



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК637.07

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.011

 EDN: ZCPGKC

МИКРОСТРУКТУРНЫЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАМОРОЖЕННЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ВЗБИТЫХ ДЕСЕРТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Игорь Алексеевич Гурский¹, Антонина Анатольевна Творогова²

^{1,2} Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – Филиал
Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова, Москва, Россия

¹ iixrug@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8177-3472>

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

Аннотация. *Востребованность кисломолочных продуктов обусловлена наличием составных частей молока, жира, белков, углеводов, минеральных веществ, а также молочнокислых микроорганизмов и продуктов ферментации. Инновационным кисломолочным продуктом длительного срока годности являются употребляемые в замороженном и размороженном состоянии кисломолочные десерты, производимые в соответствии с технологией мороженого. Целью исследования являлось изучение дисперсности воздушных пузырьков и кристаллов льда и выживаемости молочнокислых микроорганизмов кисломолочных десертов в процессе их хранения при температуре – 20 °С при содержании ферментированной составляющей 30 %, 50 % и 85 %.*

Установлено, что независимо от количества ферментированной основы, средний размер воздушных пузырьков и кристаллов льда не превышал значение 50 мкм – показатель органолептической неощутимости кристаллов льда и кремообразной консистенции продукта, в значительной степени обусловленный размерами воздушных пузырьков. Наиболее стабильной дисперсность воздушной фазы и несколько сниженная дисперсность кристаллов льда в течение 180 суток хранения оставалась в десертах при использовании 85 % ферментированной основы.

При исследовании микробиологических показателей десертов установлено отсутствие патогенной микрофлоры и наличие не менее 10⁶ КОЕ/г молочнокислых микроорганизмов в течение всего периода хранения.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой дисперсности кристаллов льда и воздушных фазы и высокой выживаемости молочнокислых микроорганизмов в кисломолочных десертах при хранении в течение 6 мес. при наличии в них не менее 30 % ферментированной основы и положительном влиянии ее повышенного количества на стабильность воздушной фазы.

Ключевые слова: замороженные взбитые кисломолочные десерты, дисперсность структурных элементов, выживаемость молочнокислых микроорганизмов, хранение.

Благодарности: статья подготовлена в рамках выполнения исследований по Государственному заданию ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Для цитирования: Гурский И. А., Творогова А. А. Микроструктурные и микробиологические показатели замороженных кисломолочных взбитых десертов при хранении // Ползуновский вестник. 2023. № 1. С. 84–90. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.011. EDN: <https://elibrary.ru/ZCPGKC>.

Original article

MICROSTRUCTURAL AND MICROBIOLOGICAL INDICES OF THE FROZEN SOUR MILK AERATED DESSERTS AT STORAGE

Igor A. Gurskiy ¹, Antonina A. Tvorogova ²

^{1, 2} All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

¹ iixrug@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8177-3472>

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

Abstract. *The demand for fermented milk products is due to the presence of such components of milk as fat, proteins, carbohydrates, minerals as well as lactic acid microorganisms and fermentation products. The fermented milk desserts consumed frozen and defrosted being produced according to the ice cream technology are the innovative fermented milk products with a long shelf life. The re-search of dispersion of the air bubbles and the ice crystals and survival of lactic acid microorganisms in the fermented milk desserts during their storage at a temperature of - 20°C with the content of a fermented component of 30 %, 50 % and 85 % were the aim of this study.*

It was found that regardless of the amount of fermented base the mean size of the air bubbles and the ice crystals did not exceed the value of 50 µm being the indicator of the sensory imperceptibility of ice crystals and the creamy consistency of the product, mainly because of sizes of the air bubbles. The most stable dispersion of the air phase and slightly decreased dispersion of the ice crystals during 180 days of storage were found in desserts at using 85 % of fermented base.

The absence of pathogenic microflora and the presence of lactic acid microorganisms of at least 10⁶ CFU/g were established in the research of microbiological indicators of desserts throughout the storage period.

Thus, the results obtained demonstrate a high dispersion of the ice crystals and the air phase and high survival of lactic acid microorganisms in the fermented milk desserts during 180 days of storing. The increase of the amount of fermented base in the composition of fermented aerated milk des-erts over 30 % has a positive effect on the stability of the air phase.

