

# Влияние эмульгаторов на окислительную стабильность жировой фазы в мороженом пломбир при хранении

**Творогова Антонина Анатольевна**

*ВНИИХИ филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН*

*Адрес: 127422, г. Москва, ул. Костякова, д. 12*

*E-mail: antvorogova@yandex.ru*

**Шобанова Татьяна Владимировна**

*ВНИИХИ филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН*

*Адрес: 127422, г. Москва, ул. Костякова, д. 12*

*E-mail: t.shobanova@yandex.ru*

**Гурский Игорь Алексеевич**

*ВНИИХИ филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН*

*Адрес: 127422, г. Москва, ул. Костякова, д. 12*

*E-mail: iixrug@yandex.ru*

В производстве мороженого по техническим и экономическим аспектам используют эмульгаторы. Обосновано, что в результате их влияния на устойчивость белково-липидной оболочки происходит целенаправленное частичное деэмульгирование жировой фазы. Высвобождение жира и его контакт с кислородом вводимого при фризеровании в продукт воздуха, использование жиросодержащей продукции длительного хранения в производстве потенциально могут приводить к окислению жировой фазы. Это особенно отрицательно сказывается на показателях качества мороженого пломбир с массовой долей жира 12–20%. Приведены результаты исследований в молочном жире 9 промышленных образцов мороженого пломбир с комплексными стабилизаторами-эмульгаторами и моностабилизаторами продуктов гидролиза (показатель кислотное число – КЧ) и окислительной порчи (показатель анизидиновое число – АЧ). Показано, что пломбир, в связи с высокой массовой долей жира при оптимальной для мороженого массовой доле СОМО 10%, характеризуется тонкой оболочкой на жировых шариках. Вследствие этого при использовании эмульгаторов в составе стабилизационных систем происходит повышенное деэмульгирование жира. Установлено, что присутствие жира в мороженом в свободном состоянии приводит к его глубокой окислительной порче. Показатель АЧ достиг значений 3,9–11 при максимально допустимом значении 3. Высокое значение АЧ отмечено и в образцах продукта без эмульгаторов со сниженной массовой долей СОМО. КЧ характеризовались диапазоном значений 0,25–0,502. Отмечена необходимость учета при установлении срока годности мороженого пломбир деэмульгирующей способности эмульгаторов в составе стабилизационных систем, продолжительности хранения жиросодержащего сырья до использования и соблюдение рекомендаций по оптимальной массовой доле СОМО в составе продукта.

**Ключевые слова:** мороженое пломбир, эмульгаторы, жировая фаза, окисление жира, кислотное число, анизидиновое число

## Введение

Основными видами порчи мороженого в процессе хранения являются физические и химические изменения. Физические изменения проявляются при колебаниях температуры в процессе хранения и приводят к снижению дисперсности структурных элементов (кристаллов льда и воздушных пузырьков). Присутствие органолептически ощу-

тимых кристаллов льда не допускается действующими нормативными документами. При изменении дисперсности воздушной фазы ухудшается консистенция продукта и происходит его усадка. Химические изменения в мороженом обусловлены окислительной порчей жира, в связи с присутствием кислорода в составе воздушной фазы продукта. Значительное влияние на окислительные процессы в жировой фазе оказывает

присутствие части жира в свободном (без белково-липидной оболочки) состоянии. Частичное деэмульгирование жира целенаправленно достигается в мороженом для решения технических и экономических задач. Действующим законодательством предусмотрено определение лишь продуктов первичной порчи жиров (перекисей и гидроперекисей), а в связи с тем, что мороженое является продуктом длительного хранения, велика вероятность присутствия в нем продуктов глубокого окисления (альдегидов и кетонов). В мороженом из-за окисления липидов развивается окисленный привкус (Гофф & Гартел, 2016; Sofjan & Hartel, 2004). Поэтому при определении окончания сроков годности мороженого необходимо учитывать и контролировать процессы окисления жировой фазы.

### Литературный обзор

В мороженом жир выполняет значительную роль, способствуя формированию стабильной, термостойкой структуры и кремообразной консистенции. Кроме того, молочный жир участвует в формировании характерного молочного вкуса и является носителем вкуса и аромата используемых пищевых продуктов и ароматизаторов (Творогова, 2003).

