https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-109-116
УДК 663.674

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ МОЛОЧНОГО МОРОЖЕНОГО

**А. А. Творогова*, Т. В. Шобанова, А. В. Ландиховская, Р. Р. Закирова**

*Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, Россия, г. Москва, ул. Костякова, 12*

**e-mail: antvorogova@yandex.ru*

*Дата поступления в редакцию: 22.03.2018*
*Дата принятия в печать: 21.05.2018*

*© А. А. Творогова, Т. В. Шобанова, А. В. Ландиховская, Р. Р. Закирова, 2018*

**Аннотация.** Приводятся результаты исследований по совершенствованию композиционного состава молочного мороженого, в наибольшей степени соответствующего требованиям, предъявляемым к продуктам для здорового питания (с удовлетворительной пищевой ценностью), с целью достижения кремообразной консистенции и высокой дисперсности структурных элементов, характерных для продуктов с более высокими массовыми долями жира и сухих веществ. Актуальность исследований определяет общемировая тенденция производства продуктов здорового питания, развиваемая в нашей стране рядом законодательных документов. Целью исследований являлась разработка на базе композиционного состава молочного мороженого продукта пониженной калорийности с высокими органолептическими показателями, в т. ч. по состоянию структуры. В рамках научной работы применялись современные методы исследований: реологические, микроструктурные, термостатирования и фотосъемки. Аналитически и экспериментально обосновано применение низкокалорийной пищевой добавки полидекстрозы, повышающей ощущение жирности в продуктах питания и не оказывающей отрицательного влияния на технологический процесс производства мороженого. Экспериментально подтверждена возможность совершенствования структуры продукта путем применения синергетических композиций: эмульгаторов на основе дистиллированных моноглицеридов и эфиров полиглицерина и жирных кислот и стабилизаторов с доминированием камеди рожкового дерева, способствующей формированию мелких кристаллов льда. Указанные композиции эмульгаторов и стабилизаторов при совместном применении с полидекстрозой позволили достичь в молочном мороженом технологически значимых результатов: увеличить эффективную вязкость смесей, обеспечить высокую формо- и термоустойчивость и получить высокую дисперсность кристаллов льда. Принятые технические решения положительно отразились на состоянии консистенции и структуры молочного мороженого усовершенствованного состава.

**Ключевые слова.** Молочное мороженое, здоровое питание, синергетические композиции, эмульгаторы, стабилизаторы, полидекстроза

**Для цитирования:** Совершенствование композиционного состава и структуры молочного мороженого / А. А. Творогова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. – С. 109–116. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-109-116.

# MILK ICE CREAM COMPOSITION AND STRUCTURE IMPROVEMENT

**A.A. Tvorogova*, T.B. Shobanova, A.V. Landikhovskaya, R.R. Zakirova**

*All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, 12, Kostyakova Str., Moscow, 127422, Russia*

**e-mail: antvorogova@yandex.ru*

*Received: 22.03.2018*
*Accepted: 21.05.2018*

*© A.A. Tvorogova, T.B. Shobanova, A.V. Landikhovskaya, R.R. Zakirova, 2018*

**Abstract.** The work reveals the results of the study devoted to milk ice cream composition improvement in order to meet the requirements for healthy foods (with satisfactory nutritional value) to the fullest extent and to obtain creamy consistency as well as high dispersity of structural elements typical for products with high mass fractions of fat and dry substances. The significance of the research is determined by the worldwide trend in the production of healthy foods which is developed in our country by a number of legislative documents. The purpose of the research was to develop on the basis of the composition a milk ice cream product with low energy value and high organoleptic parameters including the state of its structure. Within the framework of the given research the author used such modern research methods as rheological, microstructural and thermostating ones as well as photographic survey method. The author justified analytically and experimentally the use of such food additive as polydextrose having low energy value. It increases the feeling that food product has high fat content and it does not have any negative effect on ice cream production process. The possibility of improving the product structure using synergistic compositions such as emulsifiers based on distilled monoglycerides and polyglycerol and fatty acids esters as well as stabilizers containing mainly locust bean gum which promotes the formation of small ice crystals was confirmed experimentally. The mentioned compositions of emulsifiers and stabilizers when used with polydextrose made it possible to

achieve technologically significant results in milk ice cream production. They increased the effective viscosity of the mixtures, provided high form and thermal stability, and made it possible to get high dispersion of ice crystals. The accepted technological solutions had positive effect on the consistency and structure of milk ice cream with improved composition.

**Keywords**. Milk ice cream, healthy food, synergistic compositions, emulsifiers, stabilizers, polydextrose

**For citation:** Tvorogova A.A., Shobanova T.B., Landikhovskaya A.V., et al. Milk ice cream composition and structure improvement. *Food Processing: Techniques and Technology,* 2018, vol. 48, no. 2, pp. 109–116 (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-109-116.

