



Научная статья  
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)  
УДК663.674

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.002



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПАРТИКУЛЯТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В МОРОЖЕНОМ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СОМО

Анна Валентиновна Ландиховская<sup>1</sup>, Антонина Анатольевна Творогова<sup>2</sup>,  
Светлана Евгеньевна Кочнева<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» Российская академия наук, Москва, Россия

<sup>1</sup>anna.landih@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5881-2309>

<sup>2</sup>antvorogova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7293-9162>

<sup>3</sup>skochneva01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6599-1744>

**Аннотация.** Для восполнения дефицита белка в рационе питания необходимо производство продуктов с повышенным его содержанием. Важными источниками белка являются побочные продукты переработки сыворотки и обезжиренного молока в виде концентрированных форм. Целью исследований являлось изучение показателей качества мороженого с низким содержанием жира и сухого обезжиренного молочного остатка при дополнительном введении сывороточного белка в виде микропартикулята. Установлено, что при увеличении содержания белка за счет микропартикулята сывороточных белков в 1,2 раза в мороженом с низким содержанием сухих обезжиренных веществ молока (3 %) при массовой доле жира (1 %) достигаются технологически значимые показатели качества продукта с содержанием жира 4 %. Однако по показателю «условная твердость» (10Н) такое мороженое уступало контрольному. При повышении содержания белка в мороженом в 1,8 раза до уровня 6 % значение условной твердости составляло 5,8Н и не имело значимых различий с контрольным образцом. Титруемая кислотность в образце с наибольшим содержанием белка (6 %) достигала уровня традиционного продукта, динамическая вязкость была больше в 1,5 раза, улучшалась дисперсность кристаллов льда. Но при этом формировались наиболее крупные воздушные пузырьки со средним размером 41 мкм, в контроле – 35 мкм. По результатам органолептической оценки образцов установлено положительное влияние повышенного содержания микропартикулятов сывороточных белков на консистенцию мороженого. Установлена необходимость использования пищевкусовых добавок для нивелирования влияния низкого содержания сухих обезжиренных веществ молока на вкус продукта. С учетом технологически значимых показателей качества мороженого с низким содержанием сухих обезжиренных веществ молока при дополнительном введении микропартикулята сывороточных белков можно производить на действующих предприятиях отрасли с целью расширения ассортимента продукции функциональной направленности.

**Ключевые слова:** микропартикулят сывороточного белка, вязкость, твердость, дисперсность структурных элементов.

**Благодарности:** Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № FGUS-2022–0013 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова Российской академии наук.

**Для цитирования:** Ландиховская А.В., Творогова А.А., Кочнева С.Е. Использование микропартикулята сывороточных белков в мороженом с низким содержанием СОМО // Ползуновский вестник. 2024. № 4. С. 12–20. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.002, EDN:<https://elibrary.ru/GQIMOX>.

Original article

## USE OF MICROPARTICULATE OF WHEY PROTEINS IN ICE CREAM WITH A LOW CONTENT OF MILK SOLIDS NONFAT

Anna V. Landikhovskaya<sup>1</sup>, Antonina A. Tvorogova<sup>2</sup>, Svetlana E. Kochneva<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry - branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science, Moscow, Russia

<sup>1</sup> anna.landih@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5881-2309>

<sup>2</sup> antvorogova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7293-9162>

<sup>3</sup> skochneva01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6599-1744>

**Abstract.** The production of foods with the increased content of protein is necessary for compensation of its deficiency in food ratio. By-products of processing of whey and skimmed milk in the form of concentrates are the important sources of proteins. Study of quality indicators of ice cream with a low content of fat and dry milk solids nonfat with the additional introduction of proteins with microparticulate of whey proteins was the purpose of research. It has been established that by the increasing of protein content by 1.2 times due to whey protein microparticulate in ice cream with a low content of dry milk solids nonfat (3%) and a mass fraction of fat (1%) the technologically significant quality indicators of the product with a fat content (4 %) are being achieved. However according the indicator "conditional hardness" (10 H) such an ice cream was inferior to a control one. With increasing of protein content in the ice cream by 1.8 times to the level of 6% the value of conditional hardness was 5.8 H and had no significant differences with the control sample. The titratable acidity in the sample with the highest content of protein (6%) reached the level of a traditional product; the dynamic viscosity was more by 1.5 times, the dispersion of ice crystals was improved. But at the same time the biggest air bubbles with the average size of 41  $\mu\text{m}$  were forming, in the control of - 35  $\mu\text{m}$ . According the results of the organoleptic assessment of the samples, a positive influence of the increased content of whey protein particulates on the consistency of ice cream was established. The necessity of usage of food additives for leveling the influence of a low content of milk solids nonfat in a product has been established. Taking into account the technologically significant quality indicators, the ice cream with a low content of milk solids nonfat with additional introduction of whey protein particulates can be produced at acting ice cream factories for the expanding of functional foods assortment.