При целенаправленном создании структуры мороженого часть жира из состояния эмульсии прямого типа переводят в деэмульгированное состояние. Эффект деэмульгирования (агломерирования) жира достигается благодаря действию эмульгаторов на белково-липидную оболочку жировых шариков (Jinju, Olayemi, Xiaodong, & Tingsheng, 2020; Mendez-Velasco & Goff, 2012).

Эмульгаторы являются доминирующей составной частью комплексных пищевых добавок, дополнительно к эмульгаторам, включающим композицию эффективных гидроколлоидов, представленных чаще всего полисахаридами камедями гуаровой, тары и рожкового дерева и каррагенана. Эмульгаторы в композиции представлены, как правило, моно- и диглицеридами жирных кислот или их композицией с полисорбатами (Илларионова Ульянова, Гюлушанян, & Вербицкая, 2016; Ульянова, Илларионова, & Серов, 2017; Arima, Ueji, Ueno, Ogawa, & Sato, 2007).

Активная роль эмульгатора в дестабилизации жировой фазы и стабилизации воздушной фазы зависит от соотношения в составе моно- и диглицеридов ненасыщенных жирных кислот и присутствия полисорбатов (Zhang & Goff, 2005; Segall & Goff, 2002).

Деэмульгирующая способность эмульгаторов с ненасыщенными жирными кислотами и полисорбатами выше, чем с насыщенными. Наличие деэмульгированного жира способствует образованию в мороженом кремообразной консистенции, насыщению его воздухом, созданию сухой поверхности при экструзии, повышению устойчивости к таянию и осаждению (Творогова, 2006; Шобанова & Творогова, 2018; Творогова, 2004; Spicer & Hartel, 2005).

Вместе с тем наличие свободного жира в мороженом, находящегося в свободном контакте с кислородом воздуха, в мороженом априори может привести к его окислению (Косцова & Комаров, 2016; Mendez-Velasco & Goff, 2012). Следует ожидать, что мере увеличения массовой доли жира в продукте и повышения деэмульгирующей способности эмульгаторов количество деэмульгированного жира будет увеличиваться, как и вероятность его окислительной порчи (Полынов & Творогова, 2013; Segall & Goff, 2002; Blankart et al., 2020).

Под окислением жира понимают его глубокий распад с образованием перекисей (пероксидов), альдегидов, кетонов, оксикислот и других соединений, приводящих к появлению в пищевых продуктах нежелательных привкусов и запахов, и, как следствие этого, ухудшению его органолептических характеристик и пищевой ценности. Кроме того, потребление мороженого, так же как и любого пищевого продукта, с окисленными липидами может привести к возникновению целого ряда патологических состояний организма (Творогова, 2018). В настоящее время действующее законодательство предполагает определение первичных продуктов порчи.<sup>1,2</sup> Однако применительно к продуктам длительного хранения, подверженных окислительным процессам, к которым относится мороженое пломбир, интерес представляет исследование наличия продуктов глубокой окислительной порчи.

<sup>1</sup> ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции. <http://www.eurotest.ru/upload/iblock/10d/10d8a915dc57f6ba2c55c654290ca82.pdf> (дата обращения: 19.12.2020).

<sup>2</sup> ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Pages/PischevayaProd.aspx> (дата обращения: 09.12.2020).

## Теоретическое обоснование

В настоящее время в составе стабилизационных систем для мороженого с различной массовой долей жира широко применяют эмульгаторы, вызывающие регулируемое деэмульгирование жировой фазы. Содержание свободного жира повышается по мере увеличения его массовой доли в продукте. Следовательно, в мороженом пломбир с высокой массовой долей жира (12-20%) значительное количество жира может находиться в контакте с кислородом воздуха, вводимого в продукт в процессе термомеханической обработки продукта во фризере. Кроме того, молочная жиродержащая продукция, применяемая в производстве мороженого, характеризуется сезонным производством, следовательно, до использования может долго храниться и содержать продукты окисления жиров<sup>3</sup>. В связи с этим целью исследований являлось определение наличия в мороженом пломбир промышленного производства продуктов глубокой окислительной порчи для учета этого фактора при установлении сроков годности продукта. Для реализации цели были определены следующие задачи: исследовать влияние эмульгаторов, качественного и количественного состава сырьевых компонентов на процесс окислительной порчи жировой фазы в процессе хранения.

## Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны образцы мороженого пломбир 12, 15, 16% жирности с различным качественным и количественным составом комплексных стабилизаторов эмульгаторов из точек розничной торговли и образцы мороженого пломбир с массовой долей молочного жира 15% с моностабилизаторами (без использования эмульгаторов).

Кислотное число определяли по ГОСТ Р 50457 – 92 (ИСО 660-83) «Жиры и масла животные и растительные. Определение кислотного числа и кислотности»<sup>4</sup>; анизидиновое число: выделение жира из мороженого производили по методике, приведенной в ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»<sup>5</sup>; определение показателя ГОСТ 31756-2012 (ISO 6885:2006) «Жиры и масла животные и растительные. Определение

анизидинового числа»<sup>6</sup>. Измерение оптической плотности анализируемого раствора после реакции с уксуснокислым раствором параанизидина проводили на спектрофотометре при длине волны 350 нм (Цифровой спектрофотометр модель PD-303).

## Результаты и их обсуждение

Определены значения кислотного (КЧ) и анизидинового (АЧ) чисел в 15 образцах мороженого пломбир: 10 образцов (с эмульгаторами и стабилизаторами) промышленного производства, 5 образцов (со стабилизаторами), изготовленных в лабораторных условиях с повышенным механическим воздействием на продукт в процессе длительного (до 10 мин.) процесса фризирования. Длительное фризирование, даже в отсутствие эмульгатора, усиливает дестабилизирующее действие на жировую фазу.

Определение КЧ вызвано необходимостью определения наличия в мороженом продуктов гидролитического распада липидов (свободных жирных кислот), продуктов предопределяющих окисление. Глубину окислительных процессов, происходящих в мороженом, определяли по значению анизидинового числа, характеризующего содержание в жиродержащем продукте вторичных продуктов окисления (альдегидов). Стандарта на значение АЧ, характеризующего свежесть жира, нет. В мировой практике за такую норму свежести молочного жира принято значение 3 (Стеле, Широкова, & Базарнова, 2008).

В результате исследований установлено, что значение кислотного числа в образцах составляло 0,25-0,544 мг КОН/г. Диапазон значений АЧ был более существенным (1,8-11,0) (Таблица 1).

При анализе факторов, оказывающих влияние на значение АЧ, учитывали влияние присутствия эмульгаторов в составе стабилизационных систем, продолжительность хранения до исследования, температуру хранения и состав мороженого. Состав мороженого приведен на Рисунке 1.

Используя результаты исследований, изложенных в Таблице 1 и на Рисунке 1, можно достаточно достоверно объяснить причину высокой окисли-

<sup>3</sup> Оленев, Ю. А., Творогова, А. А., Казакова, Н. В. & Соловьёва, Л. Н. (2004). Справочник по производству мороженого. М.: ДеЛи принт.

<sup>4</sup> ГОСТ Р 50457 – 92 (ИСО 660-83). (1993). Жиры и масла животные и растительные. Определение кислотного числа и кислотности. М.: Госстандарт России.

<sup>5</sup> ГОСТ 5867-90. (2009). Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. М.: Стандартинформ.

<sup>6</sup> ГОСТ 31756-2012 (ISO 6885:2006). (2014). Жиры и масла животные и растительные. Определение анизидинового числа. М.: Стандартинформ.