**Введение**

Развивающиеся тенденции к здоровому образу жизни обусловливают разработку новых разновидностей мороженого функциональной направленности, в т. ч. с невысокой массовой долей жира, с пониженным содержанием сахара, обогащенных про- и пребиотиками, пищевыми волокнами и пр.

В нашей стране производство продуктов для здорового питания регламентируется рядом законодательных документов [1–4], в т. ч. Стратегией повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 г. [5], утвержденной Распоряжением Правительства № 1364-р от 29 июня 2016 г. В соответствии со Стратегией приоритетными направлениями производства пищевой продукции являются:

– обеспечение полноценного питания;
– профилактика заболеваний;
– увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения [19].

Мороженое с невысокой массовой долей жира, в частности молочное, в наибольшей степени соответствует требованиям, предъявляемым к продуктам для здорового питания, однако содержит высокую массовую долю влаги (около 70 %), поэтому при замораживании в нем формируются органолептически ощутимые кристаллы льда. Одним из направлений совершенствования органолептических показателей молочного мороженого является увеличение массовой доли сухих веществ в продукте путем применения продуктов переработки крахмала: глюкозы, глюкозных сиропов, мальтодекстринов. Но данные продукты не позволяют значительно снизить калорийность мороженого, с этой целью предпочтительнее использовать ингредиенты с пониженной калорийностью – пищевые волокна (инулин, полидекстрозу) [17, 18].

Целью исследований являлось усовершенствование композиционного состава традиционного молочного мороженого для получения конечного продукта с кремообразной консистенцией и с высокой дисперсностью структурных элементов в процессе производства и хранения [16].

**Объекты и методы исследования**

Объектами исследования в работе являлись: молочное мороженое с массовой долей жира 4 %, полидекстроза, стабилизаторы (гуаровая камедь, каррагинан, камедь рожкового дерева, альгинат Na и др.), эмульгаторы (дистиллированные моноглицериды, эфиры полиглицерина и жирных кислот) [20]. Все добавки разрешены к применению на территории Российской Федерации в соответствии с ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

В рамках научной работы применялись следующие методы исследований: реологические, микроструктурные, термостатирования и фотосъемки [9].

Все опытные образцы мороженого исследовались на экспериментальном стенде ВНИХИ по следующим показателям:

– вязкость смеси до и после созревания;
– формо- и термоустойчивость готового продукта;
– дисперсность кристаллов льда в мороженом по показателям «средний размер» и «содержание кристаллов льда до 50 мкм» [11].

Вязкость определяли с помощью реотеста Brookfield DV-II+Pro (США) с программным обеспечением Rheocalc V3.1-1.

Изучение дисперсности кристаллов продукта проводили в соответствии с методикой, разработанной ВНИХИ. Исследование включало подготовку пробы, целью которой являлось максимальное удаление воздуха из продукта. Исследования проводили в условиях низких температур с использованием термокриостолика PE 120. Образец исследовали в проходящем свете микроскопа Olympus CX 41 (Япония). С помощью встроенной фотокамеры фиксировали фотоизображение. Исследования проводили при увеличении x100. Дисперсность структурных элементов определяли с помощью программы ImageScope M не менее чем в трех повторностях [6].

Формо- и термоустойчивость мороженого определяли в соответствии с методикой, утвержденной ВНИХИ, с использованием суховоздушного термостата ТСО-1/80 СПУ (Россия) с постоянно заданной температурой (20 ± 0,5) °С и цифрового фотоаппарата для фиксирования внешнего вида образцов в заданные промежутки времени с начала термостатирования. Пробы мороженого отбирались из камеры хранения с температурой −18 °С. При определении термоустойчивости учитывали массовую долю плава в определенные временные промежутки. Исследования проводили параллельно в двух повторностях.

**Результаты и их обсуждение**

В результате аналитических исследований установлено, что в соответствии с требованиями НИИ питания РАН значительная часть составных частей мороженого позволяет относить его к продукту с удовлетворительной пищевой ценностью (табл. 1) [7].

