, необходимо подвергать рафинации и дезодорации, так как при превышении качественных показателей (содержание свободных жирных кислот, первичных и вторичных продуктов окисления, влаги) значительно снижается активность фермента, что уменьшает возможность его многократного использования.

В процессе химической переэтерификации образуются метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК), присутствие которых вызывало неоднозначную оценку специалистов. Однако достоверно установлено, что МЭЖК присутствуют в липидах животных, грибов, бактерий. У человека и высших животных они содержатся в клетках поджелудочной железы, печени, кожи и в плазме крови. Ученым не удалось найти никаких научных исследований или публикаций, которые служили бы основанием для отнесения их к канцерогенным веществам.

Химическая переэтерификация, как и ферментативная, широко используется производителями специализированных жиров в Европе и СНГ для получения продуктов с меньшим содержанием насыщенных жирных кислот и отсутствием транс-изомеров и является безопасным методом модификации масел по всем показателям [1, с. 71].

Вывод. Благодаря методу гидрогенизации масложировая отрасль смогла удовлетворить растущий спрос на жиры и расширить линию продукции. Суть процесса заключается в насыщении водородом глицеридов ненасыщенных жирных кислот. В результате такого насыщения жидкие жирные кислоты превращаются в насыщенные и твердые высокоплавкие кислоты, но большинство из них переходят в трансформу, что небезопасно для здоровья человека. Сейчас происходит переход к переэтерификации и ферментации, что связано с возможностью минимального влияния на изомеризацию двойной связи насыщенных жирных кислот. Появилась возможность увеличения ассортимента и уменьшения себестоимости продукции, улучшения физических качеств продукта без изменения жирно-кислотного состава.

Список литературы:

1. Алексеенко А.В., Предыбайло А.В. Переэтерификация: мифы и реальность. *Молочная промышленность*. 2013. № 3. С.70

2. Гидрогенизация и переэтерификация жиров. 2017. URL: <https://tulchinka.ru/article/gidrogenizatsiya-i-pereeterifikatsiya-zhirov/>.
3. Ивашина О.А., Терещук А.В., и др. Переэтерификация как альтернативный способ модификации жиров, свободных от трансизомеров. *Техника и технология пищевых производств*. 2015. № 3. С. 18–23.
4. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Москва. 1988. С. 440, 194.
5. Музыка Л. Производство мягких маргаринов с улучшенными физиологическими свойствами. *Масложировой комплекс : научно-практический журнал*. 2006. № 6. С. 35–38.
6. Развитие инновационной экономики : результаты, проблемы, перспективы : сборник научных статей международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию основания университета, Гомель, 9–10 октября 2014 г. Белкоопсоюз, Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации; под науч. ред. С.Н. Лебедевой. Гомель, 2014. С. 242–245.
7. Sellami M. et al. Enzymatic transesterification of palm stearin and olein blends to produce zero-trans margarine fat. *BMC biotechnology*. 2012. №. 1. P. 48.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ У ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ МАСЕЛ І ЖИРІВ

У статті обґрунтовується перевага методу переетерифікації над гідрогенізацією рослинних масел, ґрунтуючись на порівнянні фізико-хімічних властивостей продукту. Значне місце займає пояснення таких фізичних параметрів, як висока пластичність, температура плавлення і однорідність. Придільено особливу увагу даними дослідження про вплив транс-ізомерів на здоров'я людини. Наведено статистичні дані за складом транс-ізомерів в продуктах харчування різних країн. Актуальність аналізу зумовлюється тим, що розглянуті безпечні методи модифікації масел.

Ключові слова: саломас, тригліцериди, гідрогенізація, переетерифікація, цис-зв'язки, транс-зв'язок, транс-жири, ензимна переетерифікація, неспецифічна ліпаза.

ANALYSIS OF CURRENT TRENDS IN THE PRODUCTION OF EDIBLE OILS AND FATS

In this article are substantiated advantage of the transesterification method over hydrogenation of vegetable oils, based on a comparison of the physico-chemical properties of the product. Significant place occupies explanation of physical parameters like high plasticity, melting point and uniformity. Special attention is devoted to results of research impact of trans-isomers on human health. Statistics data are adduced about the content of transisomers in food of different countries. The relevance of the analysis is due to the fact that considered safe methods for modifying oils.

Key words: salomas, triglycerides, hydrogenation, transesterification, cis-bonds, trans-bonds, trans fats, enzyme transesterification, non-specific lipase.