

**Лепилкина Ольга Валентиновна, гл.н.с., д.т.н.,
Логинова Ирина Вячеславовна, м.н.с.**

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, г.Углич)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНО- И ДИГЛИЦЕРИДОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ И МОЛОКОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. Сделан обзор молочных и молокосодержащих продуктов, при изготовлении которых технологически необходимо использование эмульгатора: моно- и диглицеридов жирных кислот для получения продуктов высокого качества с заданными свойствами. Рассмотрен механизм действия эмульгатора при формировании структуры мороженого, спредов, плавленых сыров, сырных продуктов.

Ключевые слова: молочные продукты, молокосодержащие продукты, эмульгатор, моно- и диглицериды, органолептические показатели.

**Lepilkina Olga Valentinovna, principal researcher, D.E.,
Loginova Irina Vyatcheslavovna, research assistant**

All-Russian Scientific Research Institute of Butter and Cheese making –
The branch of the Federal State Budget Scientific Institution
«The Federal Centre of Food Systems after V.M. Gorbатов» RAS
(Russia, Uglich)

USAGE OF MONO- AND DIGLYCERIDES OF FATTY ACIDS IN THE MANUFACTURE OF DAIRY AND LACTIFEROUS PRODUCTS

Abstract. The review of dairy and lactiferous products the manufacture of which technologically requires usage of the emulsifier: mono- and diglycerides of fatty acids for the manufacture of high quality products with the specified properties has been made. The mechanism of the emulsifier action during formation of ice-cream, spreads, processed cheeses, cheese products structure has been considered.

Key words: dairy products, lactiferous products, emulsifier, mono-and diglycerides, organoleptic index.

Моно- и диглицериды жирных кислот (Е 471) относятся к низкомолекулярным неионогенным эмульгаторам, широко используемым при производстве различных пищевых продуктов. Их доля в общем использовании эмульгаторов в пищевой промышленности составляет около 60 % [1].

Функция моно- и диглицеридов жирных кислот как эмульгатора сформулирована в следующем определении: «Эмульгатор – пищевая добавка, предназначенная для создания и/или сохранения однородной смеси двух или более несмешивающихся фаз в пищевом продукте» [2,3].

Более конкретное определение функции эмульгатора представлено, на наш взгляд, в Регламенте ЕС 1333/2008 о пищевых добавках [4], в соответствии с которым эмульгаторы рассматриваются как вещества, применение которых делает возможным формировать или поддерживать однородную смесь двух или более несмешиваемых фаз, таких как масло и вода, в продуктах питания.

Наряду со своей основной функцией (образование и стабилизация эмульсий) эмульгаторы выполняют и другие задачи, в частности, улучшают гидратирование растворимых в воде сухих продуктов и повышают влагоудерживающую способность продуктов.

В молочной промышленности моно- и диглицериды жирных кислот издавна используются в технологии изготовления мороженого [5,6]. Применительно к этому продукту их функциональная роль и физико-химическая сущность действия наиболее ясны и теоретически обоснованы. Хорошие органолептические показатели (консистенция и «сливочность») мороженого связаны с дестабилизацией в нем эмульсии жира, которую повышают моноглицериды. В результате этого образуется свободный жир, который путем агломерирования и частичной кристаллизации создает непрерывную «сетчатую» трехмерную структуру, придающую прочность и сопротивляемость таянию мороженого [6-8]. При этом роль эмульгаторов проявляется в том, что они способствуют десорбции белка с поверхности жировых капель, как благодаря их более высокой относительной поверхностной активности, так и возможному образованию жидкокристаллических мезофаз; выступают в качестве центров кристаллизации триглицеридов; способствуют проникновению кристаллов жира в оболочку жировых шариков путем изменения поверхностного натяжения между различными фазами; помогают в начальном образовании и стабилизации пены мороженого до частичного слияния и замораживания глобул жира. В последней из перечисленных функций особенно эффективны моноглицериды [9].

Технологически необходимым является использование эмульгаторов при производстве продуктов маслоделия пониженной жирности и спредов [10-15]. Эффект действия эмульгатора в этих продуктах проявляется в образовании «вторичных» жировых шариков из свободного жира и белков плазмы, а также в адсорбции его на поверхности молочных жировых шариков с последующим вытеснением веществ, обладающих меньшей гидрофобностью. За счет этих изменений оболочки жировых шариков становятся более рыхлыми, поверхностное натяжение на границе жир/плазма снижается, что увеличивает способность молочно-жировой дисперсии к разрушению.

Известен опыт использования моно- и диглицеридов жирных кислот при производстве плавленых сыров. В отличие от продуктов маслоделия и мороженого в плавленых сырах дестабилизирующее действие этих

эмульгаторов на оболочки жировых шариков не рассматривается как технологически необходимый эффект, однако все исследователи отмечали улучшение их консистенции при использовании моноглицеридов в сочетании с фосфорнокислыми солями-плавителями [9,16-20]. В первую очередь, это было связано с повышением гидрофильных свойств сырной массы [17,18].