Таблица 1 – Содержание пищевых веществ в 100 г молочного и сливочного мороженого

Table 1 – Nutrients content in 100 g of milk ice cream and creamy ice cream

| Пищевые вещества | Содержание пищевых веществ в 100 г продукта | | |
|---|---|---|---|
| | удовлетворительное по рекомендациям НИИ питания РАН | молочное мороженое | сливочное мороженое |
| Белок, г | 1,5–7,5 | 3,7 | 3,7 |
| Жиры, г | 1,7–8,3 | 3,9 | 10,3 |
| Насыщенные жирные кислоты, г | 0,5–2,5 | 2,2 | 6,3 |
| Полиненасыщенные жирные кислоты, г | 5,0–17,0 | 0,9–1,6 | 2,5–4,5 |
| Холестерин, г | 6–30 | 10 | 29 |
| Углеводы, г | 7,4–37 | 21 | 19,5 |
| Натрий, мг | 48–240 | 51 | 50 |
| Калий, мг | 70–350 | 148 | 156 |
| Кальций, мг | 50–100 | 136 | 148 |
| Магний, мг | 8–40 | 17 | 22 |

Из табл. 1 следует, что удовлетворительной пищевой ценностью по показателю «содержание жира» характеризуется мороженое при массовой доле жира не более 8,3 %, что дает предпосылки для создания маложирных разновидностей продукта, к которым относится молочное мороженое. Кроме того, молочное мороженое относится к указанной категории по содержанию холестерина, калия, магния, а по содержанию кальция превосходит уровень продуктов с удовлетворительной пищевой ценностью. Таким образом, был обоснован выбор этого продукта в качестве объекта для совершенствования композиционного состава мороженого, соответствующего не только критериям продуктов для здорового питания, но и обеспечивающего состояние структуры и консистенции разновидностей мороженого с более высокой массовой долей жира. Этот продукт может являться основой для создания новых рецептур продуктов функциональной направленности, востребованных населением.

Обосновано с целью снижения калорийности продукта использовать полидекстрозу, что позволяет несколько снизить содержание сахарозы, а при использовании интенсивных подсластителей вообще отказаться от нее. Это позволит употреблять продукт людям, страдающим от ожирения или сахарного диабета.

При использовании полидекстрозы в мороженом принимается во внимание то, что она относится к пищевым волокнам [10, 14], не расщепляется ферментами пищеварительной системы и не подвержена кислотному гидролизу. Утилизируется в толстом кишечнике с образованием короткоцепочечных жирных кислот, при усвоении которых выделяется 1 ккал/г. Существуют данные о пребиотических свойствах полидекстрозы (влияние на рост бифидобактерий).

Имея низкий гликемический индекс, полидекстроза входит в рацион питания людей, страдающих сахарным диабетом.

По технологическим характеристикам полидекстроза заметно не отличается от сахарозы и успешно заменяет ее в рецептурах. Важной особенностью полидекстрозы является ее способность создавать ощущение жирности продукта, что позволяет применять ее в низкожирных продуктах, получая при этом полноценный вкус.

При разработке композиционного состава мороженого исходили из цели снижения калорийности. В связи с этим массовая доля жира в продукте была установлена на уровне не более 4 %.

При определении минимальной массовой доли жира учитывали необходимость поддержания в продукте массовой доли сухих веществ молока не менее 40 %. В частности, при массовых долях сухих веществ в мороженом 32 % и СОМО 10 % массовая доля жира в нем не может быть менее 2,8 %.

Принимали во внимание также то, что массовая доля сахарозы должна обеспечить сладкий вкус продукта. Известно, что предела достаточной сладости в мороженом можно достичь при содержании сахарозы 12 %. Учитывая, что создать кремообразную консистенцию и структуру продукта при массовой доле жира 4 % чрезвычайно трудно, решено было повысить содержание сухих веществ в мороженом до 32 % вместо 29–30 % в традиционных разновидностях. Применение полидекстрозы позволило повысить содержание сухих веществ мороженого и восполнить ощущение недостаточного количества жира в продукте [8].

С целью формирования кремообразной консистенции и структуры продукта без органолептически ощутимых кристаллов льда были разработаны синергетические композиции эмульгаторов и стабилизаторов [15]. Для стабилизации структуры использовали комплексный стабилизатор-эмульгатор на основе эмульгаторов дистиллированных моноглицеридов и эфиров полиглицерина и жирных кислот. Эта композиция обеспечивает высокую термо- и формоустойчивость мороженого [12, 13].

В качестве стабилизаторов использовалась композиция с преобладанием в своем составе камеди рожкового дерева. Известно, что ее применение в стабилизационной системе позволяет

получить высокую дисперсность кристаллов льда. Состав молочного мороженого соответствовал приведенному ниже:

– массовая доля сухих веществ, %, не менее 32,5;
– молочного жира, %, 4,0;
– СОМО, %, 10,0;
– сахарозы, %, не более 13,0;
– полидекстрозы, %, не более 5,0;
– стабилизатора-эмульгатора, %, не менее 0,55.

На основе разработанного композиционного состава были изготовлены и исследованы экспериментальные партии молочного мороженого. В качестве контрольного образца использовали молочное мороженое традиционного состава с эффективной стабилизационной системой. Проведена количественная оценка эффективной вязкости смеси после созревания (рис. 1).

