

УДК 663.674

<https://doi.org/10.21603/1019-8946-2024-1-7>

МОЛОКОСОДЕРЖАЩЕЕ МОРОЖЕНОЕ С УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫМ И МИНЕРАЛЬНЫМ СОСТАВОМ*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Антонина Анатольевна Творогова, д-р техн. наук, главный научный сотрудник

E-mail: antvorogova@yandex.ru

Полина Борисовна Ситникова, канд. техн. наук, научный сотрудник

E-mail: sitnikova.p.b@gmail.com

Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова, г. Москва

Молокосодержащее мороженое является новой разновидностью продукции с низким содержанием жира и сухого обезжиренного молочного остатка. В связи с этим существует необходимость восполнения в нем сухих веществ, включая сухие вещества молока, для сохранения привычных для потребителей органолептических показателей и технологических свойств. Целью исследования являлась разработка композиционного состава молокосодержащего мороженого с усовершенствованным белково-углеводным и минеральным составом, приближенным к составу традиционного продукта. В качестве компонентов для восполнения сухих веществ использовали концентрат сывороточных белков и сухую подсырную сыворотку. Применяли физико-химические, структурно-механические, микроструктурные и термостатические методы исследований. Установлено, что введение в рецептуру молокосодержащего мороженого 2 % концентрата сывороточных белков и 4 % сухой подсырной сыворотки приводит к достижению в продукте содержания сухих веществ молока 38 %, что по этому показателю значительно не отличает его от молочного контрольного мороженого. По сравнению с контрольным образцом, динамическая вязкость смеси для молокосодержащего мороженого была выше в 1,5 раза, температура выгрузки из фризера – выше на 0,6 °С. Дисперсность кристаллов льда, термо- и формоустойчивость образцов не отличалась. Способность к насыщению воздухом и дисперсность воздушной фазы у молокосодержащего мороженого была ниже. Результаты исследований показали, что совершенствование белково-углеводного и минерального состава молокосодержащего мороженого за счет применения концентратов сывороточных белков и сухой подсырной сыворотки позволяет приблизиться к показателям традиционного молочного мороженого. Для улучшения органолептических показателей молокосодержащего мороженого необходимы дополнительные исследования по обоснованию выбора пищевых продуктов.

Ключевые слова: мороженое, содержание жира, сухой обезжиренный молочный остаток, концентрат сывороточных белков, сухая подсырная сыворотка, кристаллы льда, воздушные пузырьки

Для цитирования: Молокосодержащее мороженое с усовершенствованным белково-углеводным и минеральным составом / А. А. Творогова, П. Б. Ситникова // Молочная промышленность. 2024. № 1. С. 12–17. <https://www.doi.org/10.21603/1019-8946-2024-1-7>

*Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

ВВЕДЕНИЕ

Молокосодержащее мороженое является новой разновидностью мороженого. Требования к химическому составу молокосодержащего мороженого регламентированы ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». По сравнению с традиционным молочным мороженым, эта разновидность характеризуется пониженным, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) – 3–6 % [1]. Минимальное содержание сухих веществ молока в молокосодержащем мороженом должно быть не менее 20 % (в молочном – не менее 40 %). В связи с этим существует необходимость восполнения в этом продукте общих сухих веществ и сухих веществ молока, в частности. Наиболее часто для восполнения сухих веществ используют продукты переработки крахмала (глюкозные сиропы и мальтодекстрины), инулин и побочные продукты переработки молока (сухая подсырная сыворотка и концентраты белков). Использование концентратов белков для восполнения сухих веществ в молокосодержащем мороженом в связи с пониженным содержанием сухих веществ молока особенно актуально. Белки молока характеризуются важными для пищевых продуктов структурообразующими и поверхностно-активными свойствами [2, 3], возможность их использования и возникающие при этом проблемы постоянно исследуются [4]. При этом важно принимать во внимание не только технологические аспекты применения белков, но и их важную физиологическую функцию [5] и связанную с этим пользу для здоровья [6, 7]. В связи с этим, наибольшее внимание уделяется сывороточным белкам. При использовании концентратов сывороточных белков в количестве до 3 % повышается биологическая ценность белков сливочного мороженого на 15 % [8]. Многие исследователи экспериментально обосновали положительное влияние концентратов белков на физические [9], химические, реологические, органолептические и текстурные показатели качества мороженого [10–12]. Установлено положительное влияние концентратов сывороточных белков при высокой массовой доле на физические и сенсорные свойства мороженого с пониженной массовой долей жира [13] и при использовании трансглутаминазы [14]. Определено влияние количество дестабилизированного жира на термоустойчивость белка при высокой массовой доле белка [15].

