

УДК 663.674:637.146

## Применение изомальтулозы в технологии кисломолочного мороженого

Канд. техн. наук **Е. В. БОГДАНОВА**<sup>1</sup>, д-р техн. наук **А. Н. ПОНОМАРЕВ**<sup>2</sup>,

д-р техн. наук **Е. И. МЕЛЬНИКОВА**<sup>3</sup>, **А. В. САМОЙЛЕНКО**<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ek-v-b@yandex.ru, <sup>2</sup>secretar@molvest.ru, <sup>3</sup>melnikova@molvest.ru, <sup>4</sup>arina\_samoilienko@mail.ru

Воронежский государственный университет инженерных технологий

*Цель выполненных исследований заключалась в разработке рецептурно-компонентного решения кисломолочного мороженого с изомальтулозой и изучении влияния замены сахарозы на процесс фризирования и формирование структуры готового продукта. При проектировании рецептуры основная задача заключалась в определении такого соотношения ингредиентов, которое обеспечивало бы не только высокие органолептические характеристики продукта, но и стандартные физико-химические показатели. Ввиду различных коэффициентов сладости сахарозы и изомальтулозы (1,0 и 0,5 ед. SES соответственно) в рецептуре разработанного кисломолочного мороженого на 50% увеличена массовая доля углеводов. Установлено, что повышение содержания дисахаридов в смеси мороженого на 1% приводит к снижению криоскопической температуры в среднем на 0,1 °С и обуславливает изменение процесса кристаллизации основных компонентов сывоточной фазы. Пониженная криоскопическая температура опытного образца (–7,32 °С) способствует образованию однородных кристаллов льда (со средним диаметром 25 мкм) и снижению скорости диффузии молекул воды в сывоточной фазе мороженого после фризирования. Это приводит к существенному ограничению процесса рекристаллизации, который возможен при нарушении температурных режимов хранения готового продукта. Применение изомальтулозы в технологии кисломолочного мороженого позволяет получить готовый продукт с низким гликемическим индексом (2% относительно глюкозы) и пребиотическими свойствами, устойчивый к возникновению пороков «льдиность» и «песчаность», а также окислительной порче в процессе хранения. Технология кисломолочного мороженого, выработанного с полной заменой сахарозы изомальтулозой, предусматривает применение серийно выпускаемого оборудования и не усложняет процесс производства.*

**Ключевые слова:** кисломолочное мороженое, изомальтулоза, микроструктура, формирование и распределение воздушных пузырьков и кристаллов льда.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 05.07.2017, принята к печати 24.11.2017

doi: 10.21047/1606-4313-2017-16-4-24-29

### Ссылка для цитирования:

Богданова Е. В., Пономарев А. Н., Мельникова Е. И., Самойленко А. В. Применение изомальтулозы в технологии кисломолочного мороженого // Вестник Международной академии холода. 2017. № 4. С. 24–29.

## Isomaltulose in the technology of ice cream form fermented milk

Ph.D **E. V. BOGDANOVA**<sup>1</sup>, D. Sc **A. N. PONOMAREV**<sup>2</sup>,

D. Sc **E. I. MELNIKOVA**<sup>3</sup>, **A. V. SAMOILENKO**<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ek-v-b@yandex.ru, <sup>2</sup>secretar@molvest.ru, <sup>3</sup>melnikova@molvest.ru, <sup>4</sup>arina\_samoilienko@mail.ru