По данным рис. 1 видно, что вязкость смеси в образце № 1 (с усовершенствованным композиционным составом) после созревания выше вязкости смеси с традиционным стабилизатором (на основе гуаровой камеди, камеди рожкового дерева и каррагинана) в 1,25 раза. Увеличение вязкости смеси в образце № 1 в процессе созревания в 1,35 раза (в смеси для контрольного образца – в 1,12 раза) свидетельствует о технологической функциональности (положительном влиянии на жировую фазу) синергетической композиции эмульгаторов. Следует отметить, что в соответствии с базой данных ВНИХИ, вязкость смеси для мороженого усовершенствованного состава после созревания (396 мПа·с) значительно не отличается от вязкости смеси для традиционного мороженого пломбир (чаще всего 400–450 мПа·с).

Различия в вязкости смесей после созревания сильно не сказались на их способности к насыщению воздухом, но повлияли на термо- и формоустойчивость продукта. Без принудительной подачи воздуха взбитость образца № 1 с полидекстрозой составила 94 %, контрольного образца – 92 %. По показателям «формо- и термоустойчивость» образец с полидекстрозой и синергетическими композициями эмульгаторов и стабилизаторов превосходил контрольный образец (рис. 2 и 3).

Как следует из данных, приведенных на рис. 3, массовые доли плава в образце № 1 с синергетической композицией и контрольном образце через 60 мин с начала выдерживания в термостате при 20 °С отличались в 2,8 раза, а через 90 мин – в 1,5 раза.

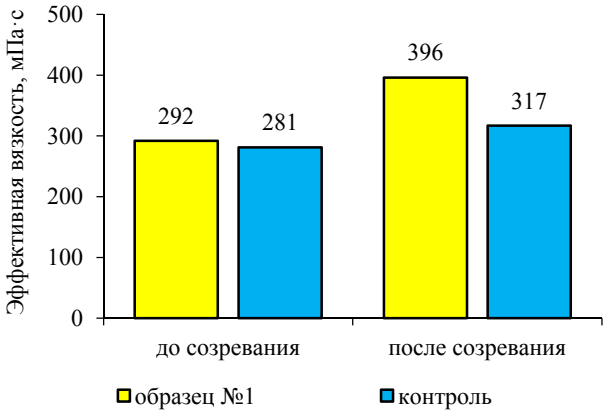



Рисунок 1 – Эффективная вязкость смесей для молочного мороженого при градиенте сдвига на срез 0,53 $с^{-1}$

Figure 1 – Effective viscosity of the mixtures for milk ice cream at shear gradient at cut 0.53 s-1

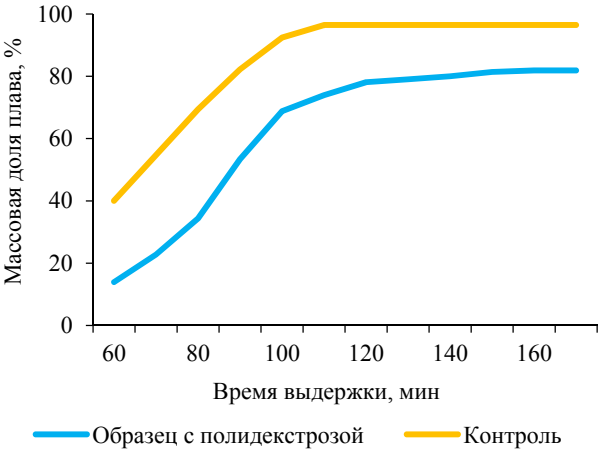
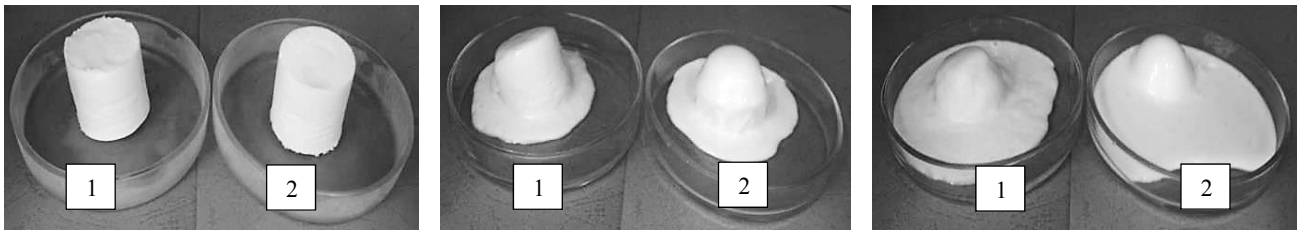