**Keywords:** whey protein microparticulate, viscosity, hardness, dispersion of structural elements.

**Acknowledgements:** The article is prepared as part of the research under the State Assignment No. FGUS-2022-0013 of Gorbатов Federal State Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences.

**For citation:** Landikhovskaya, A.V., Tvorogova, A.A. & Kochneva, S.E. (2024). Use of microparticulate of whey proteins in ice cream with a low content of milk solids nonfat. *Polzunovskiy vestnik*. (4), 12-20. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.04.002. EDN: <https://elibrary.ru/GQIMOX>.

### ВВЕДЕНИЕ

В организме человека белок выполняет жизненно важные функции. Учитывая, что он образуется из аминокислот, поступающих в клетки в результате переваривания белка пищи, важно обеспечить качественный и количественный состав этого нутриента. Однако в настоящее время существует острая проблема нехватки белка в рационе питания, в связи с чем возникает необходимость производства продуктов, обогащенных белком [1]. Физиологическая потребность в белке

для взрослого населения составляет 12–14% от энергетической ценности суточного потребления [2]. В качестве дополнительного источника белка рационально использовать концентраты и изоляты молочных и сывороточных белков, обладающих высокой биологической ценностью и функциональными технологическими свойствами. Сывороточные белки и казеин неодинаково влияют на обмен веществ, поскольку по-разному усваиваются организмом человека [3].

Концентраты молочного белка по соотношению казеина и сывороточных белков

(4:1) мало отличаются от молока-сырья [4]. Их производят методом ультрафильтрации с целью снижения содержания лактозы и повышения содержания белка. Молочные белки влияют на вязкость, способствуют образованию пены и участвуют в гелеобразовании [5]. Все молочные белки проявляют амфифильные свойства, адсорбируются на границе раздела фаз и участвуют в стабилизации межфазных поверхностей, при этом влияние белков казеиновых и сывороточных различается [6]. В производстве функциональных продуктов питания огромное значение имеют сывороточные белки и их производные. Сывороточные белки относятся к легкоусвояемым, они способствуют наращиванию мышечной массы, что обуславливает их использование в спортивном питании [7]. Изолят сывороточного белка, являясь побочным продуктом сыроделия, обладает высокой пищевой ценностью. Он характеризуется гелеобразующими свойствами и подвергается модификации с целью достижения необходимых функциональных технологических свойств [8]. Микропартикулят сывороточных белков получают из нативных сывороточных белков путем термической денатурации и агрегации. В зависимости от размера частиц он по-разному влияет на органолептические и реологические свойства молочных продуктов [9]. Содержание белка в концентрате сывороточного белка может варьироваться от 30 до 85 %, в изоляте сывороточного белка – более 90 % [10].

В 100 г традиционного мороженого белка содержится от 3,4 до 3,7 г в зависимости от массовой доли СОМО. Увеличить содержание белка за счет большего внесения белков СОМО невозможно в связи с высоким содержанием в нем лактозы, избыток которой сказывается на структуре продукта в процессе хранения [11]. В связи с этим рационально для повышения содержания белка в мороженом использовать концентраты молочных белков, характеризуемые более низким содержанием лактозы и более высокое содержание белка, чем сухое обезжиренное молоко.

С экономической точки зрения наиболее дешёвым белковым ингредиентом для использования в производстве мороженого является микропартикулят сывороточного белка с содержанием белка на уровне 55 % по сравнению с концентратом сывороточного белка (белка 80 %). Использование сывороточных белков в виде концентратов и микропартикулятов позволяет увеличить объемы использования на производство пищевой

продукции побочных продуктов переработки молока. Производство мороженого с массовой долей СОМО 10 % при дополнительном введении белка затруднено из-за высокой вязкости смеси. Значительно больше белка можно ввести в мороженое, характеризуемое более низким уровнем СОМО. Эту разновидность можно производить как продукт с отличительными признаками «источник белка» и «высокое содержание белка» [12].

Целью исследований являлось изучение показателей качества мороженого с низким содержанием жира и сухого обезжиренного молочного остатка при дополнительном введении сывороточного белка в виде микропартикулята.