Voronezh State University of Engineering Technologies

*The purpose of the research was to develop a formula-component solution of fermented ice cream with isomaltulose and to study the effect of sucrose replacement on the process of freezing and formation of the finished product structure. When developing the ice cream formulation with isomaltulose the main task was to determine a ratio of ingredients that would guarantee not only high organoleptic characteristics of the product but also standard physicochemical parameters. The mass fraction of carbohydrates was increased by 50% in the formulation of the developed fermented milk ice cream due to the different coefficients of the sweetness of sucrose and isomaltulose (1.0 and 0.5 units of SES, respectively). It was found that the increasing the content of disaccharides in ice cream mixture by 1% leads to decreasing cryoscopic temperature by 0.1 °C on average and causes changes of the crystallization process of the main components in buttermilk phase. The reduced cryoscopic temperature of the test sample (– 7.32 °C) promotes the formation of homogeneous ice crystals (with an average diameter of 25 mcm) and reducing the rate of diffusion of water molecules in the buttermilk phase of ice cream at the freezer's outlet. This leads to a significant limitation of the recrystallization process, which is possible if the temperature conditions of storage of the finished product are violated. The using of isomaltulose in the technology of fermented milk ice cream allows to obtain the finished product with low glycemic index (2% relative to glucose) and prebiotic properties, which are resistant to the occurrence of such defects as «iceiness»*

and «sandiness» as well as oxidative damage during storage. The technology of fermented ice cream, produced with complete replacement of sucrose by isomaltulose, involves the using of commercially available equipment and does not complicate the manufacturing process.

**Keywords:** fermented milk ice cream, isomaltulose, microstructure, formation and distribution of air bubbles and ice crystals.

**Article info:**

Received 05/07/2017, accepted 24/11/2017

DOI: 10.21047/1606-4313-2017-16-4-24-29

Article in Russian

**For citation:**

Bogdanova E. V., Ponomarev A. N., Melnikova E. I., Samoilenko A. V. Isomaltulose in the technology of ice cream form fermented milk. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2017. No 4. p. 24–29.

**Введение**

Мороженое — популярный десерт, который характеризуется устойчивым трендом увеличения объемов производства и потребления. По данным статистики за последние несколько лет, в среднем в мире потребляется 2,4 л мороженого на человека в год [1]. Однако, известны и страны-лидеры по потреблению мороженого (до 16 л в год), к которым относятся Новая Зеландия, США, Канада, Дания. США все еще занимают ключевую позицию в потреблении мороженого на одного человека, средний показатель потребления в стране составляет 18,4 литров мороженого в год. В России потребление мороженого находится на уровне 4,7–5 л в год и показывает устойчивую тенденцию к росту.

Возросшая осведомленность потребителей, заботящихся о своем здоровье, фокусирует внимание на продуктах, способствующих снижению риска возникновения заболеваний, поддерживающих здоровый образ жизни. К такой ассортиментной группе относится кисломолочное мороженое, поскольку оно характеризуется освежающим эффектом, обладает пробиотическим действием, так как содержит полезную молочнокислую микрофлору в период всего срока хранения, и может быть использовано в составе рациона питания людей, страдающих лактазной недостаточностью [2, 3].

К одному из основных рецептурных компонентов мороженого относится сахар (14,0–15,5% для пломбира, сливочного и молочного, и не менее 17,0% для кисломолочного), который обеспечивает не только вкус, но и структуру готового продукта [4, 5]. К недостаткам сахарозы относится высокая энергетическая ценность, которая сопряжена с риском развития различных форм алиментарно-обменного ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, относительно легкая усвояемость этого углевода способствует резкому повышению уровня инсулина в крови и возникновению его дефицита в организме, что связано с быстрым накоплением в нем жировых клеток. Высокая скорость разложения сахарозы под действием микроорганизмов в ротовой полости приводит к образованию органических кислот, вызывающих кариес. [6]. Следствием этого явилось возникновение очевидного интереса к низкокалорийным сахарозаменителям и подсластителям. В настоящее время разработано несколько рецептур различных видов мороженого, предусматривающих замену сахарозы на вещества сладкого вкуса углеводной и неуглеводной природы [7–10].