Keywords: *frozen aerated fermented milk desserts, dispersion of structural elements, survival of lactic acid microorganisms, storage.*

Acknowledgements: *the article was written in the framework of research under the State task of the Federal State Budgetary Scientific Institution “V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems” RAS.*

For citation: Gurskiy, I.A., Tvorogova, A.A. (2021). Microstructural and microbiological indices of the frozen sour milk aerated desserts at storage. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 84-90. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.011. EDN: <https://elibrary.ru/ZCPGKC>.

ВВЕДЕНИЕ

Спрос на кисломолочную продукцию, в частности на йогурты, постоянно растет. Это связано не только с органолептическими характеристиками продукта, но и с его влиянием на здоровье человека [1]. Кисломолочные продукты быстрее и легче усваиваются, их регулярное потребление восстанавливает баланс кишечной микрофлоры, они обладают антимикробным и бактерицидными свойствами, а также доступны к употреблению людям с непереносимостью лактозы [2]. Кисломолочные продукты являются источником кальция, магния, фосфора, незаменимых аминокислот, витаминов группы D, B6, B12 и рибо-

флавина [3]. К данной разновидности продукции можно отнести инновационный продукт – кисломолочные десерты, вырабатываемые на предприятиях отрасли мороженого и потребляемые в замороженном и размороженном состояниях [4].

Кисломолочные аэрированные десерты, производимые по технологии мороженого, представляют собой многофазную структуру, состоящую из кристаллов льда, незамерзающей плазмы, пузырьков воздуха и жировых глобул. Размер структурных элементов оказывает влияние на органолептические свойства продукта. Формируемые на стадии фризирования кристаллы льда при размере свыше 50 мкм органолептически ощущаются по-

требителями. Для замороженных десертов, в частности мороженого, это недопустимо. В связи с этим в ТР ТС 033/2013 для этого вида продукции присутствие органолептически ощутимых кристаллов льда не допускается. Кроме того, наличие органолептически ощутимых кристаллов льда считается признаком физической порчи продукта и учитывается при установлении срока его годности. В процессе производства десертов формируется кремообразная консистенция, в связи с формированием воздушной фазы и ее равномерным распределением по всему объему продукта. Взбитая структура облегчает процесс жевания продукта [5]. От дисперсности воздушной фазы зависит термо- и формоустойчивость десерта [6].

Длительное сохранение продукции посредством замораживания является одним из часто используемых методов в пищевой промышленности. Снижение температуры ниже криоскопической точки замедляет или полностью останавливает протекание ряда физико-химических и биологических процессов, что способствует сохранению качества пищевой продукции длительного срока годности [7]. При производстве кисломолочных десертов на стадии «фризерование» доля вымороженной влаги доходит до 60 %. Последующее замораживание и хранение позволяет повысить этот показатель до 90 %. Наличие невымороженной влаги приводит к увеличению размеров кристаллов льда, что может сказаться на органолептических показателях продукта. В процессе хранения незамерзшая вода диффундирует на поверхность кристаллов, что усиливает скорость их роста. Увеличение кристаллов возможно также за счет эффекта аккреции – сращивание нескольких кристаллов, находящихся близко друг к другу [8]. Установлен механизм изменения воздушной фазы: диспропорционирование, коалесценция и дренирование. Как правило, данные механизмы взаимозависимы, но их результатом является потеря однородности воздушной фазы [9]. Из-за изменения воздушной фазы снижаются органолептические характеристики, текстура становится грубее, и продукт может уменьшаться в объеме.

Важным показателем замороженных кисломолочных десертов является содержание молочнокислых микроорганизмов на конец срока годности. Несмотря на то, что некоторые исследования считают, что молочнокислые микроорганизмы хорошо сохраняются при отрицательных температурах [10]. В процессе изготовления десертов по технологии мороженого их количество может быть снижено из-за

термомеханического воздействия. Наибольшее влияние на их выживаемость оказывает стадия фризирования. Образующиеся мелкие кристаллы льда во фризере повреждают оболочку бактериальной клетки, что приводит к ее разрыву и соответственно к нарушению жизнеспособности микроорганизмов [11].

Ранее было изучено влияние количества ферментируемой части продукта на дисперсность воздушной фазы в процессе размораживания кисломолочных десертов [12]. Однако вопрос стабильности микроструктурных элементов и выживаемости молочнокислых микроорганизмов в процессе хранения не рассматривался.

Таким образом, целью данной работы было изучение влияния продолжительности хранения при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и количества ферментируемой части на микроструктурные и микробиологические показатели кисломолочных десертов.

МЕТОДЫ

Для решения поставленной задачи были изготовлены 3 образца кисломолочного десерта с разным количеством ферментированной части.

