ОБОСНОВАНИЕ НОРМИРОВАНИЯ СУХОГО ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОЧНОГО ОСТАТКА В МОРОЖЕНОМ

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Антонина Анатольевна Творогова, д-р техн. наук, заместитель директора по научной работе
E-mail: antvorogova@yandex.ru
Игорь Алексеевич Гурский, канд. техн. наук, младший научный сотрудник
E-mail: iixrug@yandex.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова, г. Москва

Сухой обезжиренный молочный остаток составляет не менее 25 % сухих веществ традиционного мороженого. Основным его источником является дорогостоящий компонент – сухое молоко. С целью снижения затрат на производство нередко возникает вопрос о целесообразности нормирования сухого обезжиренного молочного остатка. Целью исследования являлась сравнительная оценка показателей качества мороженого с различным содержанием сухого обезжиренного молочного остатка для обоснования целесообразности его нормирования. Объектом исследования являлось наиболее производимое в России мороженое пломбир и его разновидности с заменой сухого обезжиренного остатка на концентраты молочных и сывороточных белков, мальтодекстрин и инулин. Установлено, что полная замена сухого обезжиренного молочного остатка на эти компоненты приводит к снижению титруемой кислотности смеси на 7–8 °Т, повышению криоскопической температуры смеси на 0,8 °С и увеличению твердости готового продукта в 2,2–2,4 раза. При пониженном содержании сухого обезжиренного молочного остатка в случае использования концентратов белков или сухой подсырной сыворотки достигается значение вязкости смеси для традиционного продукта. При этом из-за низкой десорбционной способности сывороточных белков с оболочек жировых шариков сокращается количество агломерированных жировых частиц, что отрицательно сказывается на дисперсности воздушной фазы. Отмечено, что полная или частичная замена сухого обезжиренного остатка на концентраты молочных и сывороточных белков, продукты переработки крахмала и инулин оказывает влияние на технологически значимые и органолептические показатели мороженого. Это необходимо учитывать при нормировании физико-химических показателей продукта, которые в значительной степени обусловлены содержанием сухого обезжиренного молочного остатка.

Ключевые слова: мороженое, концентраты молочных белков, концентраты сывороточных белков, СОМО, инулин, мальтодекстрин, физико-химические показатели

Для цитирования: Творогова, А. А. Обоснование нормирования сухого обезжиренного молочного остатка в мороженом / А. А. Творогова, И. А. Гурский // Молочная промышленность. 2025. № 1. С. 18–23. https://doi.org/10.21603/1019-8946-2025-1-28

ВВЕДЕНИЕ

Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» регламентирует обязательные требования к содержанию сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) лишь в йогурте, который является кисломолочным продуктом с повышенным значением этой составной части молока.

В традиционном мороженом в России исторически содержание СОМО устанавливали на уровне 7–11 %. При этом принималось во внимание, что минимальный предел СОМО позволяет сохранить в мороженом характерный вкус молочной продукции, а максимальный обеспечит стабильное состояние лактозы (без кристаллизации) в насыщенном растворе [1]. В североамериканских странах содержание СОМО в мороженом нормируется на уровне 8–12 % [2].

В сохранении традиционного вкуса посредством нормирования СОМО заинтересованы не только потребители, но и большинство изготовителей. Технологически оптимальный уровень СОМО обеспечивает постоянство параметров технологического процесса и возможность производства продукции без пищевкусовых продуктов, необходимых при низком значении этого показателя для нивелирования отсутствия молочного вкуса [1].

Интерес к снижению минимального порога СОМО возникает в связи с высокой себестоимостью сухого молока, являющегося для мороженого основным источником сухих обезжиренных веществ молока.

Для частичной замены СОМО применяют продукты переработки крахмала (мальтодекстрины и сухой глюкозный сироп), концентраты молочных и сывороточных белков, растворимое пищевое волокно инулин [3–4]. Продукты переработки крахмала характеризуются высокой молекулярной массой, поэтому не оказывают заметного влияния на криоскопическую температуру и долю вымороженной воды. Известно их влияние на консистенцию посредством влияния на твердость (глюкозные сиропы)

или на дисперсность воздушной фазы (мальтодекстрины) [5–7]. Концентраты молочных или сывороточных белков, являясь источниками технологически функциональных белков, способны влиять на процесс пенообразования и стабилизацию пены (воздушной фазы). Происходящее при этом изменение строения оболочки на жировых шариках отражается на процессе регулируемого деэмульгирования жировой фазы, а затем и на технологически значимых и органолептических показателях [8–10]. Замечено положительное влияние концентратов сывороточных белков на повышение сенсорного ощущения содержания жира [11–12].