В последние годы у потребителей все больший интерес вызывают подсластители, относящиеся к природным соединениям, в частности, изомальтулоза. Этот дисахарид состоит из тех же основных структурных фрагментов, что и сахароза (т.е. глюкозы и фруктозы, соединенных посредством 1–6 гликозидной связи). Изомальтулоза содержится в пчелином меде, сахарном тростнике, сахарной свекле. Ее метаболизм в организме аналогичен механизму усвоения сахарозы, однако протекает с использованием другой группы гидролитических ферментов, который протекает со значительно меньшей скоростью, чем у сахарозы [11]. Это обуславливает низкий гликемический индекс изомальтулозы (рис. 1) и обеспечивает более длительное состояние насыщения [12]. Кроме того, рядом исследователей доказана пребиотическая активность этого углевода в условиях *in vitro* [13, 14], т.е. способность увеличивать количество клеток полезной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте человека.

Поскольку производство кисломолочного мороженого в Российской Федерации составляет 1–3% от всего объема вырабатываемой продукции, расширение его ассортимента за счет замены сахарозы изомальтулозой, на наш взгляд, весьма перспективно и актуально.

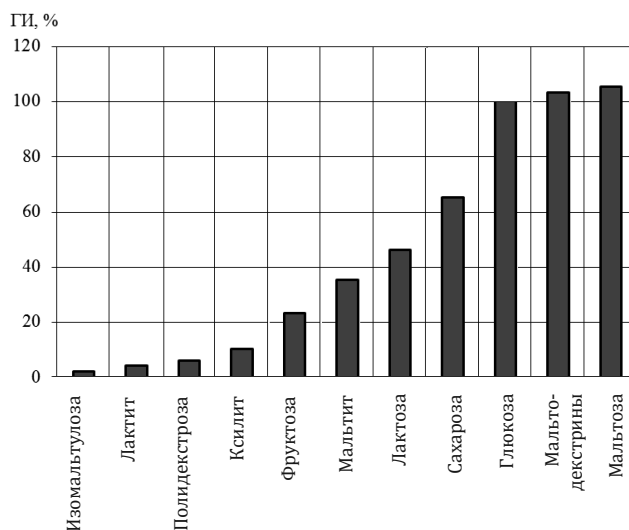


Рис. 1. Значения гликемических индексов различных углеводов пищи

Fig 1. Glycemic indexes for different carbohydrates in food

В связи с представленной актуальностью цель выполненных исследований заключалась в разработке рецептурно-компонентного решения кисломолочного мороженого с изомальтулозой и изучении влияния замены сахарозы на процесс фризирования и формирование структуры готового продукта.

### Объекты и методы исследования

Объектами экспериментальных исследований являлись образцы йогурта, выработанные по традиционной технологии с применением сахарозы и изомальтулозы компании Veneo Palatin GmbH, подвергнутые последующему фризированию. В качестве контрольного образца выбрана рецептура кисломолочного мороженого с йогуртом «Кислинка» [15]. При выполнении испытаний сквашивание нормализованных смесей проводили в течение 4–5 ч при оптимальных для развития микрофлоры температурах с использованием закваски St-body 2 (*Streptophilus*).

Исследования проводились в лабораториях кафедры технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий и ООО «Моллаб».

Оценку размеров кристаллов льда и дисперсности воздушной фазы проводили с помощью микроскопирования (микроскоп «Альтама Био 1», фотонасадка Canon) при увеличении в 1200 раз. Предварительно образцы выдерживали в морозильной камере при температуре  $(-24 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 24 ч. С применением криостатного микротомы получали микроскопический препарат в виде замороженного среза. Его быстро помещали на предметное стекло, накрывали покровным и закрепляли на предметном столике микроскопа. Обезжиренные предметные и покровные стекла также предварительно выдерживали в морозильной камере для охлаждения в течение 2 ч. Изображение микроструктуры фиксировали с помощью фотонасадки.

Криоскопическая температура смесей для мороженого рассчитана с учетом эквивалентного содержания сахарозы на основании всех присутствующих в смеси моно- и дисахаридов. Химический состав и физико-химические свойства готового продукта изучены по стандартным методикам, а также с помощью современных приборов.