Учитывая результаты приведенных исследований, для восполнения сухих веществ в молокосодержащем мороженом рационально использовать

концентраты молочных и сывороточных белков. Однако низкое содержание в них лактозы и минеральных веществ не позволит восполнить углеводно-минеральный состав, свойственный традиционному мороженому и необходимый для достижения требуемых органолептических и технологических показателей. К последним относятся криоскопическая температура смеси и доля вымороженной воды при выгрузке мороженого из фризера [16]. Известно, что ингредиентом с высоким содержанием солей и лактозы является сухая подсырная сыворотка – побочный продукт производства сыра.

Таким образом, **целью исследования** являлась разработка композиционного состава молокосодержащего мороженого с усовершенствованным белково-углеводным и минеральным составом, приближенным к составу традиционного продукта. Применение в производстве молокосодержащего мороженого сухой подсырной сыворотки и концентратов сывороточных белков способствует решению важной для молочной отрасли задачи – использованию побочных продуктов переработки молока в пищевых целях, что повышает уровень переработки составных частей молока.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлось мороженое с низким содержанием сухого обезжиренного молочного остатка (3 %). В качестве источника для восполнения сухих веществ были использованы концентрат сывороточных белков с массовой долей белка 80 % (КСБ-80), сухая подсырная сыворотка и мальтодекстрин.

Для исследований применяли методы: реологические, микроструктурные, термостатические и метод фотосъемки.

Для оценки динамической вязкости смесей для мороженого использовали вискозиметр марки «Brookfield DV-II+Pro» (США) с программным обеспечением Rheocalc V3.1-1. Вязкость мороженого определяли по ГОСТ 31457-2012 «Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия». Термоустойчивость мороженого исследовали по методике ВНИХИ. Микроструктурные исследования дисперсности воздушной фазы и кристаллов льда проводили с использованием подключенного к ПК светового микроскопа марки «Olympus CX41» со встроенной фотокамерой и термо-крио-столиком марки «PE 120». Использовали увеличение $\times 100$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обоснование композиционного состава мороженого.

При разработке рецептурного состава мороженого количество сухой подсырной сыворотки и количества сывороточных белков (КСБ) определяли с учетом возможной кристаллизации лактозы при хранении продукта. При массовой доле сухих веществ мороженого 30 % и факторе лактозы 0,09 содержание лактозы не должно превышать значения 6,3 % [16]. Количество КСБ было установлено с учетом ранее проведенных исследований (не более 3 %) [8, 10]. Для получения удовлетворительной пищевой ценности в мороженом должно быть не менее 3 % белка. Исходя из этого, разработан состав мороженого, в котором белковая фаза была представлена в основном сывороточными белками концентратов и сухой подсырной сыворотки. Массовая доля жира нормирована на уровне 2,5 %, что позволяет информировать потребителя о низком содержании жира в продукте. В качестве контрольного образца было использовано молочное мороженое с содержанием сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) 10 % и массовой долей жира 2,5 % (табл. 1).

Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что введение в рецептуру молокосодержащего мороженого КСБ и сухой подсырной сыворотки вызывает увеличение сухих веществ молока до 38 %, что сопоставимо с этим показателем в контроле.