Изготовленные образцы содержали 2,5 % молочного жира, 11,0 % сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), 10,0 % фруктозы, 6,0 % инулина, 2,0 % мальтодекстрина, 1,3 % желатина и 0,3 % эмульгатора (Е471). Доля ферментированной основы в образцах составляла: № 1 – 30 %, № 2 – 50 %, № 3 – 85 %. Рецептура исследуемых образцов представлена в таблице 1.

Общая схема изготовления десертов: смешивание сырьевых компонентов, подогрев смеси ($65\text{ }^{\circ}\text{C}$), гомогенизация ($65\text{ }^{\circ}\text{C}$, давление: 1 ступень – 20 МПа; 2 ступень – 5 МПа), пастеризация ($85\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 с), охлаждение ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$), фризирование (до $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), закаливание ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 суток), хранение ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$). В образцы № 1 и № 2 на стадии охлаждения вносили 30 % и 50 % йогурта. Образец № 3 после пастеризации охлаждали до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, вносили закваску для йогурта, сквашивали до кислотности 110°T , вносили фруктозный сироп. Дальнейшие операции проводили в соответствии с общей схемой.

Исследование микроструктурных элементов проводили методом микроскопирования, с использованием микроскопа СХ41RF (OLYMPUS, Япония) и термостоллика PE 120 (Linkam Instruments, Великобритания). Полученные микрофотографии обрабатывали в программе Image Scope M (СМА, Россия).

**МИКРОСТРУКТУРНЫЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАМОРОЖЕННЫХ
КИСЛОМОЛОЧНЫХ ВЗБИТЫХ ДЕСЕРТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ**

Таблица 1 – Рецептуры образцов десертов

Table 1 - Composition of the samples of desserts

Используемый компонент	Количество компонента в смеси образца, г		
	№ 1	№ 2	№ 3
Масло (м.д.ж. 82,5 %)	2,5	2,2	3,1
Сухое обезжиренное молоко (95 % сухих в-в.)	9,2	7,6	11,6
Йогурт питьевой (м.д.ж. 1,5 %; СОМО 7,6 %)	30	50	–
Фруктоза (95 % сухих в-в.)	10,5		–
Фруктозный сироп (50 % сухих в-в.)	–		20,0
Инулин (96 % сухих в-в.)	6,3		
Мальтодекстрин (95 % сухих в-в.)	2,2		
Желатин (95 % сухих в-в.)	1,4		
Эмульгатор (Е471)	0,32		
Вода	37,58	19,48	55,08
Итого	100	100	100
Закваска для йогурта	–	–	1

Таблица 2 – Средние размеры структурных элементов

Table 2 - Mean sizes of structural elements

Образец №	Срок хранения, суток			
	5	30	90	180
Средний размер пузырьков воздуха, мкм				
1	34,0±19,5 ^A	37,5±21,5 ^a	40,6±24,9 ^a	33,4±19,3 ^{aA}
2	36,8±19,6 ^a	34,4±19,3 ^{bA}	33,6±18,5 ^{AB}	34,4±19,1 ^{aAB}
3	37,5±22,2 ^{aA}	35,6±23,3 ^{abA}	38,8±24,8 ^{aAB}	39,3±24,0 ^{AB}
Средний размер кристаллов льда, мкм				
1	34,8±12,5 ^{aA}	x	x	34,8±14,4 ^{aA}
2	31,7±13,2	x	x	34,9±15,0 ^a
3	36,4±15,5 ^a	x	x	39,8±16,9
Значения с одинаковой буквой значимых различий не имеют (P > 0,05). A, B – между сроками хранения; a, b – между образцами				

Установлено, что в образце № 1 через 180 суток хранения произошло снижение среднего размера пузырьков воздуха на 18 %. В образце № 2 не выявлено значимых различий в размерах пузырьков воздуха через 30, 90 и 180 суток хранения. На дисперсность воздушной фазы образца № 3 хранение не оказало значимого влияния. Образцы № 2 и для исследования дисперсности воздушной фазы пробу подготавливали следующим образом: тонкий срез образца десерта помещали на предметное стекло и накрывали покровным. При подготовке пробы для исследования кристаллов льда использовали керосин с температурой –18 °С для распределения их в объеме. Подготовленные пробы микроскопировали в проходящем свете.

Содержание молочнокислых и наличие патогенных микроорганизмов определяли с использованием тест-пластин Petrifilm (3М, США) в соответствии с методиками производителя.

Обработку результатов исследования

проводили посредством использования языка программирования R (версия 4.2.1) и среды анализа данных Rstudio (версия 2022.07.2).

