

# ВЛИЯНИЕ ЖИРОВОЙ ФАЗЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОРОЖЕНОГО ПЛОМБИР БЕЗ ЭМУЛЬГАТОРОВ

Шобанова Т.В., Творогова А.А.\*

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

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

мороженое пломбир, жировая фаза, эффективная вязкость, дисперсность структурных элементов, нуклеация.

Задача исследования состояла в определении технологической функциональности частиц молочного жира в части влияния на нуклеацию в мороженом пломбир с массовой долей молочного жира (м.ж.д.) не менее 15%. Работа проводилась с целью обоснования возможности производства мороженого без эмульгаторов — компонентов, влияющих на дестабилизацию жировой и стабилизацию воздушной фаз. В результате исследований установлено, что молочный жир при его содержании не менее 15% в мороженом, как структурный элемент системы, оказывает положительное влияние на эффективную вязкость, оптимальное значение которой необходимо для стабильного распределения структурных элементов в мороженом. Кроме того, частицы молочного жира в пломбире, вследствие их наличия в большем количестве, чем в других разновидностях мороженого из-за непрочной белково-липидной оболочки подвергаются частичному деэмульгированию и, следовательно, участвуют в стабилизации воздушной фазы, а также способствует зародышеобразованию кристаллов льда (нуклеации), что обеспечивает их высокую дисперсность. В качестве стабилизаторов структуры использованы продукты физической модификации, прочно удерживающие воду в структуре, в том числе и после температурных колебаний. Практическое значение исследования нашли при разработке технологии мороженого пломбир без эмульгаторов — продукте без пищевых добавок или с ограниченным их применением.

Original scientific paper

## INFLUENCE OF FAT PHASE ON TECHNOLOGICALLY IMPORTANT INDICATORS OF ICE CREAM PLOMBIR WITHOUT EMULSIFIERS

Tatyana V. Shobanova, Antonina A. Tvorogova\*

All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry —  
Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia

## KEY WORDS:

ice cream plombir, fat phase, effective viscosity, dispersity of structural elements, nucleation.

## ABSTRACT

The determination of the technological functionality of milk fat particles in terms of their effect on the nucleation in ice cream plombir with a mass fraction of milk fat of at least 15% was the aim of the study. This work was carried out to justify the possibility of producing ice cream without emulsifiers — components that stabilize the air phase. It has been established that milk fat, with content of at least 15% in the ice cream, as a structural element of the system, positively influences the effective viscosity, which optimal value is necessary for the distribution of structural elements in ice cream. Besides the particles of milk fat in plombir are partially demulsified and therefore are involved in the stabilization of the air phase because of their presence in a higher quantity if to compare with other types of ice cream due to its fragile protein-lipid shell. It promotes also the nucleation of ice crystals, thus ensuring their high dispersity. As stabilizers of the structure the products of physical modification are used, which firmly hold water in the structure, including after temperature fluctuations. The practical importance of the research was found in the development of ice cream plombir technology without the use of emulsifiers — a product without food additives or with a limited use of them.

## 1. Введение

В последние годы в нашей стране возродился интерес к потреблению мороженого пломбир с дополнительными требованиями — исключение или ограничение в составе продукта числа пищевых добавок. В мороженом обязательными пищевыми добавками являются эмульгаторы и стабилизаторы. Благодаря их совместному применению стало возможным использование современного оборудования, в частности, линий экструзионного типа, при использовании которых формоустойчивость порций при температуре минус 4–5 °С в отсутствие упаковки предопределяется управляемым процессом деэмульгирования жировой фазы. Отмеченное явление обусловлено функциональной ролью эмульгаторов [1].

Основная роль стабилизаторов в производстве мороженого — влияние на вязкость смеси. Все известные в производстве мороженого стабилизаторы структуры (за исключением желатина) являются пищевыми добавками. Использование стабилизаторов в производстве мороженого при отсутствии эмульгаторов приводит к снижению дисперсности воздушной фазы и сокращению сроков годности, что нежелательно с учетом сезонного спроса и при наличии больших объемов продукции в торговой сети [2,3,4]. В работах [4,5] обоснована возможность использования в качестве стабилизаторов их разновидностей, полученных методами физической модификации. Такие стабилизаторы, вследствие сохраняющейся при температурных колебаниях высокой гидрофильности,

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Шобанова Т.В., Творогова А.А. Влияние жировой фазы на технологически значимые показатели мороженого пломбир без эмульгаторов. *Пищевые системы*. 2018, 1(1):4–11. DOI: DOI:10.21323/2618-9771-2018-2-1-4-11

FOR CITATION: Shobanova T.V., Tvorogova A.A. Influence of fat phase on technologically important indicators of ice-cream plombir without emulsifiers. *Food systems*. 2018, 1(1):4–11. DOI:10.21323/2618-9771-2018-2-1-4-11

препятствуют снижению дисперсности кристаллов льда в процессе хранения.

В настоящее время в России производство пломбира составляет более 50% от общего объема производства мороженого. Учитывая это, актуальным является проведение исследований с целью научного обоснования и усовершенствования технологии данного продукта.

## 2. Материалы и методы

Объектами исследования являлись:

- смесь для мороженого пломбир с массовой долей жира (м.д.ж) 15% с пищевым волокном (ПВ) «SenseFi» в качестве стабилизатора, негомогенизированная и гомогенизированная (давление гомогенизации 1ст/2ст — 11/5 МПа);
- мороженое пломбир и смесь для его производства с м.д.ж. 15% с крахмалами физической модификации (КФМ) в качестве стабилизатора;
- мороженое пломбир и смесь для его производства с м.д.ж. 15% с эффективным стабилизатором-эмульгатором, в состав которого входят моно- и диглицериды жирных кислот (Е 471), камеди гуаровая (Е 412) и рожкового дерева (Е 410), и каррагенан (Е 407);
- ПВ «SenseFi» — натуральное пищевое волокно на основе продуктов переработки целлюлозы, модифицированных без использования химических реагентов;
- крахмалы серии «Novation» компании «Ingredion Holding LLC» (Германия) полученные из корней маниоки и модифицированные с помощью термомеханических режимов обработки.