Рисунок 3 – Сравнительная диаграмма скорости таяния

Figure 3 – Melting rate discrimination chart




а) через 0 мин б) через 30 мин в) через 40 мин

Рисунок 2 – Состояние образцов молочного мороженого при выдерживании в термостате при температуре 20 °С: 1 – образец с полидекстрозой; 2 – контроль

Figure 2 – Condition of milk ice cream samples during holding in thermostat at 20 °C: 1 – sample with polydextrose; 2 – control sample

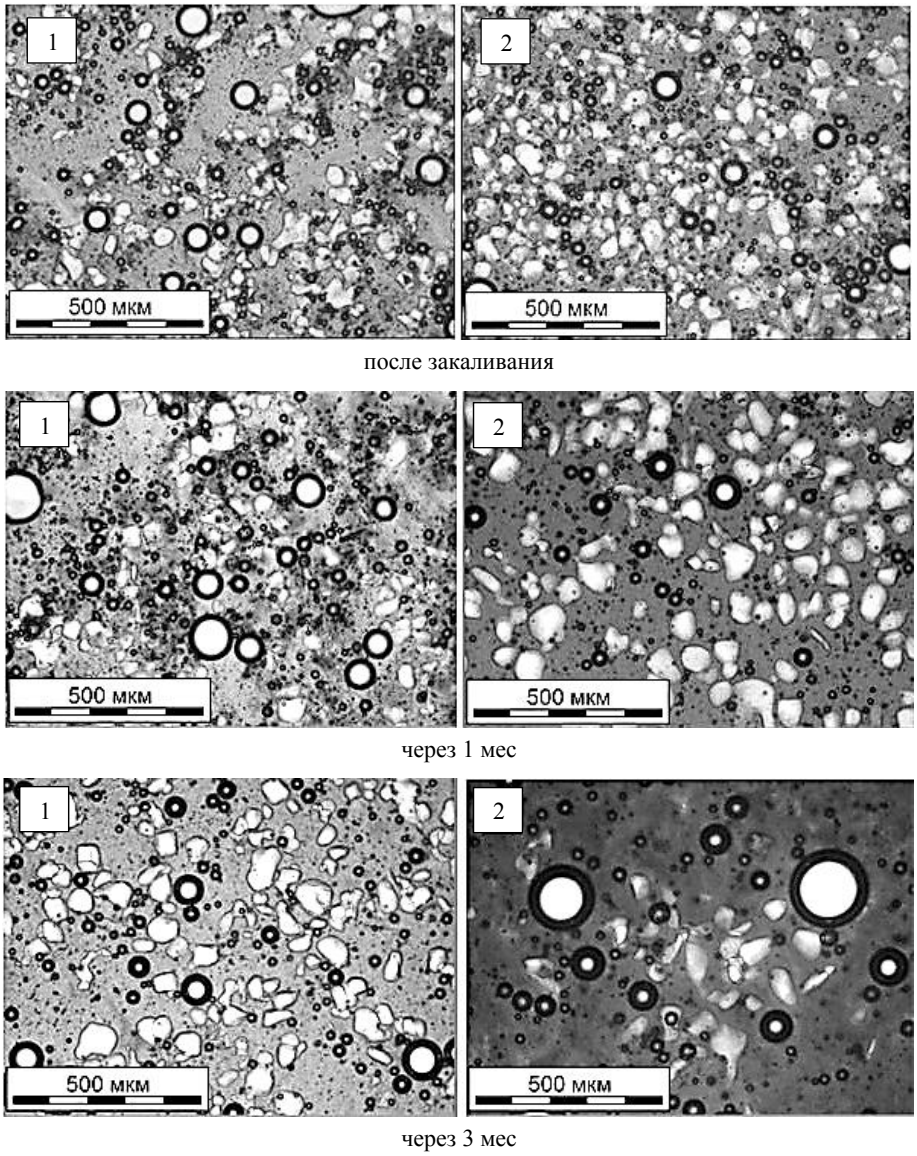



Рисунок 4 – Состояние кристаллов льда в образцах молочного мороженого: 1 – образец с полидекстрозой; 2 – контроль

Figure 4 – Condition of ice crystals in milk ice cream samples: 1 – sample with polydextrose; 2 – control sample

В ходе исследований установлено, что в молочном мороженом усовершенствованного состава формируется высокая дисперсность кристаллов льда (рис. 4).

Полученные фотоизображения свидетельствуют о более высокой дисперсности кристаллов льда в мороженом при использовании полидекстрозы и синергетических композиций стабилизаторов и эмульгаторов. Рост кристаллов в молочном мороженом усовершенствованного состава в процессе хранения происходил медленнее по сравнению с контрольным образцом.