### Результаты исследований и обсуждение

Замену рецептурных ингредиентов проводили с целью придания готовому продукту функциональных свойств. Данные о совместном влиянии различных рецептурных ингредиентов на показатели качества продукта послужили основой для оптимизации их массовых долей в молочной смеси. При проектировании рецептуры (табл. 1) основная задача заключалась в определении такого соотношения ингредиентов, которое обеспечивало бы не только высокие органолептические характеристики продукта, но и стандартные физико-химические показатели (табл. 2).

Ввиду различных коэффициентов сладости сахарозы и изомальтулозы (1,0 и 0,5 ед. SES соответственно) в рецептуре разработанного кисломолочного морожено-

го увеличена массовая доля углеводов. Повышение содержания дисахаридов в смеси мороженого на 1% приводит к снижению криоскопической температуры в среднем на  $0,1^\circ\text{C}$  (табл. 3) и обуславливает изменения процесса кристаллизации основных компонентов сывороточной фазы [16].

Схема производства кисломолочного мороженого включает традиционные технологические операции: подготовку сырья, нормализацию, фильтрование, эмульгирование, подогрев и гомогенизацию нормализованной смеси ( $15 \pm 2,5$  МПа,  $60^\circ\text{C}$ ), пастеризацию ( $92 \pm 2^\circ\text{C}$ , 50–60 с), охлаждение до температуры заквашивания, характерной для термофильных стрептококков ( $40 \pm 2^\circ\text{C}$ ), перемешивание в течение 15 мин, сквашивание в течение 4–5 ч. Окончание процесса сквашивания определяли по образованию прочного сгустка и нарастанию титруемой кислотности не более  $90^\circ\text{T}$ . Затем сгусток перемешивали и направляли на созревание ( $t = 4 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение 2 ч) с последующим фризированием, упаковкой и закаливанием при  $t = -18^\circ\text{C}$ .

Исследование микроструктуры готовых продуктов (рис. 2) позволило заключить, что опытный образец бо-

Таблица 1

### Рецептуры выработанных образцов кисломолочного мороженого

Table 1

#### Formulas of the ice-cream samples

Наименование ингредиента	Содержание в рецептуре образца, кг	
	контрольного	опытного
Молоко сухое цельное с м.д.ж. 25%	93,6	31,6
Молоко цельное с м.д.ж. 3,2%	—	541,0
Молоко сухое обезжиренное	61,1	151,1
Сахар-песок	180,0	—
Изомальтулоза	—	270,0
Желатин	4,0	4,0
Вода питьевая	661,1	—
Закваска «St-body 2»	0,2	0,2
Стабилизатор-эмульгатор Norra Sol 2033	—	5,0

Таблица 2

### Химический состав и физико-химические показатели выработанных образцов

Table 2

#### Chemical composition and physicochemical indicators of the ice-cream samples

Наименование	Значения показателей	
	Контроль	Опытный образец
Массовая доля сухих веществ, %	35,0	45,0
Массовая доля жира, %	2,5	2,5
Массовая доля общих углеводов, %	28,0	38,0
Массовая доля белка, %	2,6	2,7
Взбитость, %	70	75
Титруемая кислотность, °T	82	75
Активная кислотность, ед. pH	4,6	5,2

Таблица 3

Понижение температуры заморозания смесей мороженого, °С

Table 3

Lowering the freezing temperatures of the ice-cream mixes

Доля вымороженной воды, % ПТЗ <sub>общ</sub> °С	10	20	30	40	50	60	70
Опытный образец	-7,32	-8,39	-9,77	-11,70	-14,40	-18,10	-22,50
Контрольный образец	-5,25	-6,01	-6,99	-8,34	-10,32	-13,37	-17,84