Исследования проводились в лабораториях Всероссийского научно-исследовательского института холодильной промышленности — филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН.

Определение вязкости смесей осуществляли методом ротационной вискозиметрии на вискозиметре BrookField DV2+Pro (США) с программным обеспечением Rheocalc V3 1–1. Результаты получали с точностью не менее +/- 1% от используемого диапазона и воспроизводимостью не менее 0,2%.

Изучение состояния воздушной фазы, кристаллов льда и лактозы осуществлялось микроструктурным методом на микроскопе CX41RF (Япония) с программным управлением. Определяли размеры воздушных пузырьков, кристаллов льда и лактозы и рассчитывали их средние размеры. Для повышения точности и достоверности измерений для каждого образца получали и обрабатывали до 10 снимков. Полученные результаты экспериментов обрабатывали с помощью программы ImageScore.

Гомогенизация смеси осуществлялась на лабораторном двухступенчатом гомогенизаторе APV — 2000 (Дания) при температуре 85 °С и давлении на 1 ступени 7,0–14,0 МПа, на второй ступени — 3,0–5,0 МПа.

## 3. Результаты и обсуждения

При проведении исследований исходили из того, что дисперсность структурных элементов в мороженом при хранении предопределяется их исходным состоянием. Размер кристаллов льда зависит от числа центров зародышеобразования (нуклеации). Дисперсность воздушной фазы в значительной степени определяется дополнительной стабилизацией агломерированной жировой фазой [6]. Следовательно, управляя дисперсностью структурных элементов в мороженом можно путем регулирования процессов нуклеации и стабилизации воздушной фазы при оптимальной вязкости среды.

Экспериментально доказано, что в мороженом пломбир регулировать указанные процессы можно посредством дисперсности жировой фазы. Жировые частицы размером менее 2 мкм могут инициировать нуклеацию с образованием частиц больших размеров. Кроме того, при увеличении дисперсности жировых частиц при ограниченной по технологическим аспектам массовой доле сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) (источнике белка — стабилизатора воздушной фазы) толщина оболочки на частицах будет снижаться [7,8]. Следовательно, вероятность желательного процесса дестабилизации и агломерирования жировой фазы при увеличении ее массовой доли и повышении дисперсности увеличивается. Экспериментально установлено, что отмеченный эффект в наибольшей степени проявляется при массовой доле жира в мороженом 15% и более [9].

В результате экспериментальных исследований установлено влияние процесса гомогенизации смеси для мороженого пломбир на дисперсность жировой фазы и вязкость смеси, дисперсность кристаллов льда и воздушной фазы в мороженом при хранении.

Для оценки влияния гомогенизации на эффективную вязкость смеси и дисперсность жировых частиц были проведены исследования гомогенизированной и негомогенизированной смесей с ПВ (Табл. 1 и Рис. 1).

Таблица 1

Влияние процесса гомогенизации на эффективную вязкость смесей с ПВ

| Образец                      | Эффективная вязкость смеси, мПа·с |                                  |
|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                              | До созревания                     | После созревания в течение 18 ч. |
| 1 — гомогенизированная смесь | 495+/-10                          | 435+/-10                         |
| 2 — смесь без гомогенизации  | 49+/-3                            | 34+/-3                           |

Как следует из данных Табл. 1, в результате гомогенизации вязкость смеси увеличивается почти в 10 раз, что важно для стабильного распределения структурных элементов.

Средний диаметр жирового шарика после гомогенизации уменьшился в 3 раза первоначального и составил 1,7 мкм, в образце 2, соответственно, 5,6 мкм. В негомогенизированном образце присутствуют крупные и сгруппированные в кластеры жировые шарики (Рис. 1).

Наиболее достоверное представление о распределении жировых частиц по размерам дает графическая обработка результатов исследований (Рис. 2 и Рис. 3). На Рис. 2 приведены кривые распределения жировых частиц по размерам в образцах с гомогенизацией и без гомогенизации.

Графическая обработка осуществлялась при помощи программы Microsoft Excel. При построении графической зависимости использовалось не менее 300 экспериментально полученных значений размеров жировых частиц.

Как видно из данных Рис. 2, образец с гомогенизацией характеризуется наибольшим количеством мелких жировых частиц до 2 мкм по сравнению с образцом без гомогенизации. Пик синусоиды гомогенизированного образца приходится на значение 1,5 мкм, образца без гомогенизации — на 5,5 мкм.

В гомогенизированной смеси количество жировых шариков с размером 1,5 мкм составило 45,5%, а в образце без гомогенизации всего 2% (Рис. 3).

С учетом влияния массовой доли жира и его дисперсности на состояние кристаллов льда и воздушной фазы в мороженом пломбир экспериментально определено оптимальное давление гомогенизации смеси. При этом принималось во внимание состояние жировой фазы в смеси: средний диаметр частиц не должен превышать 2 мкм, допускались лишь единичные агломераты частиц (Табл. 2).