При количественной оценке дисперсности установлено, что средний размер кристаллов льда в молочном мороженом усовершенствованного состава характеризуется величиной 44 мкм, через 1 месяц хранения – 49 мкм, через 3 месяца хранения – 61 мкм, в контрольном образце – 43, 60 и 70 мкм соответственно.

О более высокой дисперсности кристаллов льда в образце № 1 по сравнению с контрольным образцом свидетельствуют данные по распределению кристаллов льда по размерам до 50 и 70 мкм (рис. 5).

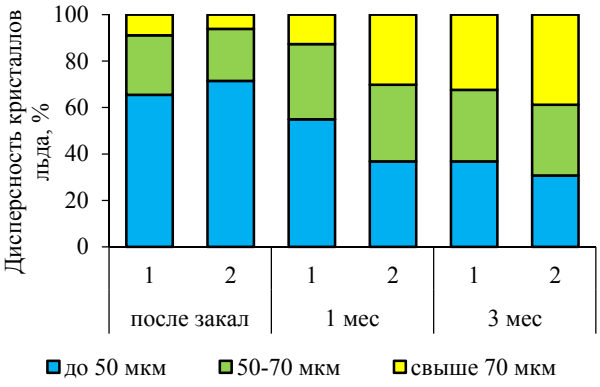



Рисунок 5 – Дисперсность кристаллов льда в образцах молочного мороженого: 1 – образец с полидекстрозой; 2 – контроль

Figure 5 – Dispersion of ice crystals in milk ice cream samples: 1 – sample with polydextrose; 2 – control sample

При проведении органолептической оценки в образце молочного мороженого усовершенствованного состава были отмечены, по сравнению с контрольным образцом, ощущения более высокой жирности и кремообразности и отсутствие органолептически ощутимых кристаллов льда.

**Выводы**

На основании проведенных исследований аналитически обоснован и разработан композиционный состав молочного мороженого, по массовой доле сухих веществ соответствующий сливочному мороженому. Экспериментально подтверждена эффективность специально разработанной композиции стабилизаторов-эмульгаторов и полидекстрозы, позволяющей избежать недостатков, свойственных молочному мороженому с традиционной стабилизационной системой, например органолептически ощутимых кристаллов льда и низкого сопротивления таянию. Таким образом, показано, что молочное мороженое может быть базой для создания предприятиями отрасли широкого ассортимента маложирных продуктов с высокими качественными показателями.

**Список литературы**

1. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. – Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 дек. 2011 г. № 880. – СПб. : ГИОРД, 2015. – 176 с.

2. ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки [Электронный вариант]. – Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 дек. 2011 г. № 881. – 29 с. – Режим доступа: http://webportalsrv.gost.ru/portal/GostNews.nsf/acaf7051ec840948c22571290059c78f/9fe752e7e38cc18e44257bde0024e7d4/$FILE/TR_TS_022-2011_text.pdf. – Дата доступа: 20.02.2018.

3. ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок ароматизаторов и технологических вспомогательных средств [Электронный вариант]. – Прин. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 г. № 58. – Режим доступа: http://www.tsouz.ru/eek/RSEEK/RSEEK/SEEK8/Documents/P_58.pdf. – Дата доступа: 10.02.2018.

4. ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции [Электронный вариант]. – Прин. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 окт. 2013 г. № 67. – Режим доступа: http://www.eurotest.ru/upload/iblock/dfb/dfb7eea482f8a20e548edead87b038f3.pdf. – Дата доступа: 10.02.2018.

5. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года : Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016. № 1364-р. – Собрание законодательства РФ. – 2016. – № 28. – Ст. 4758.

6. Творогова, А. А. Объективная оценка замороженных взбитых фруктовых десертов по состоянию кристаллов льда / А. А. Творогова, П. Б. Чижова // Холодильная техника. – 2013. – № 2. – С. 58–60.

7. Химический состав пищевых продуктов, используемых в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://web.ion.ru/food/FD_tree_grid.aspx. – Дата обращения: 26.02.2018.

8. Мороженое пониженной калорийности / А. А. Творогова [и др.] // Молочная промышленность. – 2017. – № 3. – С. 72–73.

9. Гофф, Г. Д. Мороженое / Г. Д. Гофф, Р. У. Гартел. – 7-е изд. – СПб. : Профессия. – 2016. – 540 с.

10. Филимонова, А. В. Современные тенденции конструирования композиций с функциональными свойствами / А. В. Филимонова, А. С. Гаврилов, О. Н. Зуева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – № 5. – С. 43–52.

11. Online ice crystal size measurements during sorbet freezing by means of the focused beam reflectance measurement (FBRM) technology. Influence of operating conditions / M. Arellano [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2012. – № 2. – P. 351–359. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.05.016.