## МЕТОДЫ

Для производства мороженого использовалось следующее сырье: сливочное масло с м.д.ж. 82,5 % по ГОСТ Р 32261-2013, сухое обезжиренное молоко по ГОСТ 33629-2015, сахар по ГОСТ 33222-2015, концентрат сывороточных белков-микропартикулят КСБ-УФ-55 по ГОСТ Р 53456-2009, пищевые волокна – инулин (Beneo-Orafti, Бельгия), мальтодекстрин по ГОСТ 34274-2017, комплексный стабилизатор-эмульгатор Cremodan 334 (Danisco).

Пищевую ценность образцов мороженого определяли расчётным способом, используя характеристики используемого сырья.

Динамическую вязкость смеси измеряли ротационным вискозиметром DVII+Pro с программным обеспечением Rheocalc V3.1-1 (Brookfield, США). Исследование проводили при постоянной температуре  $(4 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ .

Показатели твердости были получены с использованием анализатора структуры LFRA Texture Analyzer (Brookfield, США) с ПО TexturePro Lite v1.

Тесты на формо- и термоустойчивость образцов проводили с использованием термостата с предварительно установленной температурой  $(20 \pm 1,5) ^\circ\text{C}$ . Для построения графика термоустойчивости определяли массовую долю плава, образующуюся через 60 мин и до достижения 120 мин с шагом в 10 мин. Термоустойчивость оценивали по полученным фотографиям изменения формы образцов каждые 10 мин до растекания плава.

Дисперсность воздушной фазы и кристаллов льда определяли с использованием микроскопа CX-41 (Olympus, Япония), увеличение  $\times 100$ . Дополнительно при исследовании кристаллов льда при температуре минус  $18 ^\circ\text{C}$  применяли столик Пельтье PE 120 (Linkam, Великобритания). В полученных микрофотографи-

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПАРТИКУЛЯТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В МОРОЖЕНОМ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СОМО

ях с использованием программы Image Scope определяли размер структурных элементов.

Обработку данных и построение графиков проводили с использованием программ Statistica 10, Past 4.0.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разработаны рецептуры молокосодержащего мороженого с содержанием сухих веществ, характерных для традиционного молочного мороженого (29,5 % и 30,5 %). Для восполнения сухих веществ до указанного уровня применяли мальтодекстрин и растворимое пищевое волокно инулин. Основное содержание белка в мороженом достигалось за счет микропартикулята сывороточных белков (МПСБ). Близкое содержание сухих веществ являлось основанием для сравнения показателей качества мороженого. Образцы

отличались по содержанию жира (1 %, 2,2 % и 4 %), белка (4 %, 6,2 % и 6,6 %) и СОМО (1 % и 3 %). Контрольный образец в наибольшей степени соответствовал составу традиционного мороженого. Состав мороженого и его пищевая ценность приведены в таблице 1.

Выбор МПСБ в качестве источника белка обусловлен не только его низкой стоимостью по сравнению с КСБ, но и термоустойчивостью модифицированных сывороточных белков, что позволяет проводить пастеризацию при температуре (84±1) °С. Использование инулина в образцах с повышенным содержанием белка для восполнения сухих веществ позволяет маркировать такой продукт «источник пищевых волокон».

Таблица 1 – Характеристика и пищевая ценность образцов мороженого

Table 1 – Characteristics and nutritional value of ice cream samples

Показатели	Образцы		
	контроль	№ 1	№ 2
Общее содержание сухих веществ, %, не менее, в т.ч.	29,5	29,5	30,5
массовая доля молочного жира, %, не менее	4,0	2,2	1,0
массовая доля СОМО, %, не менее	3,0	3,0	1,0
массовая доля сахарозы, %, не менее	15,5	15,5	15,5
массовая доля стабилизатора-эмульгатора, %/, не менее	0,66	0,66	0,66
массовая доля МПСБ, %, не менее	4,2	5,2	9,9
массовая доля инулина, %, не менее	–	3,0	2,8
массовая доля мальтодекстрина, %, не менее	2,3	–	–
Пищевая ценность			
Белка, не менее, г	3,4	3,8	6,1
Жира, не менее, г	4,6	2,9	1,9
в т.ч. молочного жира	4,0	2,2	1,0
Углеводов, не менее, г	20,8	18,6	18,8
Пищевых волокон, не менее, г	–	3,0	3,0
Энергетическая ценность на 100 г, ккал	138	121	122
Калорийность белка от общей калорийности, %	9,8	12,5	20,0
Содержание лактозы, г, не менее	2,7	2,9	3,1