Таблица 1  
Результаты исследования КЧ и АЧ в мороженом пломбир

№№ образцов, массовая доля жира в образцах	Темпер. хранения, °С	Дата изготовления, (срок хранения до исследования)	Состав стабилизационной системы	КЧ, мгКОН/г	АЧ
№1-15%	- 18	24.04.19 (6 мес.)	МДГ, КРД, ГК, КР, КМЦ	0,502	11
№2-15%	- 30	24.04.19 (6 мес.)	МДГ, КРД, ГК, КР, КМЦ	0,477	8,7
№3- 15%	-18	13.06.19 (4 мес.)	МНГ, КРД, ГК, КР, КМЦ	0,443	8,2
№4 -12%	-18	2.10.19 (1 мес.)	цитрусовые волокна, яичный желток	0,375	13,9
№5-12% (шоколадное)	- 18	30.11.18 (11 мес.)	МДГ; ГК, КРД, КТ, КР	0,544	3,9
№6- 15%	- 18	19.11.18 (12 мес.)	МДГ; ГК, КРД, КТ, КГ	-	1,8
№7- 16%	- 18	23.01.20 (1 мес.)	Желток яичный, крахмал тапиоки, КРД	0,39	8,8
№8- 12%	-18	11.10.19 (4 мес)	МДГ, КРД., ГК, КР	0,32	8,3
№9 -15% (шоколадное)	-18	17.06.19 (8 мес)	МДГ, ГК, КР	0,25	6,56

Примечание: МГД-моно- и диглицериды жирных кислот (эмульгаторы), КРД-камедь рожкового дерева, ГК-гуаровая камедь, КТ-камедь тары, КР- каррагенан, КМЦ- карбоксиметилцеллюлоза натриевая соль, МНГ – моноглицериды.

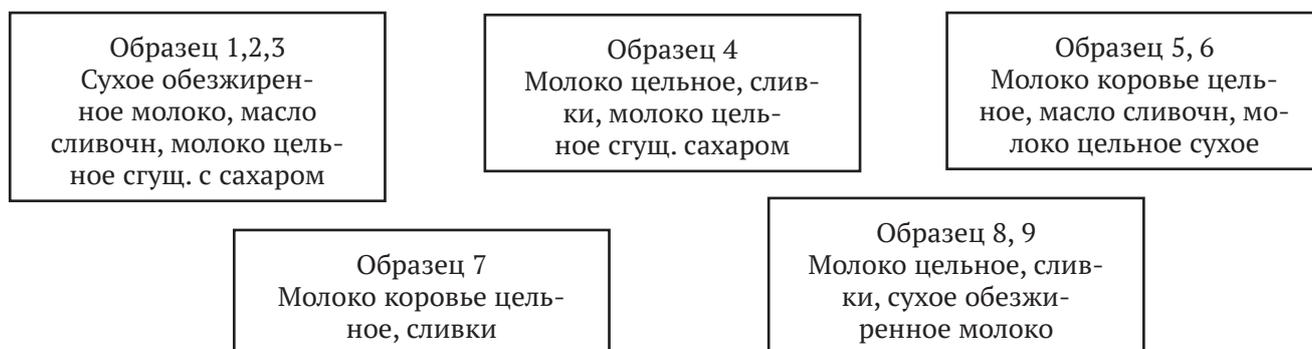


Рисунок 1. Особенности состава исследуемых образцов мороженого пломбир

тельной порчи жира в мороженом пломбир. При этом принимается во внимание, кроме наличия эмульгаторов, и массовая доля белка в составе СОМО, участвующая в формировании оболочек на жировых шариках. В мороженом массовая доля СОМО составляет обычно 10% во всех разновидностях. Однако в мороженом пломбир массовая доля жира наибольшая 12-15%, поэтому оболочка на жировых шариках формируется тонкая и под воздействием эмульгатора происходит деэмуль-

гирование жира, более существенное, чем в разновидностях с меньшей массовой долей жира. А, если по каким –то причинам, значение СОМО в мороженом пломбир будет снижено, существует высокая вероятность деэмульгирования жира без влияния эмульгатора под действием термомеханического воздействия во фризере.

В образцах 1, 2, 3 высокое значение АЧ (11, 8,7 и 8,2) может быть обусловлено одновременным

влиянием эмульгатора на стабильность жировой фазы, использованием жиросодержащего сырья с длительным сроком годности, поскольку изготовление продукта проводилось в межсезонный для молочной отрасли период из сливочного масла и молочных консервов и длительным сроком хранения (6 и 4 месяцев). При этом следует отметить, что образец №2 хранился при -30°C, поэтому значение АЧ (8,7) в нем ниже в 1,26 раза, чем в образце №1. А образец №3 хранился на 2 мес. меньше, чем образец 1, АЧ в нем ниже, чем в образце №1 в 1,37 раза.