12. Jagdish, K. S. Utilization of guar gum as stabilizer in ice cream / K. S. Jagdish, S. A. Arvind, R. B. Ashok // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2015. – Vol. 4 (1). – P. 284–287.

13. Optimization of functional properties of three stabilizers and κ-carrageenan in ice cream and study of their synergism / M. Bahram Parvar [et al.] // Journal of Agricultural Science and Technology. – 2013. – Vol. 15 (4). – P. 757–769.

14. Westenbrink, S. Dietary fibre: challenges in production and use of food composition data / S. Westenbrink, K. Brunt, J.-W. van der Kamp // Food Chemistry. – 2013. – Vol. 140 (3). – P. 562–567. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.029.

15. Soad, H. T. Quality characteristics of ice milk prepared with combined stabilizers and emulsifiers blends / H. T. Soad, A. M. Mehriz, M. A. Hanafy // International Food Research Journal. – 2014. – Vol. 21 (4). – P. 1609–1613.

16. Mahdian, E. Effects of fat replacers and stabilizers on rheological, physicochemical and sensory properties of reduced-fat ice cream / E. Mahdian, R. Karazhian // Journal of Agricultural Science and Technology. – 2013. – Vol. 15 (6). – P. 1163–1174.

17. Pintor, A. Optimization of fat-reduced ice cream formulation employing inulin as fat replacer via response surface methodology / A. Pintor, P. Severiano-Pérez, A. Totosaus // Food Science and Technology International. – 2014. – Vol. 20 (7). – P. 489–500. https://doi.org/10.1177/1082013213493100.

18. Аймесон, А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи / под ред. А. Аймесона ; пер. с англ. С. В. Макарова. – СПб. : Профессия. – 2012. – 408 с.

19. Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания / под ред. В. А. Тутельяна, А. П. Нечаева. – М. : ДеЛи плюс. – 2014. – 520 с.

20. Сарафанова, Л. А. Пищевые добавки. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : ГИОРД. – 2004. – 808 с.

**References**

1. *TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoy produktsii* [Technical Regulation of Customs Union 021/2011. On Food Safety]. Approved by the Decision of the Commission of the Customs Union on December, 9, 2011. No. 880. St. Petersburg: GIORD Publ., 2015. 176 p.

2. *TR TS 022/2011. Pishchevaya produktsiya v chasti ee markirovki* [Technical regulations of the Customs Union. Food products in terms of its labeling]. 29 p. Available at: http://webportalsrv.gost.ru/portal/GostNews.nsf/acaf7051ec840948c22571290059c78f/9fe752e7e38cc18e44257bde0024e7d4/$FILE/TR_TS_022-2011_text.pdf/. (accessed 20 February 2018).

3. *TR TS 029/2012. Trebovaniya bezopasnosti pishchevykh dobavok aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatel'nykh sredstv»* [Technical Regulations of the Customs Union. Safety Requirements for food additives, flavoring agents and technological processing aids]. Available at: http://www.tsouz.ru/eek/RSEEK/RSEEK/SEEK8/Documents/P_58.pdf. (accessed 10 February 2018).

4. *TR TS 033/2013. O bezopasnosti moloka i molochnoy produktsii* [Technical regulations of the Customs Union. On milk and dairy products safety]. Available at: http://www.eurotest.ru/upload/iblock/dfb/dfb7eea482f8a20e548edead87b038f3.pdf. (accessed 10 February 2018).

5. *Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii* ot 29.07.16 № 1364-r «*Strategiya povysheniya kachestva pishchevoy produktsii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda»* [Resolution of the Government of the Russian Federation "The Strategy of improving foods quality in the Russian Federation until 2030"].

6. Tvorogova A.A., Chizhova P.B. Ob''ektivnaya otsenka zamorozhennykh vzbitykh fruktovykh desertov po sostoyaniyu kristallov l'da [Objective estimation of frozen whipped fruit desserts based on ice crystals state]. *Kholodil'naya tekhnika* [Kholodil'naya Tekhnika], 2013, no. 2, pp. 58–60.

7. *Khimicheskiy sostav pishchevykh produktov, ispol'zuemykh v Rossiyskoy Federatsii* [Chemical composition of food products used in the Russian Federation]. Available at: http://web.ion.ru/food/FD_tree_grid.aspx. (accessed 26 February 2018).

8. Tvorogova A.A., Kazakova N.V., Landikhovskaya A.V., Zakirova R.R., Pivtsaeva M.M. Morozhenoe ponizhennoy kaloriynosti [The ice-cream of reduced caloric value]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2017, no. 3, pp. 72–73.