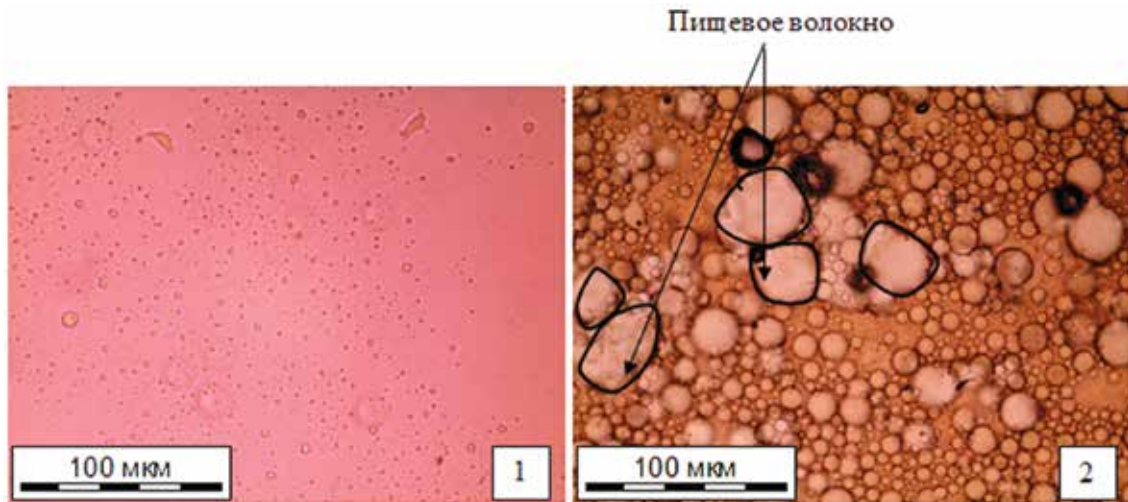


Рис. 1. Состояние жировой фазы в мороженом пломбир с ПВ с массовой долей жира 15%: 1 – с гомогенизацией; 2 – без гомогенизации

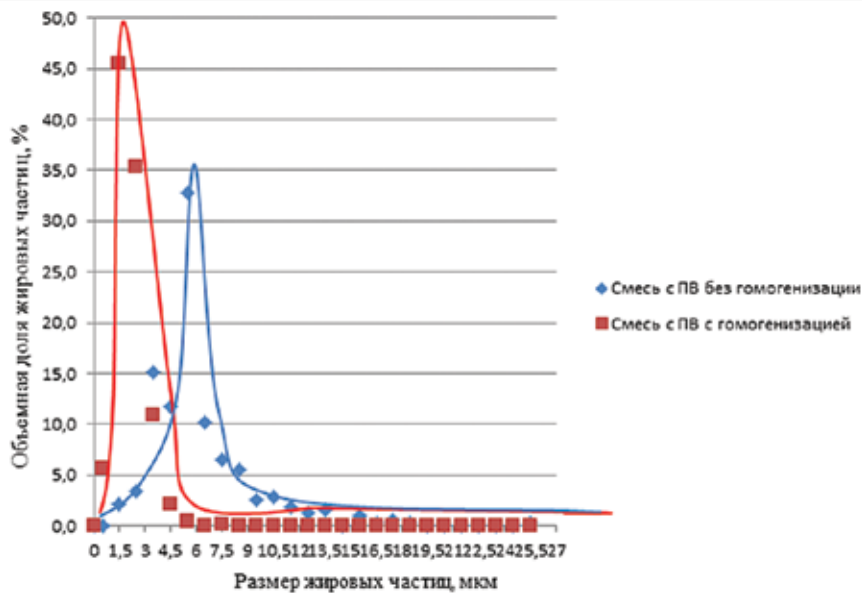


Рис. 2. Распределение жировых частиц по размерам в смесях для мороженого 15% жирности с ПВ

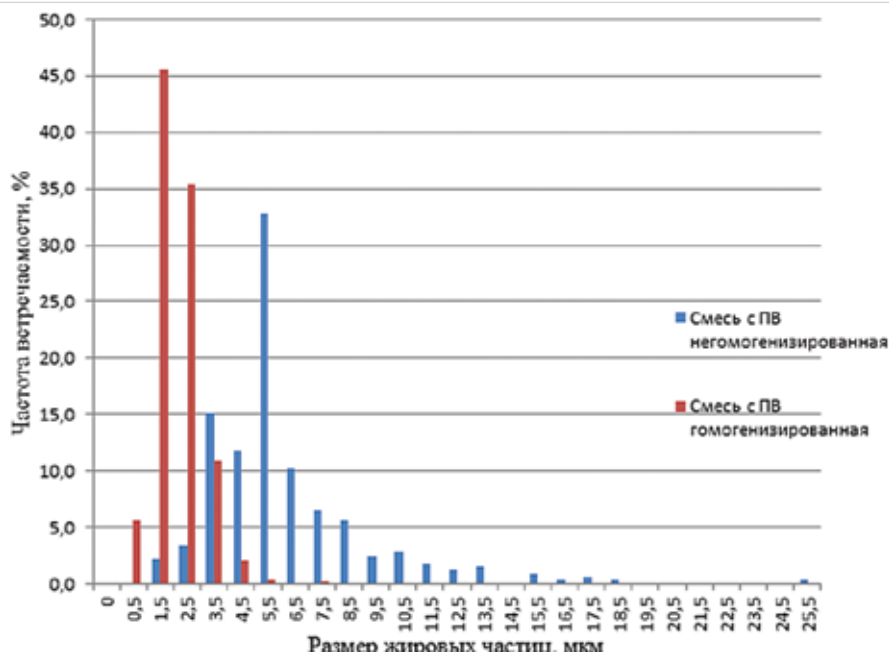


Рис. 3. Распределение жировых частиц по размерам в смесях для мороженого пломбир с массовой долей жира 15%