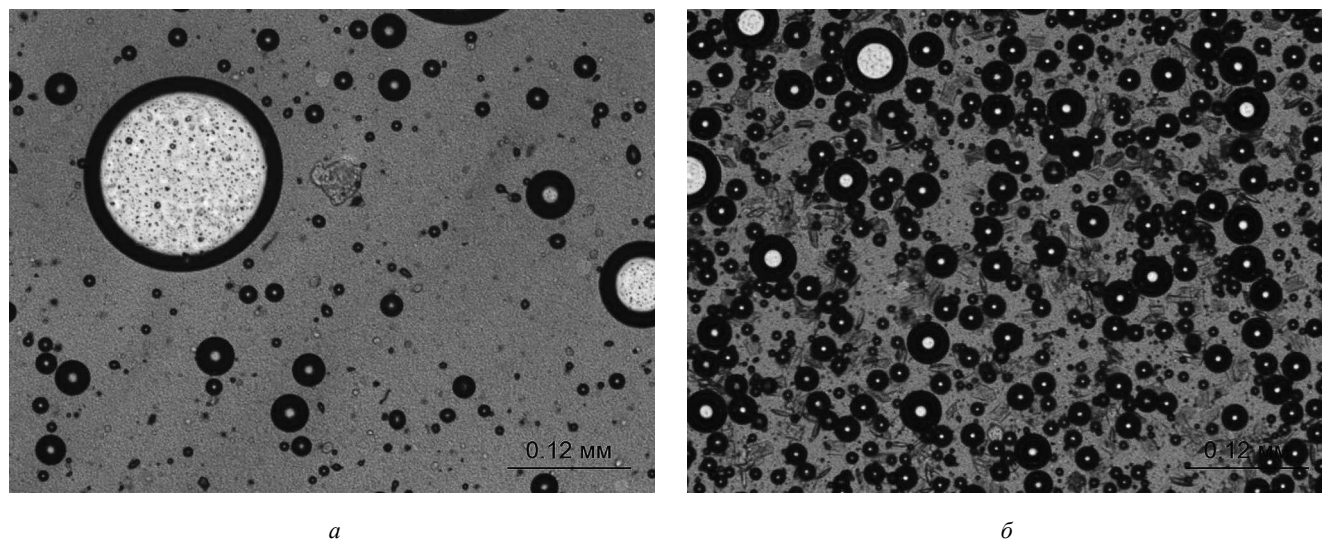


Рис. 2. Микроструктура готового мороженого: а — контрольного; б — опытного образца  
 Fig. 2. Microstructure of the ice-cream: a — control sample; б — experimental sample



Рис. 3. Распределение кристаллов льда по размерам в исследуемых образцах мороженого  
 Fig. 3. The distribution of ice-crystals according to their sizes in the samples of the ice-cream

лее насыщен воздухом, а, следовательно, его взбитость выше в сравнении с контролем. Оболочки воздушных ячеек не нарушены. Снаружи пузырьки воздуха покрыты жировой эмульсией. Воздушные пузырьки в опытном образце гомогенные и равномерно распределены по всей поверхности мороженого.

При взбивании и фризеровании часть жира в смеси образует трехмерные агрегированные жировые струк-

туры, обеспечивающие структурную целостность продукта [16]. Это происходит вследствие коалесценции жировых шариков во фризере под действием прилагаемого усилия сдвига. В результате изменения концентрации низкомолекулярных веществ в сывороточной фазе в процессе фризирования фракционированный молочный жир обуславливает образование мелких воздушных пузырьков и повышает стабильность пены во взбитой эмуль-

сии. Слабая стерическая стабилизация жировых шариков в контрольном образце вследствие более низкой массовой доли сухих веществ в сывороточной фазе позволяет жидкой жировой фазе проникнуть в пространство между ними, образуя кластеры молочного жира (рис. 2, а). В этом случае в процессе закаливания из них формируются гранулы, ухудшающие органолептические свойства готового продукта и снижающие его стойкость к окислительной порче при хранении [17].