Изучено влияние повышенного содержания микропартикулята сывороточного белка

на технологически значимые показатели смесей для мороженого (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели смеси молокосодержащего мороженого

Table 2 – Indicatorsofmilk-containingice cream mixture

Показатели	Образцы		
	контроль	№ 1	№ 2
Криоскопическая температура, °С	-1,97±0,02 <sup>a</sup>	-2,01±0,01 <sup>a</sup>	-2,4±0,05
Динамическая вязкость до созревания, мПа·с при градиенте сдвига на срез 0,83 с <sup>-1</sup>	256,3±4,6	287,8±12,2	415,9±12,2
Динамическая вязкость после созревания, мПа·с, при градиенте сдвига на срез 0,83 с <sup>-1</sup>	207,4±7,0	219,7±5,9	317,8±6,0
Значения с одинаковой буквой в одной строке не имеют значимых различий (p > 0,05)			

Как видно из таблицы 2, наибольшая вязкость установлена в смеси образца № 2 с содержанием жира и СОМО 1 %, но с наибольшей массовой долей белка. Использование МПСБ в качестве основного источника белка привело к снижению вязкости смеси после созревания (от 19 до 23 %), что позволяет предположить, что белки МПСБ образует непрочные связи с водой.

Наиболее низкая криоскопическая температура в образце № 2 обусловлена сравнительно высоким содержанием лактозы и сухих веществ по сравнению с другими образцами, в которых данный показатель не отличался.

Образец № 2 характеризовался самым низким значением взбитости (45 %), что ха-

рактеризует его пониженную способность к насыщению воздухом. Образец № 1 по этому показателю не отличался от контрольного образца (69 % – № 1 и 67 % – контроль). Все образцы вырабатывали во фризере без принудительной подачи воздуха. Различия в способности смесей к насыщению воздухом обусловлены разным соотношением в образцах белков казеина и сывороточных и отличиями в вязкости смесей после созревания. Различия в составе белков сказались и на дисперсности воздушной фазы, определяемой средним размером воздушных пузырьков и их содержанием менее 50 мкм. В табл. 3 и на рис. 1 приведены данные о дисперсности воздушной фазы в образцах.

Таблица 3 – Дисперсность воздушной фазы в мороженом с МПСБ

Table 3 – Dispersion of air phase in the ice cream with MPWP

Показатель	Образцы		
	контроль	№ 1	№ 2
<i>Закаливание</i>			
Средний размер воздушных пузырьков, мкм	35,4±2,12	35,7±4,40	41,1±1,84
Доля воздушных пузырьков размером до 50 мкм, %	79	81	68
<i>Через 3 месяца хранения</i>			
Средний размер воздушных пузырьков, мкм	38,7±0,45	34,2±2,07	46,5±1,36
Доля воздушных пузырьков размером до 50 мкм, %	69	81	60

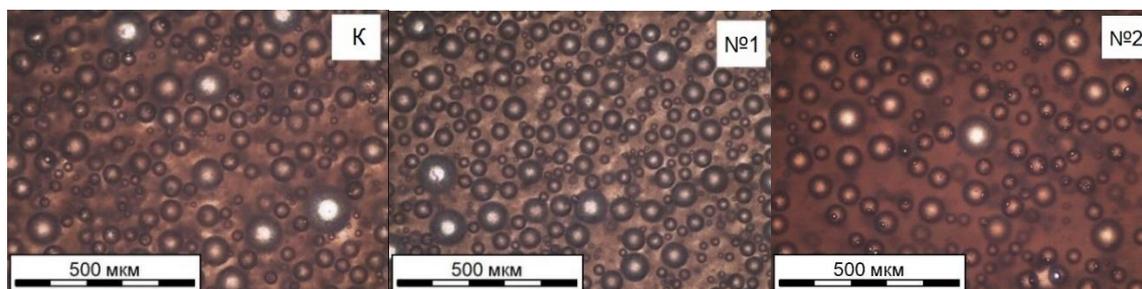


Рисунок 1 – Микрофотографии воздушных пузырьков в мороженом через 3 месяца хранения

Figure 1 – Microphotographs of air bubbles in ice cream after 3 month of storage

В образце № 2 с наименьшей взбитостью образовались наиболее крупные воздушные пузырьки, что, видимо, обусловлено меньшим содержанием белков СОМО в этом образце, участвующим в стабилизации воздушной фазы. В образце № 1 образовалась наиболее стабильная воздушная фаза, что, возможно, обусловлено соотношением белков казеина и сывороточных. Установлено, что количественный и качественный состав белков оказывает влияние на титруемую кислотность мороженого (рис. 2).