В условиях экспериментального производства по традиционной технологии изготовлены образцы мороженого в соответствии с составом, при-

Таблица 1
Характеристика состава мороженого с заменой СОМО на КСБ и сухую подсырную сыворотку

Наименование показателей	Значение показателей в образцах	
	№ 1	Контроль
Массовая доля сухих веществ, %, в т.ч.	29,6	29,1
СОМО	3,0	10,5
жира	2,5	2,5
сыворотки	4,0	–
сахарозы	15,5	15,5
КСБ	2,0	–
стабилизатора-эмульгатора	0,6	0,6
мальтодекстрина	2,0	–
Содержание белка, %	3,1	3,5
Содержание лактозы, %	4,4	5,3
Содержание сухих веществ молока в сухих веществах продукта/включая сухие вещества сыворотки, %	38/20	44,6/–

веденным в таблице 1. С учетом термической нестабильности сывороточных белков температура пастеризации смесей не превышала 77 °С. Выгрузку мороженого из фризера проводили при достижении одной и той же твердости образцов для сравнения влияния углеводно-минерального состава на процесс фризирования.

Физико-химические показатели мороженого. Установлено, что образцы мороженого на основе сывороточных белков и белков СОМО в большей степени отличаются по показателям «динамическая вязкость» и «взбитость» (табл. 2).

Как это следует из данных таблицы 2, в образце № 1 динамическая вязкость после созревания была выше в 1,5 раза, что свидетельствует о наличии синергизма по данному показателю между белками СОМО и сывороточными. Различия в вязкости и поверхностной активности белков [2] привели к снижению способности смеси для молокосодержащего мороженого к насыщению воздухом. Значения температуры выгрузки мороженого из фризера, установленные при одинаковой твердости продукта, показали, что они соответствуют традиционно достигаемым на предприятиях отрасли – минус 4–5 °С.

Устойчивость мороженого к температурным воздействиям. В низкожирном мороженом уязвимым показателем является устойчивость образцов к таянию. Однако, в молокосодержащем мороженом заметных отличий от контроля по этому показателю установлено не было. Активный период таяния в образцах происходил в период от 70 до 120 минут экспозиции, при этом скорость таяния составляла 0,5–0,7 %/мин. По формоустойчивости образцы мороженого также не отличались.

Таблица 2
Физико-химические показатели мороженого

Наименование показателей	Значение показателей в образцах	
	№ 1	Контроль
Титруемая кислотность, °Т	21,5	21,0
pH	6,39	6,40
Динамическая вязкость смеси после созревания, мПа·с	401	265
Температура мороженого при выгрузке из фризера, °С	–4,3	–4,9
Взбитость, %	58	75



Дисперсность структурных элементов в молоко­содер­жащем моро­женом. При исследовании дисперсности кристаллов льда отрицательного влияния сы­вороточных белков на этот показатель не было выявлено (рис. 1 и 2).

Средний размер кристаллов льда составлял в контрольном образце 39 мкм, в образце молоко­содер­жащего моро­женого 38 мкм. Во всех образцах доля органо­леп­тически неощутимых кристаллов льда (не более 50 мкм) составила более 80 % (83 % – контроль, 82 % – с СОМО).

Установлено, что использование сы­вороточных бел­ков в молоко­содер­жащем моро­женом привело к сни­жению дисперсности воздушной фазы (рис. 3), посколь­ку на графиках плотности распределения воздушных пу­зырьков по размерам пик кривых у образцов с заме­ной СОМО расположен ниже и смещен вправо по оси X.

Средний диаметр воздушных пу­зырьков после зака­ливания в контрольном образце составлял 19 мкм, в образце № 1 – 22 мкм. Важно отметить, что наи­большее количество воздушных пу­зырьков в образ­цах по размеру находится в диапазоне от 10 до 15 мкм. В контрольном образце в этом диапазоне на­ходится 48 % пу­зырьков, в образце № 1 – 33 %.

Органолептическая оценка. Проведены исследования органолептических показателей экспериментальных образцов. В образцах молоко­содер­жащего моро­женого дегустационной комиссией отмечено, что они по состоя­нию консистенции и структуры соответствуют продукту с низким содержанием жира и сухих веществ. Для повы­шения потребительской привлекательности существует необходимость в дополнительном использовании пище­вых продуктов и вкусоароматических добавок.