В образце №4 высокое значение АЧ при использовании цельного молока в отсутствие эмульгаторов можно объяснить только низким качеством сгущенного молока по наличию продуктов окисления. Содержание сгущенного молока в рецептуре вероятно высокое, поскольку оно используется в качестве единственного источника для восполнения СОМО, недовнесенного с цельным молоком. Кроме того, в продукте может быть пониженная массовая доля СОМО, белок которого не обеспечивает стабильность жировых частиц, происходит их деэмульгирование и последующее окисление жира.

Образцы №№ 5-6 характеризуются довольно низким значением АЧ (3,9 и 1,8) при длительном хранении 11 и 12 мес. Это можно объяснить применением свежего жиросодержащего сырья и эмульгатора с невысоким деэмульгирующим эффектом.

В образце №7 высокое окисление жировой фазы произошло из-за низкого содержания СОМО, а, следовательно, и белка. В качестве источников СОМО применялись молоко цельное и сливки. Их совместное использование в отсутствие сухого молока не позволяет восполнить СОМО более чем на 6%.

Содержание белка при этом не превышает 2%, поэтому деэмульгирование жировой фазы и ее окисление может произойти даже в отсутствие эмульгатора из-за тонкой оболочки на жировом шарике.

Окислительную нестабильность жировой фазы в образцах №№ 8 и 9 можно объяснить предположительно применением эмульгатора в составе стабилизационной системы с высоким деэмульгирующим эффектом, поскольку в составе указано свежее жиросодержащее сырье молоко и сливки.

Таким образом, очевидно, что деэмульгирование жира, происходящее при наличии тонкой обо-

лочка на жировом шарике из-за отсутствия достаточного количества белка или присутствия эмульгатора, и использование жиросодержащего сырья длительного срока хранения до использования являются доминирующей причиной глубокого окисления жира в мороженом пломбир.

Влияние эмульгатора на окислительную стабильность жира в мороженом пломбир отмечено при исследовании экспериментальных партий, изготовленных с применением жиросодержащего сырья непродолжительного срока хранения до использования (Таблицы 2-3). В качестве контроля использовался образец №1 с комплексным стабилизатором-эмульгатором (0,4%), моностабилизаторы применялись в образцах: 2- желатин (0,4%), 3 – крахмал физической модификации «Novation» (1,5%), 4- картофельный крахмал (1,5%), 5 – пищевое волокно «SenseFi» (0,35%).

Таблица 2  
КЧ в мороженом пломбир с моностабилизаторами в процессе хранения

Образец №	Кислотное число в процессе хранения				
	После закаливания	Через 1 мес.	Через 2 мес.	Через 4 мес.	Через 6 мес.
1	0,240	0,296	0,348	0,323	0,311
2	0,252	0,270	0,295	0,407	0,268
3	0,239	0,257	0,279	0,277	0,238
4	0,254	0,274	0,333	0,413	0,281
5	0,249	0,274	0,29	0,329	0,328

По данным, представленным в Таблице 2, видно, что максимальное значение кислотного числа в образцах достигается через 4 месяца хранения.

Таблица 3  
АЧ в мороженом пломбир с моностабилизаторами в процессе хранения

Образец №	АЧ в процессе хранения	
	1 мес.	6 мес.
1	0,24	5,138
2	0,13	2,840
3	0,019	0,549
4	0,112	0,282
5	0,037	0,104

Из данных, представленных в Таблице 3, видно, что начальное значение анизидинового числа (через 1 месяц хранения) в образцах невысокое (не

более 0,24), что свидетельствует о свежести молочного жира. Через 6 месяцев хранения значения этого показателя в образце с КСЭ возросло до 5,138, а в образцах с моностабилизаторами не превышало 2,84.

### Выводы

Анализ значений анизидинового числа в мороженом пломбир показывает, что использование эмульгаторов в составе комплексной пищевой добавки оказывает отрицательное влияние на окислительную стабильность жира при хранении. Следовательно, в производстве мороженого пломбир следует использовать эмульгаторы с пониженным деэмульгирующим эффектом и при установлении срока годности учитывать степень окисления молочного жира по показателю АЧ. Кроме того следует учитывать косвенное влияние на окислительную стабильность жира массовой доли белка в составе СОМО и продолжительность хранения жиросодержащего сырья до использования.