9. Goff G.D., Gartel R.U. *Morozhenoe* [Ice Cream]. 7th ed. St.Petersburg: Professiya Publ., 2016. 540 p.

10. Filimonova A.V., Gavrilov A.S., Zueva O.N. Sovremennyye tendentsii konstruirovaniya kompozitsiy s funktsional'nymi svoystvami [Design of composition with functional properties: modern trends]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and Merchandising of the Innovative Foodstuff], 2016, no. 5, pp. 43–52.

11. Arellano M., Benkhelifa H., Flick D., Alvarez G. Online ice crystal size measurements during sorbet freezing by means of the focused beam reflectance measurement (FBRM) technology. Influence of operating conditions. *Journal of Food Engineering*. 2012, no. 2, pp. 351–359. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.05.016.

12. Jagdish K.S., Arvind S.A., Ashok R.B. Utilization of guar gum as stabilizer in ice cream. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences,* 2015, vol. 4(1), pp. 284–287.

13. Bahram Parvar M., Razavi S., Mazaheri Tehrani M., Alipour A. Optimization of functional properties of three stabilizers and κ-carrageenan in ice cream and study of their synergism. *Journal of Agricultural Science and Technology,* 2013, vol. 15(4), pp. 757–769.

14. Westenbrink S., Brunt K., van der Kamp J.-W. Dietary fibre: challenges in production and use of food composition data. *Food Chemistry*, 2013, vol. 140(3), pp. 562–567. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.029.

15. Soad H.T., Mehriz A.M., Hanafy M.A. Quality characteristics of ice milk prepared with combined stabilizers and emulsifiers blends. *International Food Research Journal,* 2014, vol. 21(4), pp. 1609–1613.

16. Mahdian E., Karazhian R. Effects of fat replacers and stabilizers on rheological, physicochemical and sensory properties of reduced-fat ice cream. *Journal of Agricultural Science and Technology,* 2013, vol. 15(6), pp. 1163–1174.

17. Pintor A., Severiano-Pérez P., Totosaus A. Optimization of fat-reduced ice cream formulation employing inulin as fat replacer via response surface methodology. *Food Science and Technology International,* 2014, vol. 20(7), pp. 489–500. https://doi.org/10.1177/1082013213493100.

18. Imeson A. ed. *Food stabilisers, thickeners and gelling agents.* Oxford, Blackwell Publishing Ltd, 2009. 368 p. (Russ. ed.: S.V. Makarov. Pishchevye zagustiteli, stabilizatory, geleobrazovateli. St.Petersburg, Professiya Publ., 2012. 408 p.).

19. Tutel'yan V.A., Nechaev A.P. eds. *Pishchevye ingredienty v sozdanii sovremennykh produktov pitaniya* [Food ingredients in modern food production]. Moscow: DeLi Plyus Publ., 2014. 520 p.

20. Sarafanova L.A. *Pishchevye dobavki* [Food additives]. 2nd ed. St.Petersburg: GIORD Publ., 2004. 808 p.

**Творогова Антонина Анатольевна**
д-р техн. наук, доцент, заместитель директора, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, Россия, г. Москва, ул. Костякова, 12, тел.: +7 (499) 976-09-63, e-mail: antvorogova@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0001-7293-9162

**Шобанова Татьяна Владимировна**
аспирант, младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, Россия, г. Москва, ул. Костякова, 12, тел.: +7 (495) 6108385, e-mail: tan4elka2@rambler.ru
https://orcid.org/0000-0001-6764-5020

**Antonina A. Tvorogova**
Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Deputy Director, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, 12, Kostyakova Str., Moscow, 127422, Russia, phone: +7 (499) 976-09-63, e-mail: antvogova@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0001-7293-9162

**Tatyana V. Shobanova**
Postgraduate Student, Junior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, 12, Kostyakova Str., Moscow, 127422, Russia, phone: +7 (499) 976-09-63, e-mail: tan4elka2@rambler.ru
https://orcid.org/0000-0001-6764-5020

**Ландиховская Анна Валентиновна**
младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, Россия, г. Москва, ул. Костякова, 12, тел.: +7 (495) 6108385, e-mail: anna.landih@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0001-5881-2309

**Закирова Румия Рустямовна**
младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, Россия, г. Москва, ул. Костякова, 12, тел.: +7 (495) 6108385, e-mail: zrr-vnihi@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-4455-7823

**Anna V. Landikhovskaya**
Junior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, 12, Kostyakova Str., Moscow, 127422, Russia, phone: +7 (495) 610-83-85, e-mail: anna.landih@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0001-5881-2309

**Rumiya R. Zakirova**
Junior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, 12, Kostyakova Str., Moscow, 127422, Russia, phone: +7 (495) 6108385, e-mail: zrr-vnihi@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-4455-7823