Исследования были проведены в лаборатории технологии мороженого ВНИИХИ – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дисперсность воздушной фазы образцов десерта и средний размер пузырьков определяли через 5, 30, 90 и 180 суток хранения. Результаты исследований приведены на рисунке 1 и в таблице 2.

Дисперсность кристаллов льда и их средний размер оценивали через 5 и 180 суток хранения. График плотности распределения кристаллов льда по размерам представлен на рисунке 2, средний размер кристаллов – в таблице 1.

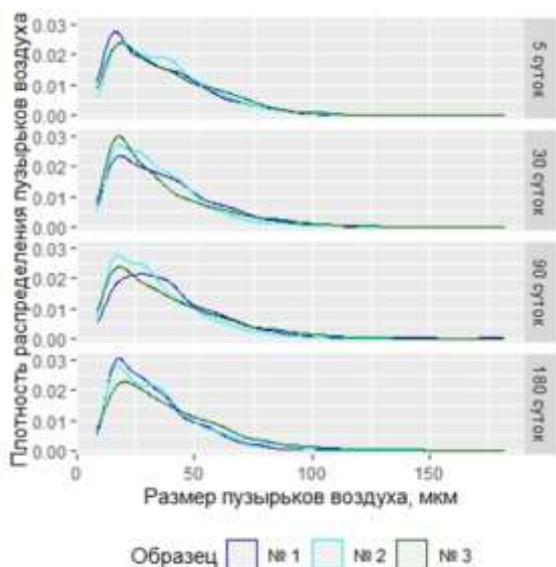


Рисунок 1 – График распределения пузырьков воздуха в процессе хранения

Figure 1 - Graph of the distribution of the air bubbles during storage

Образцы № 2 и № 3 имели схожие средние размеры воздушных пузырьков через 5 суток хранения, которые были выше, чем в образце № 1.

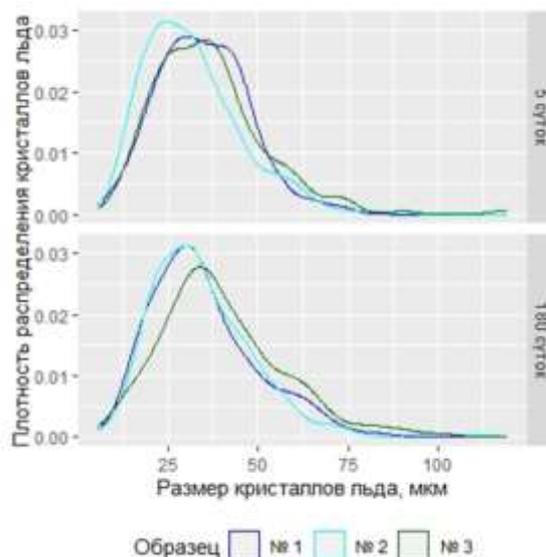


Рисунок 2 – График распределения кристаллов льда в процессе хранения

Figure 2 - Graph of the distribution of the ice crystals during storage

Было установлено значимое увеличение кристаллов льда.

Результаты микробиологических исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Микробиологические показатели образцов десертов

Table 3 - Microbiological indicators of dessert samples

Точка контроля	Количество молочнокислых микроорганизмов	БГКП	S.aureus
В смеси перед фризированием	$2,1 \cdot 10^7$	Не обнаружено	Не обнаружено
90 суток хранения	$1,1 \cdot 10^7$	Не обнаружено	Не обнаружено
180 суток хранения	$7,6 \cdot 10^6$	Не обнаружено	Не обнаружено

Из таблицы 3 следует, что через 180 суток хранения содержание молочнокислых организмов составило не ниже 10^6 КОЕ/г. Наличие патогенных микроорганизмов (БГКП и S.aureus) не установлено на протяжении всего периода хранения.

ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе хранения десертов важно сохранить без существенных изменений исходную дисперсность структурных элементов (кристаллов льда и воздушных пузырьков). Дисперсность этих структурных элементов оказывает влияние на состояние структуры и консистенцию продукта. При их величине более 50 мкм кристаллы льда органолептически ощущаются, а воздушные пузырьки снижают уровень кремообразного состояния конси-

стенции. Увеличение среднего размера пузырьков воздуха в процессе хранения, что можно наблюдать в образце № 1 через 30 и 90 суток, связано с эффектом коаллесценции, а снижение значения этого показателя через 180 суток – с эффектом диспропорционирования. Значимых различий среднего размера пузырьков воздуха в образце № 3 в период его хранения не наблюдалось. Также о стабильности воздушной фазы в процессе хранения можно судить по отсутствию изменений на графике, представленном на рисунке 1. В образце № 2 снижение среднего размера пузырьков воздуха на 2,5 мкм отмечено лишь через 30 суток хранения, дальнейших значимых изменений установлено не было. Можно предположить, что увеличение количества ферментируемой части позволяет повысить

МИКРОСТРУКТУРНЫЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАМОРОЖЕННЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ВЗБИТЫХ ДЕСЕРТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

стабильность воздушной фазы. Отмеченное изменение возможно из-за увеличения количества денатурированного белка, пропорционально количеству ферментируемой части продукта. Образованная матрица в результате денатурации белка прочнее удерживает невымороженную влагу, что уменьшает взаимодействие фаз в продукте.

Исследование показало, что во всех образцах средний диаметр кристаллов льда ниже 50 мкм, что исключает их органолептическое ощущение при потреблении продукта. Установлено, что за 180 суток хранения в образцах № 2 и № 3 средний размер кристаллов льда увеличился не более, чем на 3,1 мкм. Увеличение их среднего размера связано с сращиванием близлежащих кристаллов. В образец № 1 не выявлено значимого увеличения среднего размера кристаллов. Фактором, оказавшим влияние на дисперсность кристаллов льда, в частности на наиболее низкое значение среднего размера кристаллов льда через 5 суток, в образце № 2 является наиболее высокая исходная вязкость смеси [12].

По результатам микробиологических исследований можно сделать вывод, что по показателям БГКП и *S.aureus* продукция является безопасной. Количество молочнокислых микроорганизмов через 180 суток хранения выше регламентируемого допустимого значения для кисломолочных продуктов. Высокая выживаемость молочнокислых микроорганизмов может быть связана с использованием желатина в качестве основного стабилизатора, который мог создать дополнительную оболочку, защищающую бактерий от механического воздействия кристаллов льда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования в кисломолочных взбитых десертах дисперсности структурных элементов и микробиологических показателей в процессе хранения в течение 6 мес. при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ было установлено:

- независимо от количества ферментируемой части (при ее количестве не менее 30 %), средний размер кристаллов льда и воздушных пузырьков не превышает 50 мкм;

- увеличение количества ферментируемой части в продукте повышает стабильность воздушной фазы в процессе хранения;

- в кисломолочных десертах с массовой долей ферментируемой части не менее 30 % в присутствии желатина в течение 6 мес. хранения при температуре не выше минус $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ исследуемый состав кисломолочного десерта позволяет сохранить не менее 10^6 молочнокислых микроорганизмов через 180 суток хранения.

лочного десерта позволяет сохранить не менее 10^6 молочнокислых микроорганизмов через 180 суток хранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стурова Ю.Г., Гильдерман Д.Д. Использование растительного компонента в биотехнологии йогурта // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 95–101. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.013.
2. Научно-технические основы биотехнологии молочных продуктов нового поколения / А.Г. Храмов [и др.]. Ставрополь : СевКавГТУ, 2002. 118 с.
3. Shah N.P. Yogurt in Health and Disease Prevention. United States : Elsevier Science Publishing Co Inc, 2017. 570 p.
4. Гурский И.А., Творогова А.А., Шобанова Т.В. Состояние структуры размороженных аэрированных кисломолочных десертов при хранении // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82, № 2. С. 94–100. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-2-94-100.
5. Zúñiga R.N., Aguilera J.M. Aerated food gels. Fabrication and potential applications // Trends Food Sci. Technol. 2008. Vol. 19, № 4. P. 176–187. DOI:10.1016/J.TIFS.2007.11.012.
6. The influence of food hydrocolloids on changes in the physical properties of ice cream / S.H. Park [et al.] // Food Sci. Biotechnol. 2006. № 15. P. 721–727.
7. Красноселова Е.А., Варивода А.А. Анализ и особенности технологии производства фруктово-ягодных соусов // Ползуновский вестник. 2020. № 4. С. 66–69. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.04.013.
8. Mechanisms of ice crystallization and recrystallization in ice cream: a review / S. Adapa [et al.] // Food Reviews International. 2000. Vol. 16, № 3. P. 259–271. DOI: 10.1081/fri-100100289.
9. Chang Y., Hartel R. Stability of air cells in ice cream during hardening and storage // Journal of Food Engineering. 2002. Vol. 55, № 1. P. 59–70. DOI: 10.1016/S0260-8774(01)00242-4.
10. Influence of Storage Temperature and Packaging on Bacteria and Yeast Viability in a Plant-Based Fermented Food / M. Cabello-Olmo [et al.] // Foods. 2020. Vol. 9, № 3. DOI: 10.3390/foods9030302.
11. Kemsawasd V., Chaikham P. Effects of Frozen Storage on Viability of Probiotics and Antioxidant Capacities of Synbiotic Riceberry and Sesame-Riceberry Milk Ice Creams // Current Research in Nutrition and Food Science Journal. 2020. Vol. 8, № 1. P. 107–121. DOI:10.12944/CRNFSJ.8.1.10.
12. Гурский И.А. Влияние количества ферментированной основы на дисперсность воздушной фазы размороженных десертов // Foodsystems. 2021. Т. 4, № 3S. С. 67–70. DOI: 10.21323/2618-9771-2021-4-3S-67-70.