Пониженная криоскопическая температура опытного образца, микроструктура которого показана на рис. 2, б, способствует также образованию однородных кристаллов льда. Это обусловлено повышением вязкости незамороженной фазы, что ингибирует процессы формирования зародышей кристаллообразования и кристаллизации. На рис. 3 показано распределение кристаллов льда по размерам в исследуемых образцах мороженого.

Кроме того, снижение скорости диффузии молекул воды в сывороточной фазе мороженого на выходе из фризера приводит к существенному ограничению процесса рекристаллизации, который возможен при нарушении температурных режимов хранения готового продукта.

## Выводы

По результатам проведенных исследований разработано рецептурно-компонентное решение кисломолочного мороженого с полной заменой сахарозы изомальтулозой, предусматривающее увеличение массовой доли углеводов в нем на 50% с учетом коэффициентов сладости.

Изучение влияния изомальтулозы на формирование потребительских свойств кисломолочного мороженого позволило установить, что ее применение способствует получению готового продукта с низким гликемическим индексом и пребиотическими свойствами, устойчивого к возникновению пороков «льдиность» и «песчаность», а также окислительной порче в процессе хранения.

Технология кисломолочного мороженого, выработанного с полной заменой сахарозы изомальтулозой, предусматривает применение серийно выпускаемого оборудования и не усложняет процесс производства. Реализация данной технологической схемы позволит расширить ассортимент продуктов функциональной направленности.

## Литература

1. Капранчиков В. С. Инновационные решения ГК «ЭФКО» для производства мороженого с заменителем молочного жира. // Пищевая промышленность. 2016. № 8. С. 30–31.
2. Devasya Ashwin, K. E. Vijayaprasad, Mahanthesh Taranath, Naveen Kumar Ramagoni, ets. Effect of Probiotic Containing Ice-cream on Salivary Mutans Streptococci (SMS) Levels in Children of 6–12 Years of Age: A Randomized Controlled Double Blind Study with Six-months Follow Up. // Journal of Clinical and Diagnostic Research, 2015. Vol. 9 (2). P. 6–9. DOI: 10.7860/JCDR/2015/ 10942.5532.
3. Коржов Р. П., Пономарёв А. Н., Мельникова Е. И., Богданова Е. В. Подбор заквасочных культур для кефирного продукта со сниженной аллергенностью. // Молочная промышленность, 2015. № 4. С. 30–31.
4. Голубева Л. В., Пожидаяева Е. А., Попов Е. С. Изучение кинетики процесса фризирования смесей для мягкого мороженого. // Хранение и переработка сельхозсырья, 2012. № 5. С. 31–33.
5. Мельникова Е. И., Попова Е. Е., Станиславская Е. Б. Низкокалорийное мороженое с микропартикулятом сывороточных белков. // Пищевая промышленность, 2012. № 10. С. 60–61.
6. Творогова А. А., Казакова Н. В., Ландиховская А. В., Закирова Р. Р. и др. Мороженое пониженной калорийности. // Молочная промышленность, 2017. № 3. С. 72–73.
7. García-Segovia P., Iborra-Bernad C., González-Carrascosa R., Barreto-Palacios V., ets. Replacing Sugar in Ice Cream: Fruit Up® as a Substitute. // Journal of Culinary Science & Technology, 2013. Vol. 11, Issue 2. P. 155–164. DOI: org/10.1080/15428052.2013.769865.
8. Alizadeh M., Azizi-lalabadi M. and Kheirvari S. Physicochemical, Sensory, Rheological Properties and Glycemic Index of Fresh Date Ice Cream. // Journal of Scientific Research & Reports, 2014. Vol. 3 (4). P. 621–629.