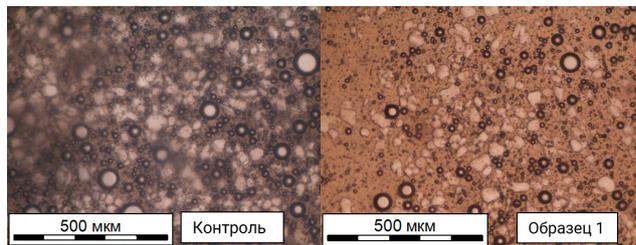


Рисунок 1. Микрофотографии кристаллов льда в моро­женом с заменой СОМО на КСБ и сухую подсырную сы­воротку после зака­ливания

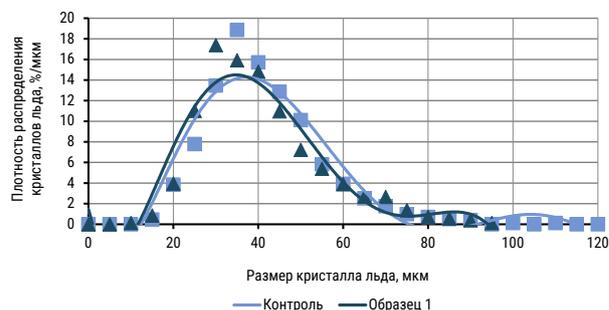


Рисунок 2. Распределение кристаллов льда по размерам в молоко­содер­жащем моро­женом после зака­ливания

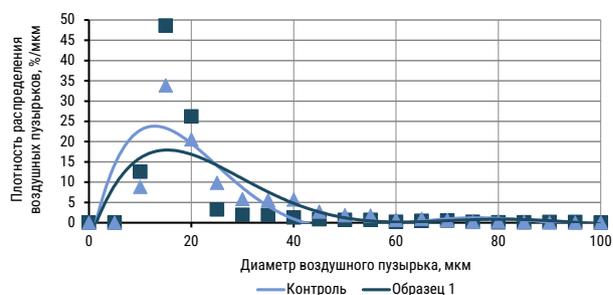


Рисунок 3. Диаграмма распределения воздушных пу­зырьков по размерам в образцах моро­женого после зака­ливания

Выводы

Дополнительное введение концентратов сы­вороточ­ных белков в молоко­содер­жащее моро­женое позволя­ет повысить содержание сухих веществ молока и обес­печить белково-углеводный и минеральный состав, близкий к составу традиционного моро­женого.

Молоко­содер­жащее моро­женое с усовершен­ствованным белково-углеводным и минераль­ным составом не уступает традиционному молоч­ному моро­женому по дисперсности кристаллов льда, термо- и формоустойчивости и превосходит по показателю «динамическая вязкость смеси».

Для улучшения органолептических показателей моло­ко­содер­жащего моро­женого с усовершен­ствован­ным белково-углеводным и минеральным соста­вом необходимы дальнейшие исследования. ■

MILK-CONTAINING ICE-CREAM WITH IMPROVED PROTEIN-CARBOHYDRATE AND MINERAL COMPOSITION

Antonina A. Tvorogova, Polina B. Sitnikova

All-Russian Research Institute of Refrigeration Industry, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Moscow

ORIGINAL ARTICLE

Milk-containing ice-cream is low in fat and non-fat milk solids. To maintain the conventional sensory and technological properties, dry substances have to be restored, including dry milk solids. This article introduces a new formulation of milk-containing ice-cream with an improved protein-carbohydrate and mineral content and the conventional sensory profile. Whey protein concentrates and dry cheese whey served as substitute components. The research involved physical, chemical, microstructural, and thermostatic methods. In the experimental product, 2 % whey protein concentrate and 4 % dry cheese whey brought dry milk solids up to 38 %, which was similar to the control milk ice-cream sample. The dispersion of ice crystals and the thermal and shape stability were also similar to the traditional ice-cream. However, the dynamic viscosity and the temperature of freezer discharge of the experimental mix exceeded those of the control sample by 1.5 times and 0.6 °C, respectively, while the aerating ability and the air-phase dispersion were lower. Whey protein concentrates and dry cheese improved the protein-carbohydrate and mineral composition of the milk-containing ice-cream, as well as made it possible to approximate it to the traditional sensory parameters. A further study is necessary to select flavors that could improve the sensory profile of the milk-containing ice-cream product.