По мере увеличения массовой доли общего белка в образцах происходит увеличение пока-

зателя «титруемая кислотность». На этот показатель оказывают влияние белки, свободные аминокислоты и минеральные соли СОМО и МПСБ. Рост количества кислых аминокислот в совокупности с минеральными солями приводит к увеличению титруемой кислотности.

Изменение количественного и качественного состава белковой фракции не оказало заметного влияния на термо- и формоустойчивость готового продукта. На рис. 3. представлены данные по термоустойчивости образцов, из которых следует, что наиболее термоустойчивым является контрольный об-

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПАРТИКУЛЯТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В МОРОЖЕНОМ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СОМО

разец с традиционным содержанием белка.

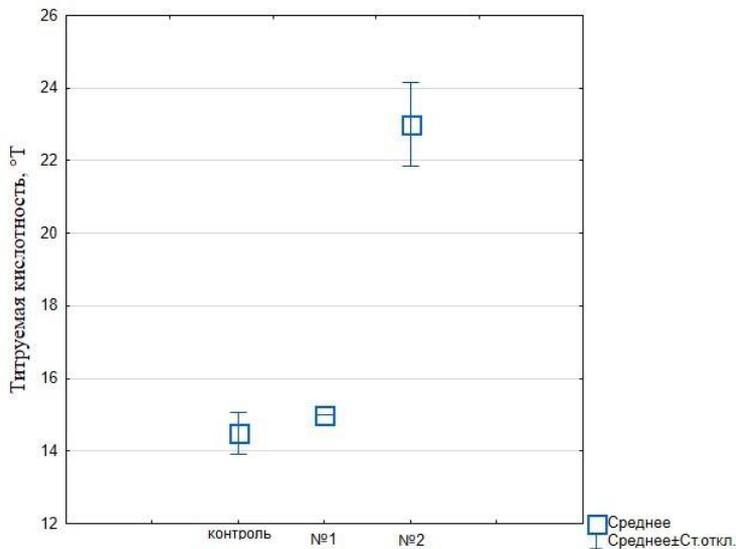


Рисунок 2 – Титруемая кислотность мороженого с МПСБ

Figure 2 – Titratable acidity of ice cream with MPWP

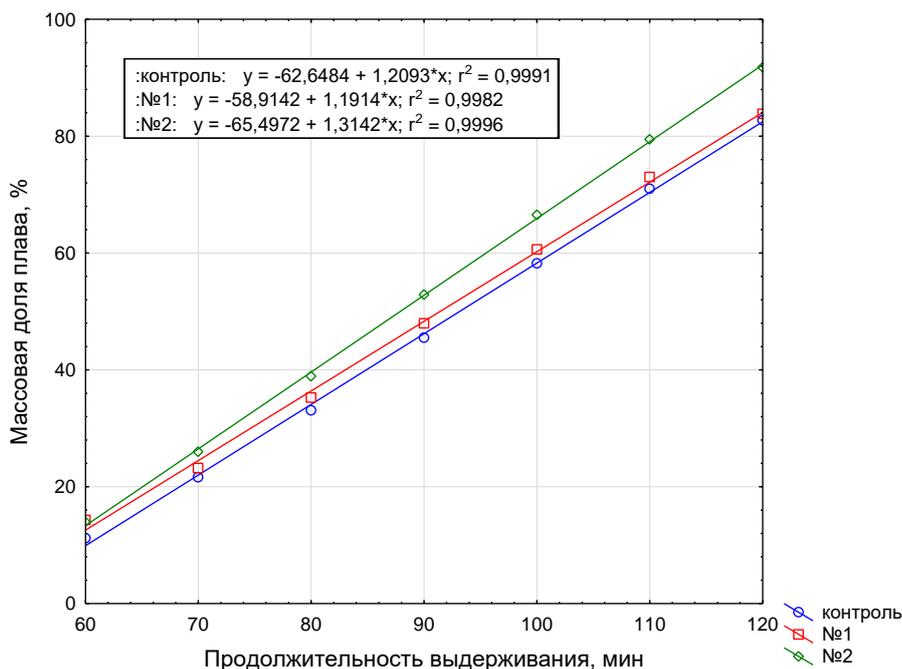


Рисунок 3 – Влияние МПСБ на устойчивость мороженого к таянию

Figure 3 – Influence of MPWP on the resistance of ice cream to melting

По данным рисунка 3 установлено, что через 60 мин с момента термостатирования в контрольном образце образовалось 11 % плава, в образце № 1 и № 2 – всего лишь на 3 % больше. Динамика образования плава сохранялась на протяжении всего времени

термостатирования. Данные по формоустойчивости образцов коррелируют с данными по термоустойчивости (рис. 4). Значимых различий по формоустойчивости образцов не было установлено.