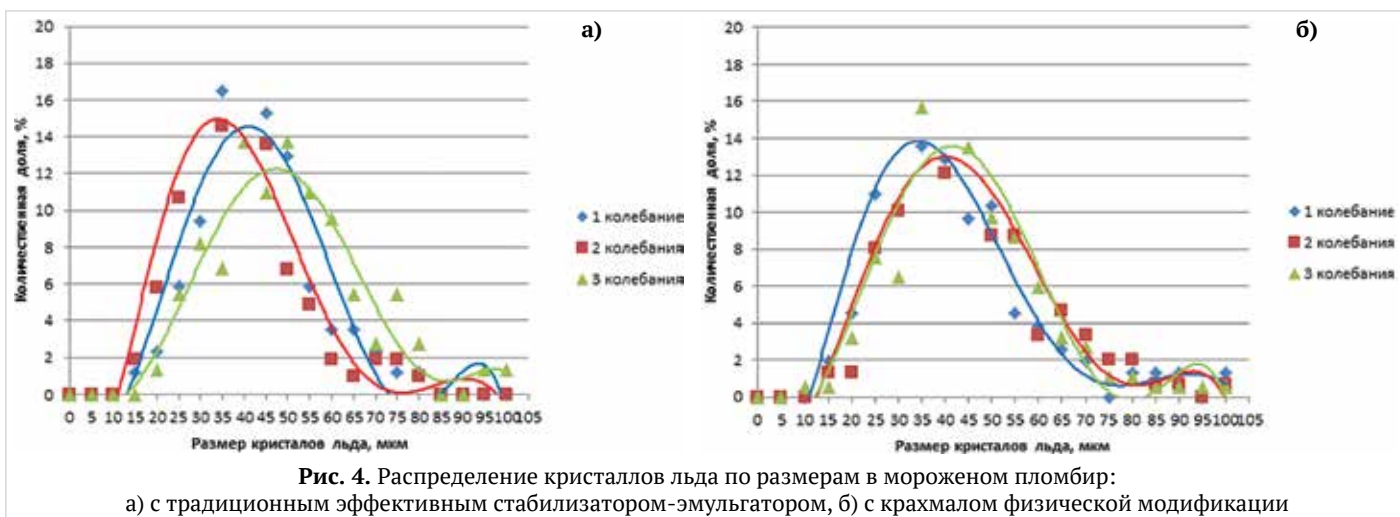


Рис. 4. Распределение кристаллов льда по размерам в мороженом пломбир: а) с традиционным эффективным стабилизатором-эмульгатором, б) с крахмалом физической модификации

Таблица 2

**Оптимальное давление гомогенизации смесей для мороженого пломбир**

| Массовая доля жира в смеси, % | Давление гомогенизации 1 ступень/2 ступень, МПа |
|-------------------------------|---|
| 12                            | 14,0/5,0  |
| 15                            | 11,0/5,0  |
| 18                            | 8,0/3,0   |
| 20                            | 7,0/3,0   |

Установленные режимы гомогенизации использованы при выработке мороженого пломбир без эмульгаторов со стабилизаторами (крахмалами) физической модификации. Состояние структурных элементов определялось в условиях нестационарного хранения (с 1, 2 и 3 колебаниями) в режиме минус 18 °С, — минус 12 °С, — минус 18 °С (Рис. 4).

О снижении дисперсности структурных элементов свидетельствует перемещение пика синусоиды по оси X вправо. Данные, приведенные на Рис.4, свидетельствуют о лучшем сохранении дисперсности кристаллов льда при колебаниях температуры в мороженом пломбир с крахмалом физической модификации по сравнению с показателями традиционного мороженого. В частности, даже после 3-х колебаний температуры в мороженом пломбир традиционном

и с крахмалом физической модификации пик синусоиды приходится на значение 47–48 мкм, что меньше порога органолептической ошутимости (50 мкм). Однако изменения показателя при колебаниях более выражены в традиционном мороженом [10,11].

Аналогичная тенденция отмечена и при исследовании дисперсности воздушной фазы в условиях нестационарного хранения мороженого пломбир.

**4. Выводы**

В результате исследований установлено, что жировая фаза в мороженом с массовой долей жира 15% и более при ее высокой дисперсности оказывает положительное влияние на эффективную вязкость смеси, способствует дополнительной нуклеации и стабилизации воздушной фазы. А это при использовании стабилизаторов физической модификации и при отсутствии эмульгаторов позволяет получить продукт со стабильной дисперсностью структурных элементов в процессе хранения. Мороженое пломбир без пищевых добавок или с ограниченным их применением будет пользоваться повышенным спросом у потребителей, а при его изготовлении можно будет исключить обязательный при использовании эмульгаторов процесс созревания смеси, что особенно важно в период массового спроса на мороженое.

**1. Introduction**

The interest in the consumption of ice cream with additional requirements to eliminate or restrict the number of food additives in the product has been revived recently in our country. In the ice cream, compulsory food additives in ice cream are emulsifiers and stabilizers. Thanks to their joint use, it was possible to apply modern equipment, in particular extrusion-type lines, in which the form stability of portions in the absence of packaging at minus 4–5 °С is predetermined by the controlled process of demulsification of the fat phase. This is due to the functional role of emulsifiers [1].

The main role of stabilizers in the production of ice cream is their effect on the viscosity of the mixture. All well-known stabilizers of the structure in the production of ice cream (with the exception of gelatin) are food additives. The use of stabilizers in ice cream production in the absence of emulsifiers results in lower dispersity of air phase and reduction of shelf life, which is undesirable in view of seasonal demand and the availability of large volumes of products in the retail network [2,3,4]. In the papers [4,5] the possibility of using as stabilizers some of their varieties obtained by the physical modification methods is substantiated.

Such stabilizers, due to the persistence of high hydrophilicity at temperature fluctuations, prevent the decrease in the dispersity of ice crystals during storage.

Currently in Russia, the production of plombir makes up more than 50% of the total production of ice cream.