В настоящее время данных о показателях качества мороженого с частичной и полной заменой СОМО на продукты переработки крахмала и концентраты сывороточных и молочных белков недостаточно. В связи с этим **целью исследований** являлась сравнительная оценка показателей качества мороженого с различной массовой долей СОМО при его замене концентратами белков и продуктами переработки крахмала для обоснования необходимости нормирования этого показателя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования построены на анализе экспериментальных данных по различным направлениям применения продуктов переработки крахмала и концентратов молочных и сывороточных белков в производстве мороженого.

Показатели качества мороженого пломбир при полной замене белков сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) на белки молочных и сывороточных концентратов получены при анализе результатов исследований, приведенных в [13].

Выбор мороженого пломбир для анализа обусловлен наибольшими объемами его производства в РФ. В качестве контрольного образца использовали мороженое пломбир с массовой долей молочного жира 12 %, СОМО 10 %, сахарозы 14 % (образец № 1). В экспериментальных образцах 5 % СОМО заменено: в образце № 2 таким же количеством концентрата сывороточных белков (КСБ), в образце № 3 таким же количеством концентрата молочных белков (КМБ). Остальные 5 % СОМО возмещали инулином (3 %) и мальтодекстрином (2 %). Во всех трех образцах в качестве стабилизационной системы использовали эмульгаторы (моно- и диглицериды жирных кислот) и композицию гидроколлоидов – карбоксиметилцеллюлоза натриевая соль, гуаровая камедь и каррагинан.

Данные об отличии показателей мороженого традиционного состава и с использованием КСБ и КМБ приведены в таблице 1.

Результаты анализа позволили установить, что полная замена СОМО в мороженом пломбир, включая замену белков концентратами молочных и сывороточных белков, приводит к существенному снижению практически всех показателей качества мороженого пломбир. Существенное снижение динамической вязкости (в образце с КСБ в 3,1 раза, с КМБ в 1,3 раза) оказывает отрицательное влияние на консистенцию мороженого. Понижение титруемой кислотности (на 7–8 °Т) по сравнению с показателем, нормируемым стандартами, указывает на несоответствии состава готового продукта требованиям межгосударственного стандарта. Более низкая взбитость и наибольший размер воздушных ячеек при использовании КСБ и КМБ отражает пониженную способность смеси к насыщению воздухом. Увеличение значений показателя «условная твердость» (в 2,2–2,4 раза) свидетельствует о формировании плотной консистенции.

Таблица 1. Сравнительные показатели качества мороженого

Наименование показателей	Значение показателей в образцах		
	№ 1 (контроль)	№ 2 (с концентратом сывороточных белков)	№ 3 (с концентратом молочных белков)
Динамическая вязкость смесей после созревания, мПа•с	855 ± 42	273 ± 17	642 ± 37
Титруемая кислотность,°Т	22 ± 1	14 ± 1	15 ± 1
Взбитость, %	87 ± 8	56 ± 7	65 ± 8
Криоскопическая температура, °С	−2,9 ± 0,01	−2,1 ± 0,01	−2,1 ± 0,01
Дисперсность воздушной фазы, Д90 (размер 90 % пузырьков), не более	45,3	47,1	60,1
Условная твердость, Н	4,5 ± 0,7	11,1 ± 2,8	12,1 ± 2,8

Источник изображения: pixabay.com

Следовательно, полная замена СОМО на КСБ, КМБ, инулин и мальтодекстрин в мороженом пломбир привела к формированию в продукте показателей качества, отличающихся от традиционных.

Исследование состояния жировой фазы в мороженом при замене СОМО на концентраты молочных и сывороточных белков. Известно, что в процессе гомогенизации на жировых частицах формируется новая, так называемая вторичная оболочка [8]. Прочность оболочки важно учитывать, поскольку от этого показателя зависит количество свободного (деэмульгированного жира), оказывающего влияние на состояние и дисперсность воздушной фазы и консистенцию готового продукта в целом [9].