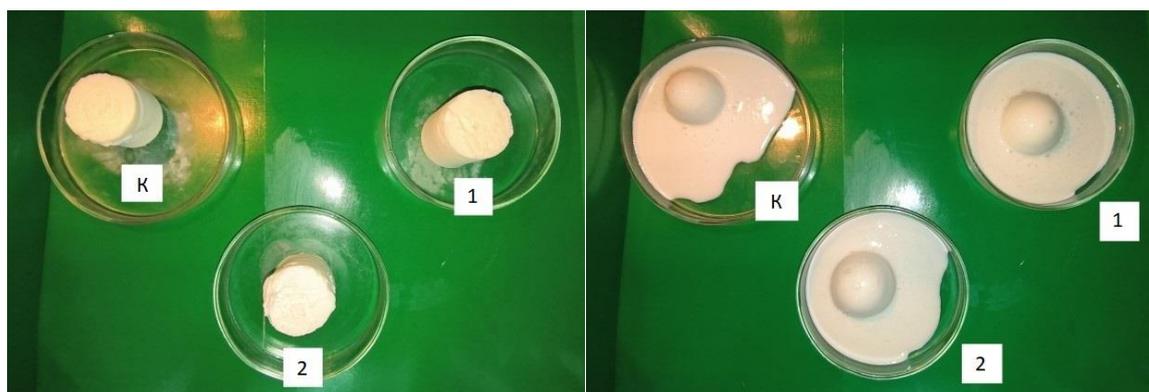


Рисунок 4 – Состояние порций мороженого через 0 мин (слева) и через 40 мин (справа) выдерживания при температуре  $(20 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$ .

Figure 4 – State of ice cream portions after 0 min (left) and after 40 min (right) of storage at the temperature of  $(20 \pm 0.5) \text{ }^\circ\text{C}$

В табл. 4 приведены данные о дисперсности кристаллов льда в образцах. Как следует из данных, приведенных в табл. 4, наибольшая дисперсность кристаллов льда достигнута в образце № 2 с высоким содер-

жением МПСБ, что возможно обусловлено, как это ранее уже отмечалось, их способностью инициировать образование кристаллов льда.

Таблица 4 – Дисперсность кристаллов льда в образцах мороженого с МПСБ

Table 4 – Dispersion of ice crystals in ice cream samples with MPWP

Показатель	Образцы		
	контроль	№ 1	№ 2
<i>Закаливание</i>			
Средний размер кристаллов льда, мкм	34,2±1,75	35,3±0,42	30,3±1,84
Доля кристаллов льда размером до 50 мкм, %	92	89	93
<i>Через 1 месяц хранения</i>			
Средний размер кристаллов льда, мкм	37,4±1,15	38,8±0,80	33,3±0,64
Доля кристаллов льда размером до 50 мкм, %	84	82	89
<i>Через 3 месяца хранения</i>			
Средний размер кристаллов льда, мкм	39,0±2,50	40,1±1,05	36,5±0,76
Доля кристаллов льда размером до 50 мкм, %	83	81	87

Несмотря на то, что образец № 2 характеризовался наименьшей взбитостью, наибольшая дисперсность кристаллов льда и наименьшая воздушная фаза оказали доминирующее влияние на твердость мороженого, она была соизмерима с твердостью контрольного образца и значительно меньше, чем у образца № 1. На рис. 5 приведены данные об условной твердости образцов. Органолептическая оценка образцов контрольного, № 1 и № 2 значительно не отличалась (табл. 5). Самую высокую балльную оценку

по результатам дегустации получили контрольный образец и № 1. Во всех образцах был отмечен повышенный охлаждающий эффект, что ценят потребители в летний период, и слабо выраженный молочный вкус. Отмеченные особенности мороженого характерны для его разновидностей с пониженным содержанием жира и СОМО. Для повышения потребительских свойств этой разновидности мороженого рекомендовано применение пищевых продуктов, в частности фруктов и продуктов их переработки.