**2. Materials and methods**

The subjects of research were:

- Mixture for the ice cream plombir of mass fraction of fat 15% with food fibers (FF) «SenseFi» as stabilizers, inhomogenized and homogenized (the homogenization pressure of 1 st/2st — 11/5 MPa;
- Ice cream plombir and a mixture for its production of mass fraction 15% with the starch of physical modification as stabilizer;
- Ice cream plombir and a mixture for its production of mass fraction of fat 15% with the effective stabilizer-emulsifier which includes mono- and diglycerides of fatty acids (E471), guar gum (E412) and locust tree (E410), and carrageenan (E407);
- FF «SenseFi» — a natural food fiber based on cellulose processing products modified without the use of chemical reagents;

□ Starches of «Novation» series of the company «Ingredion Holding LLC» (Germany) obtained from the roots of cassava and being modified with the help of thermomechanical processing modes.

The research was carried out in the laboratories of the All-Russian Scientific Research Institute of the Refrigeration Industry — branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems, RAS.

The viscosity of the mixtures was determined by the method of rotational viscosimetry (Viscosimeter Brookfield DV2+Pro with the software control Rheocalc V3 1–1). The results were obtained with an accuracy of at least +/- 1% of the used range and a reproducibility of at least 0.2%.

The microstructural method to research the state of the air phase, ice crystals, lactose was used with the help of microscope CX41RF (Japan) with built in camera and software control. Sizes of air bubbles, ice crystals and lactose and mathematical calculation of their average sizes were determined. With the aim to increase the accuracy and reliability of the measurements, up to 10 photos of each sample were made and processed. The research results were processed by the ImageScope program.

The homogenization of mixture was carried out on a laboratory two-stage homogenizer APV-2000 (Denmark) at a temperature of 85 °C and a pressure of 1-st stage 7.0–14.0 MPa, of the 2-nd stage — 3.0–5.0 MPa.

**3. Results and discussion**

Carrying out the research it was assumed that the dispersity of structural elements in ice cream during storage is predetermined by their initial state. The size of the ice crystals depends on the number of nucleation centers (nucleation). Dispersion of the air phase is largely determined by additional stabilization of the agglomerated fat phase [6]. So it is possible to control the dispersion of structural elements in the ice cream plombir by regulating processes of nucleation and stabilization of the air phase at the optimal viscosity of the medium. It is experimentally proved that in the ice cream plombir it is possible to regulate these processes by means of the dispersity of the fat phase. Fat particles smaller than 2µm may initiate nucleation and form larger particles. Besides, with the increasing of the dispersity of fat particles with the technologically limited mass fraction of dry substances without fat (source of the protein — the air phase stabilizer), the thickness of the shell on the particles will be decreasing [7,8]. Consequently, the probability

of the desired process of destabilization and agglomeration of the fat phase with increasing its mass fraction and dispersity is rising. It has been experimentally established that this effect is mostly pronounced when the mass fraction of fat in ice cream is 15% or more [9].

As a result of the study the influence of the homogenization pressure of mixture for the ice cream plombir on the dispersity of the fat phase and the viscosity of mixture and the dispersity of the ice crystals and air phase in the ice cream during storage was determined.

To evaluate the influence of homogenization on the effective viscosity of mixture, and the dispersity of fat particles, the research of homogenized and inhomogenized mixtures with food fibers (FF) was carried out. (Table 1 and Fig. 1)

**Effect of the homogenization process on the effective viscosity of mixtures with FF**

| Sample                             | Effective viscosity of the mixture, MPa • s |                                  |
|------------------------------------|---|----------------------------------|
|                                    | Before maturation                           | After maturation during 18 hours |
| 1 — homogenized mixture            | 495+/-10                                    | 435+/-10                         |
| 2 — mixture without homogenization | 49+/-3                                      | 34+/-3                           |

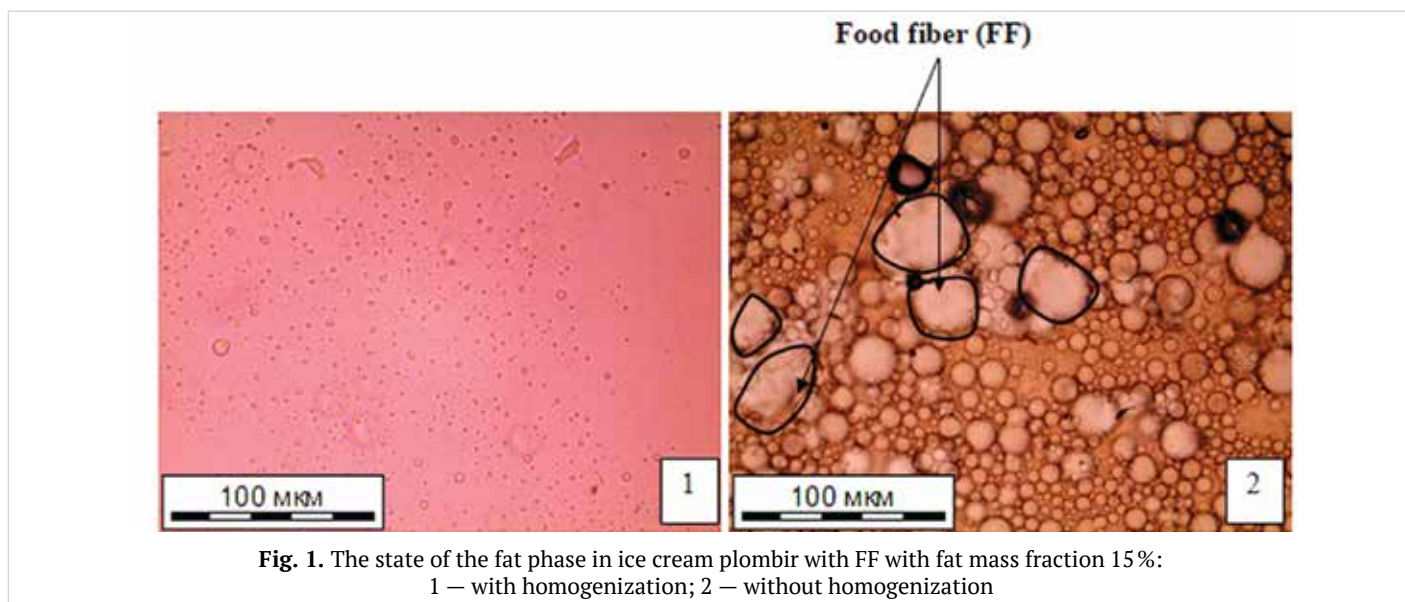
As follows from the data (Table 1) viscosity of the mixture increases as a result of homogenization by almost 10 times, which is important for the stable distribution of structural elements.