Информация об авторах

И. А. Гурский – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории технологии мороженого ВНИХИ – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

А. А. Творогова – доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории техно-

логии мороженого ВНИХИ – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

REFERENCES

1. Sturova, Y.G. & Gilderman, D.D. (2021). Use of plant component in yogurt biotechnology. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 95-101 (In Russ). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.013.
2. Khramtsov, A.G., Sinelnikova, B.M., Kostina, V.V. & Ryabtseva, S.A. (2002). Scientific and technical foundations of the biotechnology of dairy products of a new generation. Stavropol :North-caucasus federal university. (In Russ).
3. Chandan, R.C., Gandhi, A. & Shah, N.P. (2017). *Yogurt in Health and Disease Prevention*. United States: Elsevier Science Publishing Co Inc.
4. Gurskiy, I.A., Tvorogova, A.A., Shobanova, T.V. (2020). The Condition of the Structure of the Thawed Aerated Sour-Milk Desserts during its Storage. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 82(2), 94-100 (In Russ). DOI: 10.20914/2310-1202-2020-2-94-100.
5. Zúñiga, R.N. & Aguilera, J.M. (2008). Aerated food gels. Fabrication and potential applications. *Trends Food Sci. Technol*, 19 (4), 176-187. DOI:10.1016/J.TIFS.2007.11.012.
6. Park, S.H., Hong, G.P., Kim, J.Y., Choi, M.J. & Min, S.G. (2006). The influence of food hydrocolloids on changes in the physical properties of ice cream. *Food Sci. Biotechnol*, (15), 721-727.
7. Krasnoselova, E.A. & Varivoda, A.A. (2020). Analysis and features of the production technology of fruit and berry sauces. *Polzunovskiy vestnik*, (4), 66-69 (In Russ). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.04.013.
8. Adapa, S., Schmidt, K.A., Jeon, I.J., Herald, T.J., & Flores, R.A. (2000). Mechanisms of ice crystallization and recrystallization in ice cream: a review. *Food Reviews International*, 16(3), 259-271. DOI:10.1081/fri-100100289.
9. Chang, Y. & Hartel, R. (2002). Stability of air cells in ice cream during hardening and storage. *Journal of Food Engineering*, 55(1), 59-70. DOI:10.1016/s0260-8774(01)00242-4.
10. Cabello-Olmo, M., Oneca, M., Torre, P., Dí-az, J.V., Encío, I.J., Barajas, M. & Araña, M. (2020). Influence of Storage Temperature and Packaging on Bacteria and Yeast Viability in a Plant-Based Fermented Food. *Foods*, 9(3). DOI: 10.3390/foods9030302.
11. Kemsawasd, V. & Chaikham, P. (2020). Effects of Frozen Storage on Viability of Probiotics and Antioxidant Capacities of Synbiotic Riceberry and Sesame-Riceberry Milk Ice Creams. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 8(1), 107-121. DOI: 10.12944/CRNFSJ.8.1.10.
12. Gurskiy, I.A. (2021). Effect of fermented base amount on dispersion of air phase of thawed desserts. *Food systems*, 4(3S), 67-70 (In Russ). DOI: 10.21323/2618-9771-2021-4-3S-67-70.

Information about the authors

I.A. Gurskiy - graduate student, junior researcher, 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.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 13.12.2022; одобрена после рецензирования 13.03.2023; принята к публикации 21.03.2023.

The article was received by the editorial board on 13 Dec 2022; approved after editing on 13 Mar 2023; accepted for publication on 21 Mar 2023.