На прочность оболочки влияет количество и вид белка. Традиционно считают, что состояние оболочки на жировых шариках зависит от соотношения СОМО и жира. Считают, что оно должно быть 0,60–0,85. Это означает, что при содержании жира в мороженом 12 %, содержание СОМО должно быть не менее 7,2 %, а при 15 % – 9 %. В продуктах с традиционным содержанием СОМО казеин характеризуется более высокой активностью к адсорбции на жировой частице вследствие наличия гидрофобных остатков [8]. Сывороточные белки вовлекаются на поверхность шариков после денатурации и комплексообразования с казеином, поэтому они непрочно закрепляются во внешнем слое оболочек. Таким образом, следует предполагать, что на свойства оболочек на жировых шариках может оказывать влияние не только замена белков СОМО на белки концентратов, но и изменения, происходящие с белками в процессе переработки. Это подтверждают исследования, проведенные во ВНИХИ. Косвенно влияние белков на устойчивость оболочки оценивали по среднему размеру 10, 50 и 90 % жировых частиц (табл. 2).

Данное исследование показало, что наибольшее количество агломерированного жира образовалось в смесях для мороженого при использовании КМБ, хотя соотношение казеина и сывороточных белков

Таблица 2. Данные о дисперсности жировой фазы в мороженом пломбир с КСБ и КМБ

Содержание жировых частиц, % от исследованного количества	Средний диаметр жировых частиц, мкм, в зависимости от источников белка		
	Сухой обезжиренный молочный остаток	Концентрат сывороточных белков	Концентрат молочных белков
10	1,9	1,6	2,7
50	2,3	2,1	3,2
90	3,8	3,2	5,5

в этом концентрате такое же, как и в СОМО. Вероятно, в процессе получения КМБ произошли изменения, которые повлияли на прочность удерживания на оболочке белков этого концентрата. Меньше агломерированного жира выявлено при использовании КСБ. Скорее всего, сывороточные белки в отсутствии казеина и его фракций прочно удерживаются на поверхности жировых частиц. Исследования подтверждают необходимость учета качественного и количественного состава белков при управлении процессом деэмульгирования жировой фазы в производстве мороженого.

Исследование влияния КСБ и КМБ на показатели качества молокосодержащего мороженого при низком содержании СОМО. Принимая во внимание влияние КСБ и КМБ по показатели качества мороженого без СОМО, интерес представляет анализ влияния этих концентратов при его низком содержании. Такой вариант возможен в производстве молокосодержащего мороженого, массовая доля жира и СОМО в котором ограничивается значением 6 %.

Исследованы показатели качества мороженого с массовой долей жира 4 %, СОМО 3 %, с дополнительным введением 3 % КСБ (образец № 4) и КМБ (образец № 5), в качестве контроля (образец № 6) использовано молочное мороженое с массовыми долями жира 4 % и СОМО 10 %. Показатели качества мороженого приведены в таблице 3.

Как следует из данных таблицы 3, в мороженом с низким содержанием СОМО (3 %) при корректировании состава продукта путем введения КСБ и КМБ можно достичь приближения лишь по ряду показателей к продукту с традиционным содержанием СОМО (10 %). Прежде всего, это касается

Источник изображения: pixabay.com

Таблица 3. Показатели качества молокосодержащего мороженого с содержанием сухого обезжиренного молочного остатка 3 %

Наименование показателей	Значение показателей в образцах		
	№ 4 (с концентратом сывороточных белков)	№ 5 (с концентратом молочных белков)	№ 6 (контроль)
Динамическая вязкость смеси, мПа•с до созревания после созревания	 321 ± 3 296 ± 3	 333 ± 10 329 ± 17	 341 ± 10 347 ± 5
Криоскопическая температура,°С	−1,96 ± 0,04	−1,94 ± 0,40	−2,46 ± 0,05
Титруемая кислотность, °Т	16	15	22
Средний диаметр воздушных пузырьков, мкм	32,0 ± 2,0	33,0 ± 2,0	34,0 ± 0,5
Средний размер кристаллов льда, мкм	33,0 ± 1,0	29,0 ± 1,3	33,0 ± 0,7
Условная твердость, Н	14,5	12	4,2
Массовая доля плава через 60 мин термостатирования, %	16	10	20