The average diameter of the fat globule after homogenization decreased 3 times the original to 1.7 microns and in the sample 2, respectively, to 5.6 microns. In the inhomogenized sample there are large and clustered fat globules (Fig. 1).

The graphical processing of the results of study provides the most reliable impression of fat particles distribution by sizes (Figs. 2 and 3). Fig. 2 shows the distribution curves of fat particles by their sizes in the samples with homogenization and without homogenization.

As it may be seen from the data (Fig. 2) the sample with homogenization is characterized by the largest number of fine fat particles up to 2 µm in comparison with the sample without homogenization. The peak of the sinusoid of the homogenized sample is 1.5 µm, and of the sample without homogenization is 5.5 µm.

In a homogenized mixture, the number of fat globules with a size of 1.5 µm was 45.5%, and in the sample without homogenization only 2% (Fig. 3).



**Fig. 1.** The state of the fat phase in ice cream plombir with FF with fat mass fraction 15%: 1 — with homogenization; 2 — without homogenization

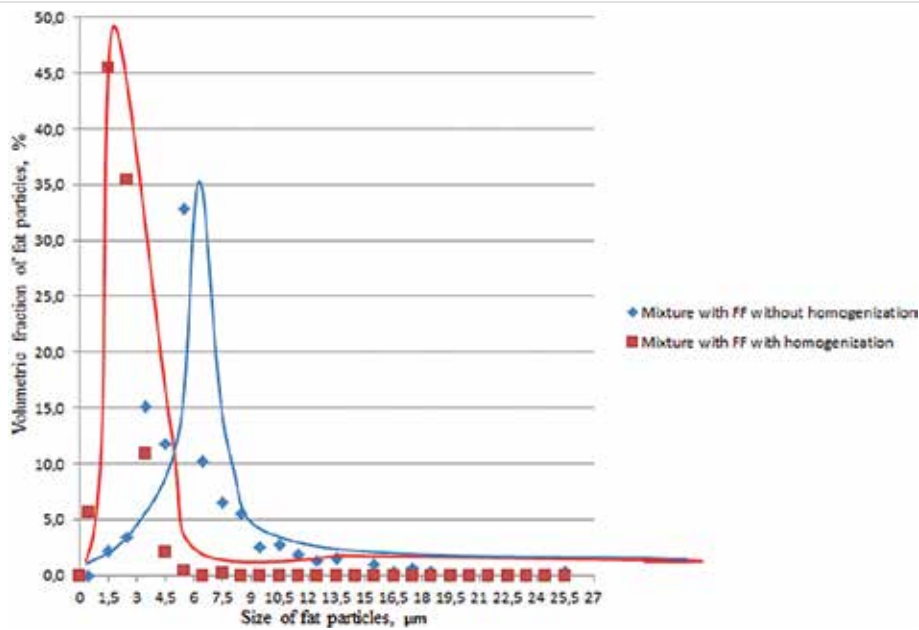


Fig. 2. Distribution of fat particles by sizes in mixtures for ice cream 15% fat content with food fibers (FF)

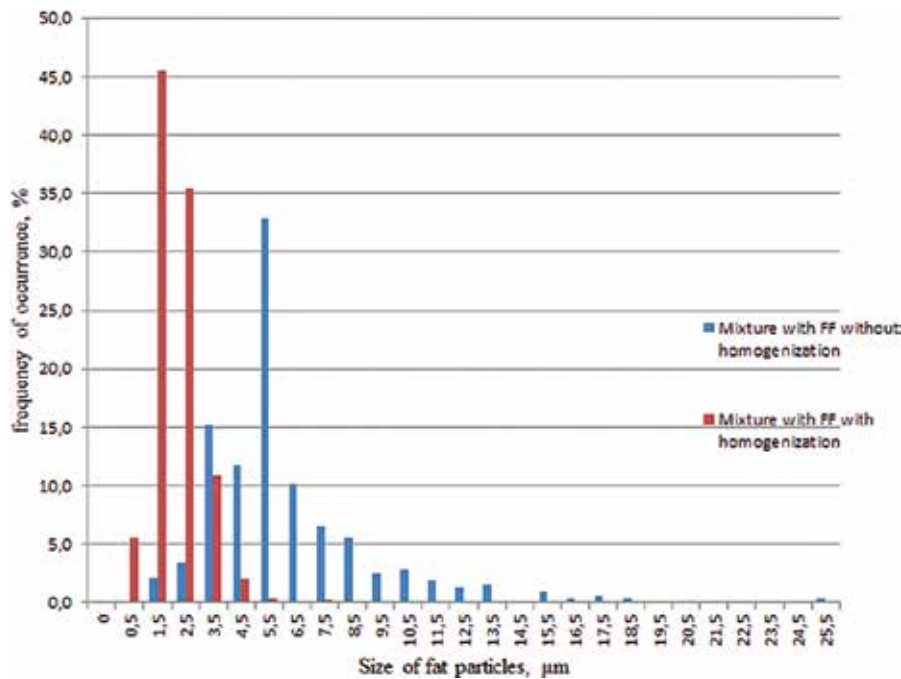


Fig. 3. Distribution of fat particles by sizes in ice cream mixes with a mass fraction of fat of 15%

Taking into account the influence of the mass fraction of fat and its dispersion on the state of ice crystals and the air phase in ice cream plombir, the optimal homogenization pressure of the mixture was determined experimentally. The state of the fat phase in the mixture was taken into account as the average particle diameter should not exceed 2 μm and only the single agglomerates of particles were allowed (Table 2).