Keywords: ice-cream, fat content, non-fat milk solid, whey protein concentrate, dry cheese whey, ice crystals, air bubbles

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Творогова, А. А.** Перспективы производства молокосодержащего мороженого функциональной направленности / А. А. Творогова // Молочная промышленность. 2023. № 3. С. 55–58. <https://www.doi.org/10.31515/1019-8946-2023-03-55-58>
2. **Haque, M. A.** Food Proteins, Structure, and Function / M. A. Haque, Y. P. Timilsena, B. Adhikari // Reference Module in Food Science. 2016. № 3. P. 39–41. <https://www.doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.03057-2>
3. **Khaire, R. A.** Whey Proteins / R. A. Khaire, P. R. Gogate // Proteins: Sustainable Source, Processing and Applications. 2019. pp. 193–223. <https://www.doi.org/10.1016/b978-0-12-816695-6.00007-6>
4. **Meena, G. S.** Milk protein concentrates: opportunities and challenges / A. K. Singh, N. R. Panjagari, S. Arora // Journal of food science and technology. 2017. № 54 (10). P. 3010–3024. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2796-0>
5. **Sudhakararao, G.** Physiological Role of Proteins and their Functions in Human Body / G. Sudhakararao [et al.] // International journal of pharma research and health sciences. 2019. № 7(1). P. 2874–2878. <https://doi.org/10.21276/ijprhs.2019.01.02>
6. **Miralles, B.** Health-related functional value of dairy proteins and peptides / B. Miralles [et al.] // Proteins in food processing. 2018. P. 523–568. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100722-8.00021-8>
7. **Solak, B. B.** Health benefits of whey protein: a review / B. B. Solak, N. Akin // Journal of food science and engineering. 2012. № 2 (3). P. 129. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.03.001>
8. **Творогова, А. А.** Биологические показатели качества белков обогащенного сливочного мороженого / А. А. Творогова, И. А. Гурский, Т. В. Шобанова // Молочная промышленность. 2022. № 3. С. 39–41.
9. **Alvarez, V. B.** Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates / V. B. Alvarez [et al.] // Journal of dairy science. 2005. Vol. 88, № 3. P. 862–871. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72752-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72752-1)
10. **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. № 52 (3). С. 439–448. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2376>
11. **El-Zeini Hoda, M.** Effect of incorporating whey protein concentrate on chemical, rheological and textural properties of ice cream / M. El-Zeini Hoda [et al.] // Journal of food processing and technology. 2016. № 7(2). P. 1–7. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000546>
12. **Творогова, А. А.** Effect of protein concentrates and isolates on the rheological, structural, thermal and sensory properties of ice cream / A. A. Tvorogova [et al.] // Current research in nutrition and food science journal. 2023. №11 (1). <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.1.22>
13. **Roy, S.** Quality attributes of high protein ice cream prepared by incorporation of whey protein isolate / S. Roy [et al.] // Applied food research. 2022. № 2(1).100029. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100029>
14. **Danesh, E.** Short communication: Effect of whey protein addition and transglutaminase treatment on the physical and sensory properties of reduced-fat ice cream / E. Danesh, M. Goudarzi, H. Jooyandeh // Journal of dairy science. 2017. № 100(7). P. 5206–5211. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12537>
15. **Daw, E.** Fat destabilization and melt-down of ice creams with increased protein content / E. Daw, R. W. Hartel // International dairy journal. 2015. Volume 43. P. 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.12.001>
16. **Творогова, А. А.** Мороженое в России и СССР: Теория. Практика. Развитие технологий / А. А. Творогова. – СПб.: ИД «Профессия», 2021. – 249 с.

На правах рекламы