Учитывая важность полученных результатов при решении вопросов сохранения качества мороженого в процессе хранения, исследования по окислительной стабильности жировой фазы в этом продукте следует продолжить в более широких масштабах.

### Литература

Гофф, Г. Д., & Гартел, Р. У. (2005). Мороженое. СПб.: Профессия.

Илларионова, В. В., Ульянова, О. В., Гюлушанян, А. П., & Вербицкая, Е. А. (2016). Виды и основные характеристики стабилизационных систем, применяемых в производстве мороженого. *Научные труды КубГТУ*, 14, 299-307.

Косцова, Т. Е., & Комаров, Н. В. (2016). К вопросу применения натуральных ингредиентов, способствующих повышению окислительной стабильности масел, жиров и эмульсионных жировых продуктов. *Вестник ВНИИЖ*, 1-2, 19-22. URL: [http://www.vniifats.ru/magazine/01-02\\_2016.pdf](http://www.vniifats.ru/magazine/01-02_2016.pdf) (дата обращения: 10.03.2021).

Полынов, Е. И., & Творогова, А. А. (2013). Исследование влияния содержания ненасыщенных жиров на окислительную стабильность жировой фазы в мороженом. В Сборник трудов VII конференции молодых ученых и специалистов Россельхозакадемии (с. 356-359). М.: Россельхозакадемия.

Стеле, Р., Широкова, В., & Базарнова, Ю. Г. (2008). Срок годности пищевых продуктов. Расчёт и испытание. СПб.: Профессия.

Творогова, А. А. (2003). Научно-практические рекомендации по стабилизации структуры мороженого. М.: Россельхозакадемия.

Творогова, А. А. (2004). Стабилизация структуры мороженого. *Переработка молока*, 8, 22-24.

Творогова, А. А. (2018). Сохранение качества мороженого при длительном хранении. *Империя холода*, 1, 62-63.

Творогова, А. А. (2006). Теоретическое и экспериментальное обоснование формирования и стабилизации структуры мороженого (Диссертация доктора технических наук). М.: ГНУ ВНИХИ.

Ульянова, О. В., Илларионова, В. В., & Серов, О. В. (2017). Поиск новых структурообразователей для мороженого и замороженных десертов. *Известия ВУЗОВ. Пищевая технология*, 4, 6-10.

Шобанова, Т. В., & Творогова, А. А. (2018). Влияние жировой фазы на технологически значимые показатели мороженого пломбир без эмульгаторов. *Food systems*, 1(2), 4-11. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2018-1-2-4-11>

Arima, S., Ueji, T., Ueno, S., Ogawa, A., & Sato, K. (2007). Retardation of crystallization-induced destabilization of PMF-in-water emulsion with emulsifier additives. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 55(1), 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2006.11.025>

Blankart, M., Kratzner, C., Link, K., Oellig, C., Schwack, W., & Hinrichs J. (2020). Technical emulsifiers in aerosol whipping cream – Compositional variations in the emulsifier affecting emulsion and foam properties. *International Dairy Journal*, 102, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.104578>

Jinju, C., Olayemi, E. D., Xiaodong, L., & Tingsheng, Y. (2020). Effect of emulsifier-fat interactions and interfacial competitive adsorption of emulsifiers with proteins on fat crystallization and stability of whipped-frozen emulsions. *Food Hydrocolloids*, 101, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105491>

Mendez-Velasco, C., & Goff H. D. (2012). Fat structure in ice cream: a study on the types of fat interactions. *Food Hydrocoll*, 29(1), 152-159. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.02.002>

Mendez-Velasco, C., & Goff, H. D. (2012). Fat structures as affected by unsaturated or saturated monoglyceride and their effect on ice cream structure, texture and stability. *International Dairy Journal*, 24(1), 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.11.009>

Segall, K. I., & Goff, H. D. (2002). A modified processing routine for ice cream that promotes fat

- destabilization in the absence of added emulsifier. *International Dairy Journal*, 12(12), 1013-1018. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00117-6](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00117-6)
- Spicer, P. T., & Hartel, R. W. (2005). Crystal comets: Dewetting during emulsion droplet crystallization. *Australian Journal of Chemistry*, 36(51), 655-659. <https://doi.org/10.1002/chin.200551267>
- Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical properties of ice cream. *International Dairy Journal*, 14(3), 255-262. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.005>
- Zhang, Z., & Goff, H. D. (2005). On fat destabilization and composition of the air interface in ice cream containing saturated and unsaturated monoglyceride. *International Dairy Journal*, 15(5), 495-500. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.08.014>