## References

1. Kapranchikov V. S. Innovative solutions of GC EFKO for the production of ice cream with a substitute for milk fat. *Pishchevaya promyshlennost'*. [Food industry], 2016. No 8. P. 30–31. (in Russian)
2. Devasya Ashwin, K. E. Vijayaprasad, Mahanthesh Taranath, Naveen Kumar Ramagoni, ets. Effect of Probiotic Containing Ice-cream on Salivary Mutans Streptococci (SMS) Levels in Children of 6–12 Years of Age: A Randomized Controlled Double Blind Study with Six-months Follow Up. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 2015. Vol. 9 (2). P. 6–9. DOI: 10.7860/JCDR/2015/ 10942.5532.
3. Korzhov R. P., Ponomarev A. N., Melnikova E. I., Bogdanova E. V. Selection of starter cultures for a kefir product with reduced allergenicity. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2015. No 4. P. 30–31. (in Russian)
4. Golubeva L. V., Pozhidaeva E. A., Popov E. S. Study of the kinetics of the frizzling process of mixtures for soft ice cream. *Khrenenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2012. No 5. P. 31–33. (in Russian)
5. Melnikova E. I., Popova E. E., Stanislavskaya E. B. Low-calorie ice cream with microparticulate whey proteins. *Pishchevaya promyshlennost'*. [Food industry], 2012. No 10. P. 60–61. (in Russian)
6. Tvorogova A. A., Kazakova N. V., Landikhovskaya A. V., Zakirova R. R., ets Low-calorie ice cream. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2017. No 3. P. 72–73. (in Russian)
7. García-Segovia P., Iborra-Bernad C., González-Carrascosa R., Barreto-Palacios V., ets. Replacing Sugar in Ice Cream: Fruit Up® as a Substitute. *Journal of Culinary Science & Technology*, 2013. Vol. 11, Issue 2. P. 155–164. DOI: org/10.1080/15428052.2013.769865.
8. Alizadeh M., Azizi-lalabadi M. and Kheirvari S. Physicochemical, Sensory, Rheological Properties and Glycemic Index of Fresh Date Ice Cream. *Journal of Scientific Research & Reports*, 2014. Vol. 3 (4). P. 621–629.