Table 2

**Optimal homogenization pressure for ice cream plombir mixtures 2**

| Mass fraction of fat in the mixture, % | Homogenization pressure, 1 stage/ 2 stage, MPa |
|--|--|
| 12                                     | 14,0/5,0                                       |
| 15                                     | 11,0/5,0                                       |
| 18                                     | 8,0/3,0  |
| 20                                     | 7,0/3,0  |

The established modes of homogenization in the production of the ice cream plombir were used with stabilizers (starches) of physical modification and without the use of emulsifiers. The state of the structural elements under conditions of non-stationary storage (with 1, 2 and 3 fluctuations) with the temperature mode of minus 18 °C, minus 12 °C, minus 18 °C (Fig. 4) was determined.

The movement of the peak of the sinusoid along the X axis to the right indicates reducing of the dispersion of structural elements. The data shown in Fig. 4 indicate the best preservation of the dispersion of ice crystals at temperature fluctuations in the ice cream plombir with starch of physical modification in comparison with the indicators of traditional ice cream. Particularly, even after three temperature fluctuations in the traditional ice cream plombir and in the ice cream plombir made with the starch of physical modification, the sinusoidal peak is of the value 47–48 μm, which is less than the threshold

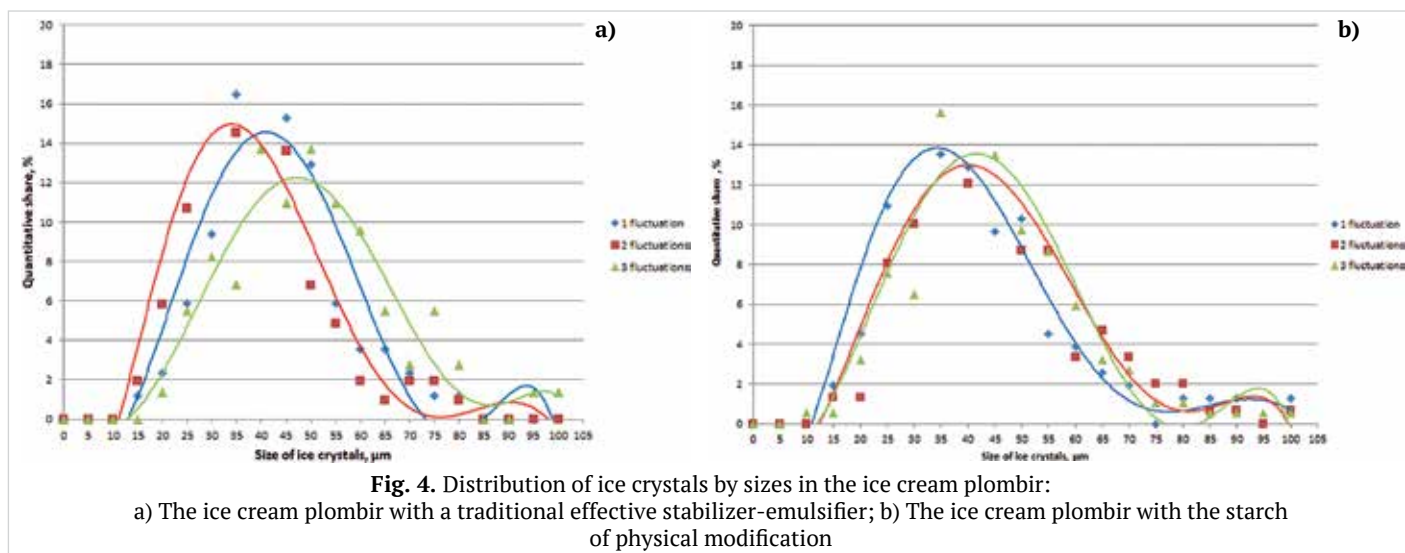


Fig. 4. Distribution of ice crystals by sizes in the ice cream plombir:

a) The ice cream plombir with a traditional effective stabilizer-emulsifier; b) The ice cream plombir with the starch of physical modification

of organoleptic perceptibility (50 µm). However changes of the index with fluctuations are more pronounced in traditional ice cream [10, 11].

A similar trend was noted in the study of the dispersion of the air phase under conditions of unsteady storage of the ice cream plombir.

#### 4. Conclusions

As a result of the study it was found that the fat phase in ice cream with a mass fraction of fat of 15% and more, with its high dispersion positively influences the effective viscosity

