

## Состояние структуры размороженных аэрированных кисломолочных десертов при хранении

Игорь А. Гурский	1	<a href="mailto:iixrug@ya.ru">iixrug@ya.ru</a>	 0000-0002-8177-3472
Антонина А. Творогова	1	<a href="mailto:antvorogova@ya.ru">antvorogova@ya.ru</a>	 0000-0001-7293-9162
Татьяна В. Шобанова	1	<a href="mailto:t.shobanova@ya.ru">t.shobanova@ya.ru</a>	 0000-0001-6764-5020

1 ВНИХИ – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Костякова, 12, г. Москва, 127422, Россия

**Аннотация.** Приводятся результаты экспериментальных исследований по влиянию состава стабилизационной системы на состояние структуры размороженных кисломолочных аэрированных десертов. В качестве стабилизатора использован желатин и его композиции с эмульгаторами и крахмалом физической модификации. Проведена качественная оценка дисперсности воздушной фазы по микрофотографиям и количественная по среднему диаметру пузырьков воздуха, их количественной доле до 50 мкм и вероятности распределения пузырьков по размерам. Установлено, что при хранении десертов в размороженном состоянии в течение 3-х сут усадка порции произошла на 27–30 %, дисперсность воздушной фазы заметно снизилась в первые сутки хранения. При этом степень снижения дисперсности при использовании эмульгатора отмечена как наименьшая, крахмала физической модификации – наибольшая. Вероятность размера пузырьков воздуха в диапазоне до 50 мкм, характеризующая наилучшее состояние консистенции, после закаливания в образце с эмульгатором составила 91%. А через 3 сут вероятность распределения пузырьков с размерами от 50 до 100 мкм была наибольшей (51%). Экспериментальные исследования влияния композиционного состава стабилизационной системы на структуру размороженного кисломолочного десерта показали, что желатин, применяемый в качестве основного стабилизатора в количестве не менее 1,1 %, обеспечивает достаточно стабильную структуру размороженного десерта в течение 1 сут хранения. Учитывая положительное влияние эмульгаторов на сохранение дисперсности воздушной фазы, и формы, в связи с этим актуально проведение работ по обоснованию качественного и количественного состава эмульгаторов для размороженных кисломолочных десертов.

**Ключевые слова:** кисломолочный десерт, структура, воздушная фаза, формоустойчивость, хранение

## The Condition of the Structure of the Thawed Aerated Sour-Milk Desserts during its Storage

Igor A. Gurskiy	1	<a href="mailto:iixrug@ya.ru">iixrug@ya.ru</a>	 0000-0002-8177-3472
Antonina A. Tvorogova	1	<a href="mailto:antvorogova@ya.ru">antvorogova@ya.ru</a>	 0000-0001-7293-9162
Tatyana V. Shobanova	1	<a href="mailto:t.shobanova@ya.ru">t.shobanova@ya.ru</a>	 0000-0001-6764-5020

1 VNIKHI – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems, Kostyakova str., 12 Moscow, 127422, Russia

**Abstract.** The results of experimental studies of the influence of the stabilizing system composition on the state of the structure of the thawed sour-milk aerated desserts are presented. As a stabilizer gelatin and its compositions with emulsifiers and starch of physical modification were used. A qualitative assessment of the dispersion of the air phase using microphotographs and a quantitative assessment by the average diameter of air bubbles, their quantitative fraction up to 50 microns, and also the probability of the size distribution of the bubbles were carried out. It was stated that during storage of desserts in a thawed state for 3 days, the shrinkage of portion occurred by 27–30%, and the dispersion of the air phase decreased visibly at the first day of storage. At the same time, the degree of dispersion reduction when using an emulsifier was marked as the smallest, and the starch of physical modification as the largest. Probably the size of air bubbles in the range up to 50 μm, which is characterized as the best state of consistency in a sample with emulsifier after hardening was 91%. After 3 days, the probability of the distribution of bubbles with sizes of 50 to 100 microns was the highest (51%). The experimental studies of the influence of the composition of the stabilization system on the structure of the thawed sour-milk dessert showed that gelatin, used as the main stabilizer in amount of at least 1.1%, provided a sufficiently stable structure of the thawed dessert during 1 day of storage. Taking into account the positive effect of emulsifiers on the preservation of the dispersion of the air phase and shape, it is necessary to carry out this work to substantiate the qualitative and quantitative composition of emulsifiers for the thawed sour-milk desserts.