Таблица 5 – Результаты дегустационной оценки образцов

Table 5 – Sample tasting results

Образцы	Вкус и аромат	Структура и консистенция	Цвет и внешний вид	Общая балловая оценка
Контроль	5,6±0,25	2,5±0,18	1,0±0,00	9,1
№ 1	5,6±0,13	2,5±0,15	1,0±0,00	9,1
№ 2	5,5±0,33	2,4±0,29	1,0±0,00	8,9

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПАРТИКУЛЯТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В МОРОЖЕНОМ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СОМО

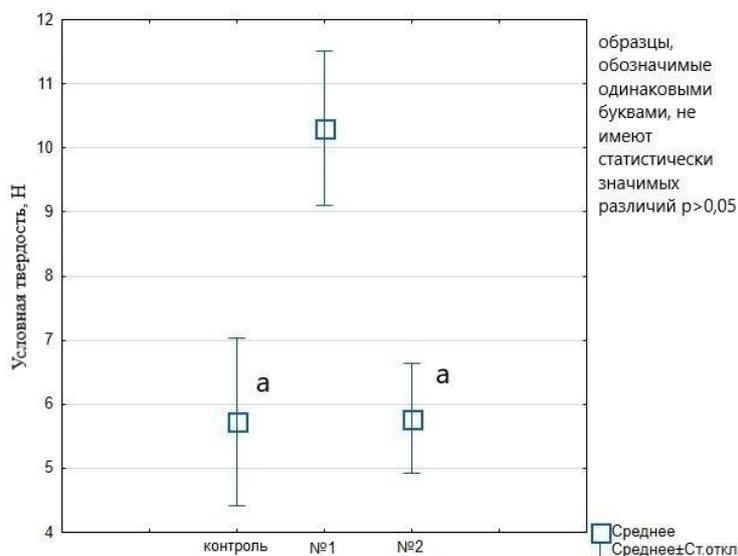


Рисунок 5 – Условная твердость образцов мороженого с низким содержанием СОМО

Figure 5 – Conditional hardness of ice cream samples with low content of milk solids nonfat

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованы показатели качества мороженого с низким содержанием СОМО при дополнительном введении белка с МПСБ. Установлено, что увеличение в мороженом в 1,8 раза содержания белка в смеси и присутствие в составе МПСБ минеральных солей приводит:

- к достижению уровня титруемой кислотности традиционного продукта;
- к повышению динамической вязкости в 1,5 раза;
- к незначительному понижению способности смеси к насыщению воздухом и дисперсности воздушной фазы;
- к повышению дисперсности кристаллов льда и твердости мороженого.

По результатам органолептической оценки образцов установлена необходимость использования пищевкусных добавок для формирования более полного вкуса молоко-содержащего мороженого.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гетманец, В.Н. Разработка рецептур коктейлей функционального назначения // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 123–130. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.017.
2. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Москва: Фе-

деральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2021. 72 с. Режим доступа: [https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=18979](https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979).

3. Sensory properties of foods functionalised with milk proteins / A. Balivo [et al.] // Food Hydrocolloids. Vol. 147. Part A. 109301. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2023.109301.

4. Contribution of whey protein denaturation to the in vitro digestibility, biological activity and peptide profile of milk protein concentrate / Khaledi, M. [et al.] // Journal of Functional Foods. 2023. Vol. 104. 105543. DOI: 10.1016/j.jff.2023.105543.

5. Functional properties of milk protein concentrate and micellar casein concentrate as affected by transglutaminase treatment / P. Salunke [et al.] // Food Hydrocolloids. 2023. Vol. 137 / Article 108367. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.108367.

6. Structure and rheological properties of oil-water and air-water interfaces stabilized with micellar casein isolate and whey protein isolate mixtures / Zhou, X. [et al.] // Food Hydrocolloids. 2022. Vol. 133. Article 107946. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.107946.

7. Whey proteins processing and emergent derivatives: An insight perspective from constituents, bio-activities, functionalities to therapeutic applications / R. Mehra [et al.] // Journal of Functional Food. 2021. Vol. 87. 104760. DOI: 10.1016/j.jff.2021.104760.

8. Quality attributes of high protein ice cream prepared by incorporation of whey protein isolate / S. Roy [et al.] // Applied Food Research. 2022. Vol. 2, № 1. 100029. DOI: 10.1016/j.afres.2021.100029.

9. The impact of extruded microparticulated whey proteins in reduced-fat, plain-type stirred yogurt: Characterization of physicochemical and sensory properties / M.K. Hossain, [et al.] // LWT. 2020.

Vol. 134. 109976. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109976.