# The Effect of the Emulsifiers on Oxidative Stability of the Fat Phase

**Antonina A. Tvorogova**

*All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – branch of V.M. Gorbatov  
Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science  
12, Kostyakova, Moscow, 127422, Russian Federation  
E-mail: antvorogova@yandex.ru*

**Tatyana V. Shobanova**

*All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – branch of V.M. Gorbatov  
Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science  
12, Kostyakova, Moscow, 127422, Russian Federation  
E-mail: t.shobanova@yandex.ru*

**Gurskiy Igor A.**

*All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – branch of V.M. Gorbatov  
Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science  
12, Kostyakova, Moscow, 127422, Russian Federation  
E-mail: iixrug@yandex.ru*

In the production of ice cream the emulsifiers are used for some technical and economic reasons. It is substantiated that as a result of their influence on the stability of the protein-lipid membrane, a targeted partial demulsification of the fat phase occurs. The release of fat and its contact with the introduced oxygen during freezing while production can potentially lead to the oxidation of the fat phase. This is especially negative for ice cream quality indicators with a fat mass fraction of 12-20%. The results of studies in milk fat of 9 industrial samples of ice cream “Plombir” with complex stabilizers, emulsifiers and monostabilizers of hydrolysis products (acid number – AcN) and oxidative damage (anizidine number – AnN) are presented. It is shown that “Plombir” due to its high mass fraction of fat, with an optimum mass fraction of dry skim milk residue (SOMO) of 10% for ice cream, is characterized by the same coating on fat globules. As a result of this, when using emulsifiers as part of stabilization systems, an increase in the demulsification of fat occurs. It is established that the presence of fat in ice cream in a free state leads to deep oxidative damage. The AcN value reached a value of 3.9-11 with the maximum allowable value of 3. A high AnN value was noted in product samples without emulsifiers with a reduced mass fraction of SOMO. AcN was characterized by a range of values of 0.25-0.502. The necessity of taking into account the demulsifying ability of emulsifiers when determining the shelf life of “Plombir” ice cream, as part of stabilization systems, also the duration of storage of fat-containing raw materials prior to use, and compliance with recommendations on the optimal proportion of SOMO in the composition of the product is to be noted.

**Keywords:** plombir ice cream, emulsifiers, fat phase, fat oxidation, acid number, anigizin number

## References

- Goff, G. D., & Gartel, R. U. (2005). *Morozhenoe [Ice cream]*. S-Petersburg: Professiya.
- Illarionova, V. V., Ul'yanova, O. V., Gyulushanyan, A. P., & Verbitskaya, E. A. (2016). Vidy i osnovnye kharakteristiki stabilizatsionnykh sistem, primenyaemykh v proizvodstve morozhenogo [Types and main characteristics of stabilization systems used in ice cream production]. *Nauchnye trudy KubGTU [Scientific works of the Kuban State Technological University]*, 14, 299-307.
- Kostsova, T. E., & Komarov, N. V. (2016). K voprosu primeneniya natural'nykh ingredientov, sposobstvuyushchikh povysheniyu okislitel'noi stabil'nosti masel, zhirov i emul'sionnykh zhirovnykh produktov [On the use of natural ingredients that help to increase the oxidative stability of oils, fats and emulsion fatty products]. *Vestnik VNIIZh [Bulletin of the All-Russian Research Institute of Fats]*, 1-2, 19-22. URL: [http://www.vniifats.ru/magazine/01-02\\_2016.pdf](http://www.vniifats.ru/magazine/01-02_2016.pdf) (accessed: 10.03.2021).
- Polynov, E. I., & Tvorogova, A. A. (2013). Issledovanie vliyaniya sodержaniya nenasyshchennykh zhi-