**Keywords:** fermented milk dessert, structure, air phase, dimensional stability, storage

### Введение

За рубежом, а в настоящее время и в России становятся популярными структурированные десерты, изготавливаемые по технологии мороженого, особенностью которых является возможность их потребления в размороженном виде.

Новым продуктом такого типа могут быть кисломолочные аэрированные десерты. Учитывая, что кисломолочные продукты характеризуются непродолжительным сроком годности и многие молочнокислые микроорганизмы хорошо выживают в условиях низких температур, рационально

Для цитирования

Гурский И.А., Творогова А.А., Шобанова Т.В. Состояние структуры размороженных аэрированных кисломолочных десертов при хранении // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 2. С. 94–100. doi:10.20914/2310-1202-2020-2-94-100

For citation

Gurskiy I.A., Tvorogova A.A., Shobanova T.V. The Condition of the Structure of the Thawed Aerated Sour-Milk Desserts during its Storage. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 2. pp. 94–100. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-2-94-100

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

изготавливать кисломолочные десерты по технологии мороженого, замораживать, а перед потреблением размораживать до температуры хранения молочной продукции ( $4 \pm 2$ )°С. Однако, при этом важно сохранить привлекательный внешний вид этого аэрированного продукта. Для размороженных десертов важным показателем качества является стабильность его структуры, определяемая во многом способностью продукта сохранять форму упаковки. Стабильность структуры аэрированных десертов определяется в первую очередь дисперсностью воздушной фазы. Для того, чтобы достичь стабильной структуры размороженного продукта необходимо целенаправленно подбирать его композиционный состав, особенно стабилизаторы структуры [13].

На стабильность воздушной фазы десерта и его формоустойчивость значительное влияние оказывают:

- температура и продолжительность хранения готового продукта;
- качественный и количественный состав комплексного стабилизатора – эмульгатора [11];
- общая массовая доля сухих веществ десерта;
- соотношение казеина и сывороточных белков, влияющих на процесс десорбции белка с оболочки жировых частиц [1, 8, 9, 12].

Так как десерты являются взбитыми продуктами, особо важным показателем их хранимости как в замороженном, так и в размороженном виде является состояние воздушной фазы. Содержание воздуха оценивается по его взбитости. Воздух присутствует в десертах в форме микроскопических пузырьков (пор), которые стабилизируются белком и жировыми частицами в агломерированном состоянии [15]. Для обеспечения качества и стабильности готовых изделий очень важен контроль аэрации десертов [2, 14]. Основные изменения воздушных пузырьков при хранении могут быть описаны четырьмя процессами: диспропорционирования (созревание Оствальда), коалесценции (слияние соседних пузырьков), дренажа (приводящего к неравномерному распределению воздуха по мере всплытия пузырьков, особенно при повышенных температурах, когда мороженое становится мягким) и изменение формы воздушных пузырьков под влиянием растущих при закаливании кристаллов льда [2]. Вероятность указанных изменений в воздушной фазе наиболее вероятна в размороженном состоянии.

По данным исследований, проведенных во ВНИИХИ, выдерживание взбитых замороженных десертов при температуре +5 °С в течение 6 ч

через 2 сут отрицательно сказывается на распределении пузырьков воздуха в продукте, а выдерживание при температуре +20 °С в течение 7 ч приводит к полной диффузии воздушной фазы на 2 сут [4]. Кисломолочные десерты, потребляемые в размороженном состоянии, являются новым продуктом на рынке молочной продукции, поэтому исследование состояния их структуры в размороженном состоянии является актуальной задачей.

### Материалы и методы

При выборе объектов исследования особое внимание уделялось стабилизационным системам, их влиянию на стабильность воздушной фазы и формоустойчивость продукта в размороженном состоянии. Во всех образцах десертов использовали в качестве основного стабилизатора желатин. Только желатин применяли в образце № 1 (контроль). Дополнительно применяли: эмульгатор в образце № 2), крахмал (образец № 3), крахмал и эмульгатор (образец № 4).