10. Comparison of functional properties of 34 % and 80 % whey protein and milk serum protein concentrates / P.J. Luck [et al.] // *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96. № 9. P. 5522-5531. DOI: 10.3168/jds.2013-6617.

11. Творогова, А.А. Мороженое в России и СССР: Теория. Практика. Развитие технологий / А.А. Творогова. СПб. : ИД «Профессия», 2021. 249 с.

12. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. «Пищевая продукция в части ее маркировки». Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881.

### Информация об авторах

А. В. Ландиховская – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории технологии мороженого ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

А. А. Творогова – доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории технологии мороженого ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

С. Е. Кочнева – инженер лаборатории технологии мороженого ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

### REFERENCES

1. Getmanets, V.N. (2021). Development of functional cocktail formulations. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 123-130. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.017.

2. Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitel'j i blagopoluchija cheloveka. Metodicheskie rekomendacii MP 2.3.1.0253-21 «Normy fiziologicheskikh potrebnoŝej v jenergii i pishhevyh veshhestvah dlja razlichnyh grupp naselenija Rossijskoj Federacii». Moscow: Federal'nyj centr gigeny i jepidemiologii Rospotrebnadzora; 2021. 72 p. Available from: [https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=18979](https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979) (In Russ).

3. Balivo, A., d'Errico, G., Genovese, A. Sensory properties of foods functionalised with milk proteins. *Food Hydrocolloids*, 147 (A), 109301. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2023.109301.

4. Khalesi, M., Cermeño, M., FitzGerald, R.J. (2023). Contribution of whey protein denaturation to the in vitro digestibility, biological activity and peptide profile of milk protein concentrate *Journal of Functional Foods*, 104, Article 105543. DOI: 10.1016/j.jff.2023.105543.

j.jff.2023.105543.

5. Salunke, P., Metzger L.E. (2023). Functional properties of milk protein concentrate and micellar casein concentrate as affected by transglutaminase treatment. *Food Hydrocolloids*, 137, Article 108367. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.108367.

6. Zhou, X., Sala, G., Sagis, L.M.C. (2022). Structure and rheological properties of oil-water and air-water interfaces stabilized with micellar casein isolate and whey protein isolate mixtures. *Food Hydrocolloids*, 133, Article 107946. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.107946.

7. Mehra, R., Kumar, H., Kumar, N., Ranvir, S., Jana, A., Buttar, H.S. [et al.]. (2021). Whey proteins processing and emergent derivatives: An insight perspective from constituents, bioactivities, functionalities to therapeutic applications. *Journal of Functional Food*, 87, Article 104760. DOI: 10.1016/j.jff.2021.104760.

8. Roy, S., Hussain, S.A., Prasad, W.G., Khetra, Y. (2022). Quality attributes of high protein ice cream prepared by incorporation of whey protein isolate. *Applied Food Research*, 2(1), Article 100029. DOI: 10.1016/j.afres.2021.100029.

9. Hossain, M.K., Keidel, J., Hensel, O., Diakité, M. (2020). The impact of extruded microparticulated whey proteins in reduced-fat, plain-type stirred yogurt: Characterization of physicochemical and sensory properties. *LWT*. 134. Article 109976. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109976.

10. Luck, P.J., Vardhanabuthi, B., Yong, Y.H., Laundon, T., Barbano, D.M., Foegeding, E.A. (2013). Comparison of functional properties of 34% and 80% whey protein and milk serum protein concentrates. *Journal of Dairy Science*. 96(9). P. 5522-5531. DOI: 10.3168/jds.2013-6617.

11. Tvorogova, A.A. (2021). Ice cream in Russia and the USSR: Theory, practice. Technology development. St. Petersburg: Professiya, 249 p. (In Russ.).

12. Food Products in Terms of Labeling. (2011). TR CU 022/2011. Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/902320347>.

### Information about the authors

A.V. Landikhovskaya - Candidate of Technical Sciences, Research Associate, the laboratory of ice cream technology, VNIKHI - Branch of Gorbatov Federal Research Center for Food Systems.

A.A. Tvorogova - doctor of technical sciences, chief researcher, the laboratory of ice cream technology, VNIKHI - Branch of Gorbatov Federal Research Center for Food Systems.

S.E. Kochneva - engineer, laboratory of ice cream technology, VNIKHI - Branch of Gorbatov Federal Research Center for Food Systems.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28 февраля 2024; одобрена после рецензирования 20 ноября 2024; принята к публикации 04 декабря 2024.

The article was received by the editorial board on 28 Feb 2024; approved after editing on 20 Nov 2024; accepted for publication on 04 Dec 2024.