- rov na okislitel'nyuyu stabil'nost' zhirovoi fazy v morozhenom [Study of the influence of the content of unsaturated fats on the oxidative stability of the fat phase in ice cream]. In *Sbornik trudov VII konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rossel'khozakademii* [Proceedings of the 7th conference of young scientists and specialists of the Russian Agricultural Academy] (s. 356-359). Moscow: Russian Agricultural Academy.
- Stele, R., Shirokova, V., & Bazarnova, Yu. G. (2008). *Srok godnosti pishchevykh produktov. Raschet i ispytanie* [Shelf life of food products. Calculation and testing]. S-Petersburg: Professiya.
- Tvorogova, A. A. (2003). *Nauchno-prakticheskie rekomendatsii po stabilizatsii struktury morozhenogo* [Scientific and practical recommendations for stabilizing the structure of ice cream]. Moscow: Rossel'khozakademiiya.
- Tvorogova, A. A. (2004). Stabilizatsiya struktury morozhenogo [Stabilization of the structure of ice cream]. *Pererabotka moloka* [Milk processing], 8, 22-24.
- Tvorogova, A. A. (2018). Sokhraneniye kachestva morozhenogo pri dlitel'nom khraneniye [Preservation of the quality of ice cream during long-term storage]. *Imperiya kholoda* [Empire of cold], 1, 62-63.
- Tvorogova, A. A. (2006). *Teoreticheskoye i eksperimental'noye obosnovaniye formirovaniya i stabilizatsii struktury morozhenogo* (Dissertatsiya doktora tekhnicheskikh nauk) [Theoretical and experimental substantiation of the formation and stabilization of the structure of ice cream (Doctoral dissertation)]. Moscow: GNU VNIKH.
- Ul'yanova, O. V., Illarionova, V. V., & Serov, O. V. (2017). Poisk novykh strukturoobrazovatelyei dlya morozhenogo i zamorozhennykh deservtov [Search for new structuring agents for ice cream and frozen desserts]. *Izvestiya VUZOV. Pishchevaya tekhnologiya* [University news Food technology], 4, 6-10.
- Shobanova, T. V., & Tvorogova, A. A. (2018). Vliyaniye zhirovoi fazy na tekhnologicheskiye znachimyye pokazately morozhenogo plombir bez emul'gatorov [Influence of the fat phase on the technologically significant indicators of ice cream sundae without emulsifiers]. *Food systems*, 1(2), 4-11. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2018-1-2-4-11>
- Arima, S., Ueji, T., Ueno, S., Ogawa, A., & Sato, K. (2007). Retardation of crystallization-induced destabilization of PMF-in-water emulsion with emulsifier additives. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 55(1), 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2006.11.025>
- Blankart, M., Kratzner, C., Link, K., Oellig, C., Schwack, W., & Hinrichs J. (2020). Technical emulsifiers in aerosol whipping cream – Compositional variations in the emulsifier affecting emulsion and foam properties. *International Dairy Journal*, 102, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.104578>
- Jinju, C., Olayemi, E. D., Xiaodong, L., & Tingsheng, Y. (2020). Effect of emulsifier-fat interactions and interfacial competitive adsorption of emulsifiers with proteins on fat crystallization and stability of whipped-frozen emulsions. *Food Hydrocolloids*, 101, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105491>
- Mendez-Velasco, C., & Goff H. D. (2012). Fat structure in ice cream: a study on the types of fat interactions. *Food Hydrocoll*, 29(1), 152-159. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.02.002>
- Mendez-Velasco, C., & Goff, H. D. (2012). Fat structures as affected by unsaturated or saturated monoglyceride and their effect on ice cream structure, texture and stability. *International Dairy Journal*, 24(1), 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.11.009>
- Segall, K. I., & Goff, H. D. (2002). A modified processing routine for ice cream that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier. *International Dairy Journal*, 12(12), 1013-1018. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00117-6](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00117-6)
- Spicer, P. T., & Hartel, R. W. (2005). Crystal comets: Dewetting during emulsion droplet crystallization. *Australian Journal of Chemistry*, 36(51), 655-659. <https://doi.org/10.1002/chin.200551267>
- Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical properties of ice cream. *International Dairy Journal*, 14(3), 255-262. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.005>
- Zhang, Z., & Goff, H. D. (2005). On fat destabilization and composition of the air interface in ice cream containing saturated and unsaturated monoglyceride. *International Dairy Journal*, 15(5), 495-500. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.08.014>