Источник изображения: pixabay.com

показателей динамическая вязкость, дисперсность структурных элементов (воздушных пузырьков и кристаллов льда) и термоустойчивость. Низкое содержание СОМО в образцах № 4 и № 5 приводит к снижению титруемой кислотности на 6–7 °Т, повышению криоскопической температуры более чем на 0,5 °С и условной плотности в 2,8–3,4 раза.

Показатели качества мороженого с заменой части СОМО на сухую подсырную сыворотку. Замена СОМО на сухие вещества подсырной сыворотки и КСБ позволяет существенно сократить затраты на производство. С целью оценки влияния такой композиции на показатели качества готового продукта было изготовлено мороженое с содержанием сухих веществ 29 %, включая 2,5 % жира. В качестве контроля (образец № 7) использовано молочное мороженое. Содержание сыворотки в образце № 8 составило 4 %, в образце № 9 – 6 %. Результаты исследований представлены в таблице 4. Кроме того, было установлено, что содержание сывороточных белков не оказало заметного влияния на дисперсность кристаллов льда и термоустойчивость продукта, несмотря на различия образцов по показателю «взбитость».

Исследования показали, что при использовании подсырной сыворотки взамен СОМО в мороженом происходит повышение динамической вязкости. Однако при этом не проявляется важная в технологии мороженого закономерность – рост вязкости смеси после созревания вследствие частичной десорбции белка с оболочек жировых шариков и дополнительного связывания им свободной влаги. Таким образом, отсутствие роста вязкости смеси после созревания при повышенном содержании сывороточных белков свидетельствует об их пониженной деэмульгирующей способности с оболочек жировых шариков. Это приводит, как и ранее уже отмечалось, к снижению в смеси агломерированных частичек жира, участвующих в стабилизации воздушной фазы. Отмечено, что при повышении содержания подсырной сыворотки несколько снижается дисперсность воздушной фазы.

Таблица 4. Показатели качества мороженого с различным содержанием сывороточных белков

Наименование показателей	Значение показателей в образцах		
	№ 7	№ 8	№ 9
Динамическая вязкость смеси, мПа•с до созревания после созревания	 218 ± 3 265 ± 3	 382 ± 10 401 ± 17	 407 ± 10 394 ± 5
Изменение динамической вязкости в процессе созревания смеси, %	+21,0	+5,0	−3,2
Взбитость,%	75	58	51
Титруемая кислотность, °Т	21,0	21,5	20,5
Средний диаметр воздушных пузырьков, мкм	19,0 ± 2,0	26,0 ± 2,0	22,0 ± 0,5
Содержание воздушных пузырьков размером до 15 мкм, %	23,0 ± 1,0	14,0 ± 1,3	17,0 ± 0,7
Массовая доля плава через 60 мин термостатирования, %	16	10	20

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показателей качества мороженого с различным содержанием жира с полной и частичной заменой СОМО на концентраты молочных и сывороточных белков и продукты переработки крахмала показали на их отличие от контрольных образцов. Снижение титруемой кислотности и повышение твердости мороженого вызывает необходимость объективного нормирования химических и органолептических показателей качества. Повышение криоскопической температуры, а, следовательно, доли вымороженной воды, обязывает пересматривать параметры технологического процесса. Таким образом, нормирование СОМО в мороженом позволит производить его с показателями качества традиционного продукта. Снижение содержания СОМО в мороженом должно сопровождаться нормированием обоснованных показателей его качества. Следовательно, нормирование СОМО в мороженом в зависимости от других показателей химического состава является необходимым. ■

STANDARDS FOR NON-FAT MILK SOLIDS IN ICE-CREAM

Antonina A. Tvorogova, Igor A. Gurskiy
All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry, Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow

ORIGINAL ARTICLE

Non-fat milk solids make up ≥ 25% of all dry solids in traditional ice-cream. Milk powder, its main source, is an expensive component. To reduce production costs, non-fat milk solids are to be standardized. The article introduces a comparative assessment of quality indicators of ice-cream with different shares of non-fat milk solids. The research featured the popular Russian Plombières ice-cream and its variety with non-fat milk solids replaced by milk and whey concentrates, maltodextrin, and inulin. Full replacement decreased the titratable acidity by 7–8 °T while increasing cryoscopic temperature by 0.8°C and hardness by 2.2 and 2.4 times. In the samples with protein concentrate or dry cheese whey and low non-fat milk solids, the viscosity value approached that of traditional Plombières. However, whey proteins had a low desorption capacity from milk fat globule membranes, which reduced the agglomerated fatty particles, thus affecting the air phase dispersion. In general, the complete or partial replacement of non-fat milk solids with milk and whey protein concentrates, starch byproducts, and inulin affected some important technological and sensory indicators of the finished product. These results must be taken into account when rationing the physical and chemical variables that depend on the content of non-fat milk solids.

Keywords: ice-cream, milk protein concentrates, whey protein concentrates, non-fat milk solids, inulin, maltodextrin, physicochemical properties

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Творогова, А. А.** Мороженое в России и СССР: Теория. Практика. Развитие технологий / А. А. Творогова. – СПб.: Профессия, 2021. – 249 с.
2. **Гофф, Г. Д.** Мороженое / Г. Д. Гофф, Р. У. Гартел. – СПб: Профессия, 2016. – 540 с.
3. **Творогова, А. А.** Влияние частичной замены сомо концентратами и гидролизатами сывороточных белков на показатели качества мороженого пломбир / А. А. Творогова, Т. В. Шобанова, Н. В. Казакова, К. А. Канина // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 138–147. https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-3-138-147; https://elibrary.ru/odxzij
4. **Мельникова, Е. И.** Молочные белки в технологии мороженого / Е. И. Мельникова, А. Н. Пономарев, Е. Е. Попова // Молочная промышленность. 2012. № 12. С. 64–65. https://elibrary.ru/pjoiun
5. **Гурский, И. А.** Влияние концентратов сывороточных белков на технологические и органолептические показатели качества мороженого / И. А. Гурский, А. А. Творогова // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52, № 3. С. 439–448. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2376; https://elibrary.ru/zstrhh
6. **Шохалова, В. Н.** Исследование воздушной фазы мороженого, содержащего НФ-концентрат творожной сыворотки / В. Н. Шохалова, А. А. Кузин, В. А. Шохалов, Е. М. Костюков // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 2(26). С. 130–137. https://elibrary.ru/zbfzxf
7. **Банникова, А. В.** Молочные продукты, обогащенные сывороточными белками технологические аспекты создания / А. В. Банникова, И. А. Евдокимов // Молочная промышленность. 2015. № 1. С. 64–66. https://elibrary.ru/tfwojz
8. **Горбатова, К. К.** Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова. – СПб: Гиорд, 2010. – 329 с.
9. **Daw, E.** Fat destabilization and melt-down of ice creams with increased protein content / E. Daw, R. W. Hartel // International dairy journal. 2015. Vol. 43. P. 33–41. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.12.001.
10. **Uliko, H.** Functional characteristics of milk protein concentrates and their modification / H. Uliko [et al.] // Critical reviews in Food science and nutrition. 2016. Vol. 56(7). P. 1193–1208. https://doi.org/10.1080/10408398.2012.758625
11. **Творогова, А. А.** Исследование влияния источников белка на показатели качества мороженого / А. А. Творогова, Т. В. Шобанова, М. А. Цеменовский // Холодильная техника. 2020. № 4. С. 36–39. https://doi.org/10.17816/rf104057; https://elibrary.ru/lbcgxr
12. **Kew, B.** Review on fat replacement using protein-based microparticulated powders or microgels: A textural perspective / B. Kew [et al.] // Trends in food science & technology. 2020. Vol. 106. P. 457–468. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.032.
13. **Творогова, А. А.** Технологически значимые показатели качества низколактозного мороженого с концентратами молочных и сывороточных белков / А. А. Творогова, И. А. Гурский, Ю. И. Богданова // Пищевые системы. 2024. Т. 7, № 2. С. 198–205. https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-198-205; https://elibrary.ru/hmzeno