В работе чешских исследователей [19] исследовано влияние добавления в плавленые сыры моноглицеридов с различным количеством атомов углерода в цепи жирной кислоты на вязкоупругие и сенсорные свойства. Установлено, что с увеличением количества атомов углерода в молекуле жирной кислоты увеличивались как модуль упругости G' , так и модуль потерь G'' , но органолептическими исследованиями было отмечено увеличение твердости и уменьшение растекаемости только для высокожирных плавленых сыров (с массовой долей жира в сухом веществе 50 %). Вместе с тем авторы делают вывод о том, что использование эмульгаторов следует рассматривать как очень важный фактор, влияющий на консистенцию плавленых сыров.

Lee, S. K., Klostermeyer H. и др. [20] отмечали, что взаимодействия между низкомолекулярными эмульгаторами и казеинами в модельном плавленом сыре идентичны взаимодействиям в модельных пищевых эмульсиях с жидкой непрерывной фазой. Добавление в плавленый сыр моноглицеридов увеличивает синерезис и приводит к более тонкой дисперсии жира в матрице белка.

При производстве натуральных сыров не разрешается использование эмульгаторов и стабилизаторов структуры. Вместе с тем в литературе имеются единичные сведения о добавлении эмульгаторов к традиционным сырам [9]. Во многом это связано с правилами многих стран, которые запрещают использование любых добавок в традиционных продуктах. Тем не менее, производители молочных продуктов всегда стремятся изготавливать новые продукты с особыми органолептическими показателями и функциональными свойствами, что привело к созданию композиционных продуктов на основе сыров и аналогов молочных продуктов, которые не обязаны придерживаться строгого законодательства в отношении натурального сыра.

В нашей стране это касается, в первую очередь, сырных продуктов с растительными жирами¹. Тем более, что практически все производители заменителей молочного жира предлагают изготовителям сырных продуктов композиции растительных жиров с уже внесенными в них низкомолекулярными эмульгаторами (как правило, моно- и диглицеридами жирных кислот) с целью облегчения процесса эмульгирования и получения мелкодисперсной эмульсии.

При производстве сырных продуктов использование эмульгаторов и стабилизаторов структуры оправдано, если они изготавливаются на основе

¹ В соответствии с Изменением к ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», вступившем в силу с 15 июля 2018 г., термин «сырный продукт» изменен на «молокосодержащий продукт с заменителем молочного жира, произведенный по технологии сыра». В статье используется прежний термин «сырный продукт» из-за слишком громоздкой формулировки официально введенного термина.

восстановленного молока, которое не дает плотного сгустка при ферментативном свертывании [21-23], а также при изготовлении низкожирных продуктов, для которых характерна излишне плотная консистенция и невыраженный сырный вкус из-за отсутствия продуктов липолиза жира [9,24]. Вместе с тем было обнаружено, что эмульгаторы могут действовать аналогично заменителям жира, улучшая связывание воды в белковой матрице или способствуя образованию агрегатов эмульгатора с белком, сходных по размеру с жировыми шариками. Эти агрегаты имитировали эффект жира в сырной матрице и улучшали текстурные свойства сыра [9].

В ином аспекте рассматривается роль моно- и диглицеридов жирных кислот при производстве полножирных полутвердых сырных продуктов со 100 % заменой молочного жира на композиции растительных жиров в работе [25]. В ней показано, что присутствующие в составе заменителей молочного жира моно- и диглицериды жирных кислот оказывают положительное влияние на формирование органолептических показателей сырных продуктов, которые, как правило, отличаются от сыров невыраженным сырным вкусом и запахом. Причиной этого является, с одной стороны, существенное изменение жирнокислотного состава жировой фазы и, с другой стороны, снижение доступности жира для липолитических ферментов по причине образования на поверхности жировых глобул более плотных, чем нативные, оболочек из белков молока. Присутствие моно- и диглицеридов жирных кислот в составе заменителя молочного жира вызывает существенное изменение морфологии оболочек жировых глобул, выражающееся в разрыхлении белковой основы вследствие конкурентной межфазной адсорбции эмульгатора с белками. Проведенные электронно-микроскопические исследования показали наличие в таких оболочках сквозных радиальных каналов, увеличивающих доступность заключенного внутри жира. Это важно для протекания процесса липолиза при созревании сырных продуктов, в результате которого образуются вещества, играющие важную роль во вкусо- и ароматообразовании.

Выводы.

Использование моно- и диглицеридов жирных кислот в составе многих молочных и молокосодержащих продуктов оказывает положительное влияние на органолептические показатели.

В последние годы с появлением новых видов низкожирных молочных продуктов, а также молокосодержащих продуктов с заменителями молочного жира область применения моно- и диглицеридов жирных кислот в молочной промышленности расширилась. Их использование при производстве мороженого, низкожирных видов масла, спредов, а также сырных продуктов с заменителями молочного жира является технологической необходимостью,

т.к. позволяет получать продукты высокого качества с заданными свойствами.