of the mixture and contributes to additional nucleation and stabilization of the air phase. This fact, when using stabilizers of physical modification and in the absence of emulsifiers, makes it possible to obtain a product with stable dispersity of structural elements during storage. The ice cream plombir without food additives or with limited use of them will be in high demand among consumers. Besides it will be possible to exclude the mandatory process of ripening of the mixture during the production of ice cream with the use of emulsifiers, which is especially important in the period of mass demand for ice cream.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Zhang, Z., Goff, H.D. (2005). On fat destabilization and composition of the air interface in ice cream containing saturated and unsaturated monoglyceride. *International Dairy Journal*, 15(5), p. 495–500.
- Тутельян, В.А., Нечаев А.П. (2014). Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания. М, ДеЛи плюс.—520 с. ISBN 978-5-905170-59-1
- Творогова, А. А. (2003). Научно-практические рекомендации по стабилизации структуры мороженого. М, Россельхозакадемия.— 46 с.
- Williams, P. A., Phillips, G.O., Norton, I.T, Foster T. J. (2002). Hydrocolloids in Real Food Systems. The proceedings of the Eleventh Gums and Stabilisers for the Food Industry Conference, Eds. — Royal Society of Chemistry Special Publication, (278), 187–200. ISBN 0-85404-836-7.
- Гофф, Г. Д., Гартел, Р.У. (2016). Мороженое / пер. с англ. — изд 7-е., перераб. идоп. СПб, Профессия.— 540 с. ISBN 978-5-904757-90-8.
- Оленев, Ю.А., Творогова, А.А., Казакова, Н.В., Соловьева, Л.Н. (2004). Справочник по производству мороженого. М, ДеЛи принт.— 798 с. ISBN 978-5-94343-074-1.
- Айменсон, А. (2012). Пищевые загустители, стабилизаторы, и гелеобразователи / пер. с англ. СПб, Профессия.— 408 с. ISBN 978-5-904757-26-7
- Goff, H.D., Jordan, W.K. (1989). Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 72(1), 18–29.
- Коновалова, Т.В. (2017). Что использовать вместо пищевых добавок? Особенности производства мороженого пломбир без пищевых добавок и с ограниченным их применением. *Империя холода*, 2, 75–76.
- Творогова, А. А., Коновалова, Т.В., Спиридонова, А.В., Гурский, И.А. (2016). Состояние кристаллов льда в традиционном мороженом при хранении. *Молочная промышленность*, 8, 57–58.
- МакКенна, Б.М. (2008). Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы / пер. с англ. СПб, Профессия.— 471 с. ISBN 978-5-93913-158-2.

### REFERENCES

- Zhang, Z., Goff, H.D. (2005). On fat destabilization and composition of the air interface in ice cream containing saturated and unsaturated monoglyceride. *International Dairy Journal*, 15(5), 495–500.
- Tutelian, V.A., Nechaev, A.P. (2014). Food ingredients in the creation of modern food. M: DeLi plus. — 520 p. ISBN 978-5-905170-59-1 (in Russian)
- Tvorogova, A.A.(2003). Scientific and practical recommendations for the stabilization of the structure of ice cream. M: Rossel'khozakademiya.— 46 p. (in Russian)
- Williams, P. A., Phillips, G.O., Norton, I.T, Foster T.J. (2002). Hydrocolloids in Real Food Systems. The proceedings of the Eleventh Gums and Stabilisers for the Food Industry Conference, Eds. — Royal Society of Chemistry Special Publication, (278), 187–200. ISBN 0-85404-836-7.
- Goff, H.D., Gartel, R.U. (2016). Ice cream. SPb: Profession.— 540 p. ISBN 978-5-904757-90-8. (in Russian).
- Olenev, Yu. A., Tvorogova, A.A., Kazakova, N.V., Solov'yeva, L.N. (2004). A handbook on ice cream production. M: DeLi print. — 798 p. ISBN 978-5-94343-074-1 (in Russian).
- Eimenson, A. (2012). Food thickeners, stabilizers, and gel formers. SPb: Profession, 408 p. ISBN 978-5-904757-26-7 (in Russian)
- Goff, H.D., Jordan, W.K. (1989). Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 72(1), 18–29.
- Konovalova, T.V. (2017). What to use instead of food additives? Features of the production of ice cream plombir without additives and with its limited use. *Imperiya Kholoda*, 2, 75–76. (in Russian)
- Tvorogova, A.A., Konovalova, T.V., Spiridonova, A.V., Gurskii, I.A. (2016). The state of ice crystals in traditional ice-cream during storage. *Moloch-naya Promyshlennost'*, 8, 57–58. (in Russian)
- McKenna, B.M. (2008). Structure and texture of food. Products of emulsion nature. SPb: Profession. — 471 p. ISBN 978-5-93913-158-2. (in Russian)

| СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ   | AUTHOR INFORMATION  |
|---|---|
| <p align="center"><b>Принадлежность к организации</b></p>   | <p align="center"><b>Affiliation</b></p>  |
| <p><b>Шобанова Татьяна Владимировна</b> — младший научный сотрудник лаборатории технологии мороженого, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности — филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН 109316, г. Москва, ул. Костякова, д. 12<br/>Тел.: +7-499-976-09-63<br/>E-mail: mail@vnihi.ru</p>  | <p><b>Tatyana V. Shobanova</b> — junior researcher of the Laboratory of Ice Cream Technology, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry- Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences 127422, Moscow, str. Kostyakova, 12<br/>Tel.: +7-499-976-09-63<br/>E-mail: mail@vnihi.ru</p>   |
| <p><b>Творогова Антонина Анатольевна</b> — доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности — филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН 109316, г. Москва, ул. Костякова, д. 12<br/>Тел.: +7-499-976-09-63<br/>E-mail: antvogova@yandex.ru<br/>*автор для контактов</p> | <p><b>Antonina A. Tvorogova</b> — Doctor of Technical Sciences, docent, Deputy Director for Research, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry- Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences 127422, Moscow, str. Kostyakova, 12<br/>Tel.: +7-499-976-09-63<br/>E-mail: antvogova@yandex.ru<br/>*corresponding author</p> |
| <p align="center"><b>Критерии авторства</b></p>   | <p align="center"><b>Contribution</b></p>   |
| <p>Авторы внесли одинаковый вклад в статью. Авторы одинаково несут ответственность за плагиат</p>   | <p>Authors are equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism</p>  |
| <p align="center"><b>Конфликт интересов</b></p>   | <p align="center"><b>Conflict of interest</b></p>   |
| <p>Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов</p>  | <p>The authors declare no conflict of interest</p>  |
| <p align="center"><b>Поступила 09.02.2018</b></p>   | <p align="center"><b>Received 09.02.2018</b></p>  |