9. Рябцева С. А., Ахметов В. Р., Брацихина М. А. Кисломолочное мороженое с лактулозой. // Молочная промышленность, 2013. № 1. С. 76–77.
10. Мельникова, Е. И. Добавки-подсластители для создания новых продуктов / Е. И. Мельникова, С. И. Нифталиев, М. О. Фисенко, Е. В. Богданова. — Пищевая промышленность, 2011. № 11. С. 36–37.
11. Sawalea Pravin D., Shendursea Ashish M., Mohanb Maneesha S., Patilca G. R. Isomaltulose (Palatinose) — An emerging carbohydrate // Food Bioscience, 2017. Vol. 18. P. 46–52. DOI: 10.1016/j.fbio.2017.04.003.
12. Мельникова Е. И. Функционально-технологические свойства низкокалорийного плодово-ягодного мороженого / Е. И. Мельникова, С. А. Титов, Е. В. Богданова, О. А. Мурадова. // Хранение и переработка сельхозсырья, 2012. № 8. С. 33–35.
13. Bai Y., Böger M., Kaaij M. R., Woortman A. J. J., ets. *Lactobacillus reuteri* strains convert starch and maltodextrin to homoexopolysaccharides using an extracellular and cell-associated 4, 6- $\alpha$ -Glucanotransferase. // Journal of Agricultural Food Chemistry, 2016. Vol. 64 (14). P. 2941–2952. DOI: 10.1021/acs.jafc. 6b00714.
14. Божко О. Ю., Шувалева Г. П., Корнеева О. С. Изучение пребиотических свойств заменителя сахара изомальтулозы в условиях *in vitro*. // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы, 2014. № 1. С. 16–17.
15. Арсеньева Т. П. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 4. Мороженое. — СПб.: ГИОРД, 2002. 184 с.
16. Гофф Г. Д., Гартел Р. У. Мороженое. — СПб.: Профессия, 2016. 540 с.
17. Евразийский патент № 19282. Применение изомальтулозы для повышения устойчивости к окислению легкоокисляемых компонентов пищевых продуктов, кормов, косметических средств и фармацевтических препаратов / Ковальчик Й., Хаусманнс Ш., Паль Р. — Опубликовано 28.02.2014.
9. Ryabtseva S. A., Akhmetov V. R., Bratsikhina M. A. Sour-milk ice cream with lactulose. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2013. No 1. P. 76–77. (in Russian)
10. Melnikova E. I. Additives-sweeteners for creating of a new products. / E. I. Melnikova, S. I. Niftaliev, M. O. Fisenko, E. V. Bogdanova. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2011. No 11. P. 36–37. (in Russian)
11. Sawalea Pravin D., Shendursea Ashish M., Mohanb Maneesha S., Patilca G. R. Isomaltulose (Palatinose) — An emerging carbohydrate. *Food Bioscience*, 2017. Vol. 18. P. 46–52. DOI: 10.1016/j.fbio.2017.04.003.
12. Melnikova E. I. Functional and technological properties of low-calorie fruit and berry ice cream [Text] / E. I. Melnikova, S. A. Titov, E. V. Bogdanova, O. A. Muradova. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2012. No 8. P. 33–35. (in Russian)
13. Bai Y., Böger M., Kaaij M. R., Woortman A. J. J., ets. *Lactobacillus reuteri* strains convert starch and maltodextrin to homoexopolysaccharides using an extracellular and cell-associated 4, 6- $\alpha$ -Glucanotransferase. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 2016. Vol. 64 (14). P. 2941–2952. DOI: 10.1021/acs.jafc. 6b00714.
14. Bozhko O. Yu., Shuvaeva G. P., Korneeva O. S. Study of the prebiotic properties of the isomaltulose sugar substitute in conditions *in vitro*. *Ratsional'noe pitanie, pishchevye dobavki i biostimulyatory* [Rational nutrition, nutritional supplements and biostimulants], 2014. No 1. P. 16–17. (in Russian)
15. Arseneva T. P. Directory of the technologist of dairy production. Technology and recipes. Vol. 4. Ice cream. SPb.: GIORD, 2002. 184 p. (in Russian)
16. Goff G. D., Gartel R. U. Ice cream. SPb.: Professiya, 2016. 540 p. (in Russian)
17. Evraziyskiy patent № 19282. The using of isomaltulose for increasing of the resistance to oxidation of easily oxidized components of food, feed, cosmetics and pharmaceuticals / Koval'chik Y., Khausmanns Sh., Pal' R. — Opublikovano 28.02.2014. (in Russian)

### Сведения об авторах

#### Богданова Екатерина Викторовна

к.т. н., доцент кафедры технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, 394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19, ek-v-b@yandex.ru

#### Пономарев Аркадий Николаевич

д.т.н., профессор, зав. кафедрой технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, 394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19, secretar@molvest.ru

#### Мельникова Елена Ивановна

д.т. н., профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, 394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19, melnikova@molvest.ru.

#### Самойленко Арина Владимировна

магистрант кафедры технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, 394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19, arina\_samoilienko@mail.ru.

### Information about authors

#### Bogdanova Ekaterina Viktorovna

Ph.D., associate Professor of Department of Chair of Foodstuff Technology from Animal Origin of Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, 394036, Voronezh, Revolyutsii av., 19, ek-v-b@yandex.ru

#### Ponomarev Arcadii Nikolaevich

D. Sc., professor, head of the Department Chair of Foodstuff Technology from Animal Origin of Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, 394036, Voronezh, Revolyutsii av., 19, secretar@molvest.ru.

#### Melnikova Elena Ivanovna

D. Sc., professor of Department Chair of Foodstuff Technology from Animal Origin of Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, 394036, Voronezh, Revolyutsii av., 19, melnikova@molvest.ru.

#### Samoylenko Arina Vladimirovna

Postgraduate student of Department Chair of Foodstuff Technology from Animal Origin of Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, 394036, Voronezh, Revolyutsii av., 19, arina\_samoilienko@mail.ru.