Список литературы

1. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия. СПб: ГИОРД, 2001. 592 с.
2. Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012) от 20 июля 2012 г. № 58: принят решением Совета Евразийской экономической комиссии.
3. Добавки пищевые. Термины и определения. ГОСТ Р 52499-2005. М.: Стандартиформ, 2006.
4. Регламент Европейского парламента и Совета Европейского Союза № 1333/2008 г. «О пищевых добавках»: принят 16 декабря 2008 г. (с изм. и доп. от 19 января 2016 г.).
5. Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. ГОСТ 31457-2012. М.: Стандартиформ, 2014.
6. Крoг Н. Использование эмульгаторов в мороженом // Молочная промышленность. 2000. № 3. С. 44-46.
7. Творогова А., Барей Ф, Леклузе И., Панов А. Анализ влияния ряда факторов на степень агломерации жира в мороженом при фризеровании // Империя холода. 2005. № 2. С. 30-31.
8. Zhang Z., & Goff H. D. On fat destabilization and composition of the air interface in ice cream containing saturated and unsaturated monoglyceride // International Dairy Journal. 2005. 15 (5). P. 495-500. DOI:10.1016/j.idairyj.2004.08.014.
9. Euston S. R. Emulsifiers in Dairy Products and Dairy Substitutes. Food Emulsifiers and Their Applications, 2008. P. 195-232. DOI:10.1007/978-0-387-75284-6_7.
10. Топникова Е.В., Дунаев А.В. Отечественные эмульгаторы для выработки сливочного масла и спредов // Сыроделие и маслоделие. 2006. № 3. С. 13-15.
11. Топникова Е.В. Роль эмульгаторов и стабилизаторов в маслообразовании и формировании структуры масла пониженной жирности // Сыроделие и маслоделие. 2006. № 5. С. 33-37.
12. Топникова Е.В. Продукты маслоделия: аспекты обеспечения качества. М.: Изд. Россельхозакадемии, 2012. 267 с.
13. Вышемирский Ф.А., Дунаев А.В. Спреды: состав, технологии, перспективы. СПб.: Профессия, 2014. 412 с.

14. Топникова Е.В., Лепилкина О.В., Коноплева А.А. Влияние эмульгаторов на реологические показатели спредов // Молочная промышленность. 2014. № 10. С. 67-69.
15. Рощупкина Н.В. Роль эмульгаторов в формировании текстуры спредов // Пищевая промышленность. 2006. № 10. С. 64.
16. Carić M., Kaláb M. Processed Cheese Products. In Cheese: Chemistry // Physics and Microbiology. Vol. 2, Major Cheese Groups, Edited by: Fox, 1997. P. 467-505.
17. Гаврилова Н.Б. Повышение качества ломтевых плавленых сыров путем частичной замены солей-плавителей поверхностно-активными моноглицеридами: автореф. дис. ... кандидата техн. наук. М. 1977.
18. Гаврилова Н.Б. Исследование влияния поверхностно-активных моноглицеридов на свойства ломтевого плавленого сыра. М.: ЦНИИТЭИ, серия «Маслодельная и сыродельная промышленность». 1977. № 1.
19. Bunka F., Pavlínek V., Hrabě J., Rop O., Janiš R., Krejčí J. Effect of 1-Monoglycerides on Viscoelastic Properties of Processed Cheese // International Journal of Food Properties. 2007. № 4. V. 10. P. 819-828.
20. Lee S.K., Klostermeyer H., Schrader K., & Buchheim W. Rheological properties and microstructure of model processed cheese containing low molecular weight emulsifiers. Food // Nahrung. 1995. № 40 (4). P. 189-194. DOI:10.1002/food.19960400406.
21. Lepilkina O.V., Shutov V.E., Kushakov N.M., Bukharina G.B., Vasilyeva N.V., Chubenko A.V. The influence of structuring food additives on the process of clot formation in the production of cheese products from reconstituted milk and vegetable fat // Development of foods with higher quality and biological value and investigation of their impact on the human health: Materials International Scientific Conference. Kaunas. 2007. P. 45-48.
22. Лепилкина О.В., Кушаков Н.М., Шутов В.Е. Гелеобразование в сырных продуктах на основе сухого молока и растительных жиров // Сыроделие и маслоделие. 2008. № 1. С. 38-41.
23. Лепилкина О.В. Сырные продукты с растительными жирами. М.: Издательство Россельхозакадемии, 2009. С. 68-71.
24. Lobato-Calleros C., Reyes-Hernández J., Beristain C.I., Hornelas-Uribe Y., Sánchez-García J.E., Vernon-Carter E.J. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat // Food Research International. 2007. № 40. P. 529-537.
25. Лепилкина О.В., Смыков И.Т., Логинова И.В. О роли эмульгаторов в повышении качества сырных продуктов // Сыроделие и маслоделие. 2016. № 2. С. 44-45.