При планировании исследований предполагалось, что эмульгаторы, вследствие целенаправленного воздействия на жировую фазу, будут повышать стабильность воздушной фазы при температуре выше 0 °С. А используемый крахмал физической модификации, проявивший хорошую стабилизирующую способность в условиях колебаний температуры продукта [4], окажет положительное влияние на дисперсность воздушных пузырьков в кисломолочном десерте в размороженном состоянии [6, 10].

Массовая доля сухих веществ в десерте составляла не менее 33%, в том числе жира – 4%, сахарозы – 12%. В качестве источника кисломолочного продукта вносили йогурт из расчета 30% к массе готового продукта.

Исследование дисперсности воздушной фазы (размер пузырьков воздуха) проводили с использованием микроскопа Olympus CX 41 и подключенной к нему цифровой камеры. При увеличении в 100 раз получали не менее 10 снимков из 3 полей зрения. Полученные фотографии обрабатывали с помощью программного обеспечения ImageScore M.

Формоустойчивость образцов в процессе их хранения оценивали двумя способами: визуально, путем оценки внешнего вида фотоснимков и по усадке образца – изменение высоты образца (%).

### Результаты и обсуждение

Кисломолочные десерты изготавливали по технологии мороженого. Однако стадия созревания была исключена из технологического процесса из-за возможного увеличения динамической вязкости смеси при низких положительных температурах ( $4 \pm 2$  °С) в связи с высокой массовой долей желатина. Замороженные десерты после непродолжительного хранения помещали в бытовую холодильную камеру и исследовали дисперсность воздушной фазы и формоустойчивость в течение 3 суток хранения.

Проведена качественная оценка дисперсности воздушной фазы по микрофотографиям (рисунок 1 и 2) и количественная по среднему диаметру пузырьков воздуха, их количественной доле до 50 мкм (таблица 1), вероятности распределения пузырьков по размерам (рисунок 3–6).

При визуальной оценке состояния воздушной фазы видно, что наиболее мелкие воздушные пузырьки сформированы в образцах № 2 и № 4 (рисунок 1).

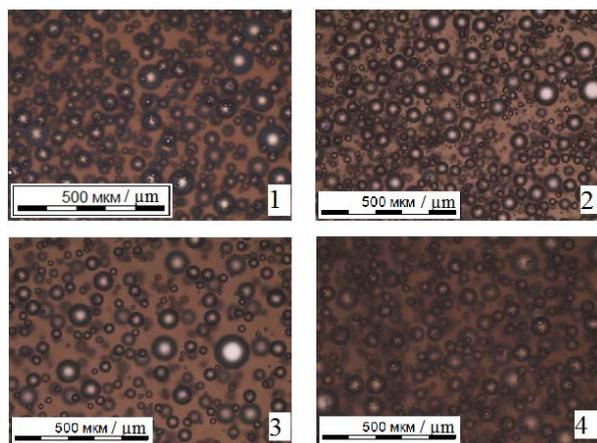


Рисунок 1. Состояние воздушной фазы в замороженных кисломолочных десертах

Figure 1. The state of the air phase in frozen sour-milk desserts

При размораживании десертов произошло заметное снижение дисперсности воздушной фазы (рисунок 2).

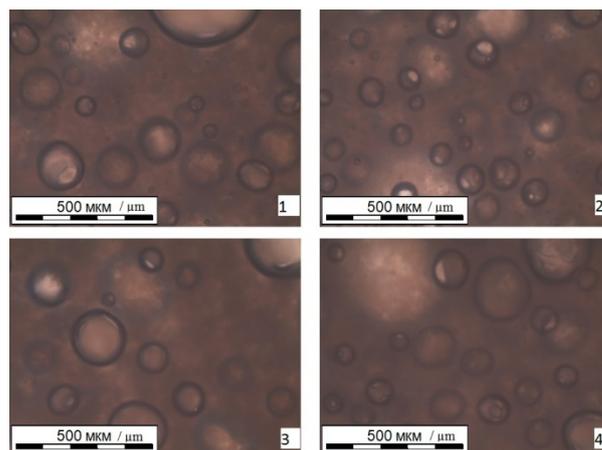


Рисунок 2. Состояние воздушной фазы в замороженных кисломолочных десертах

Figure 2. The state of the air phase in frozen sour-milk desserts

При количественной оценке дисперсности воздушной фазы установлено, что в наибольшей степени дисперсность воздушной фазы сохранилась в образце № 2 при использовании композиции желатина и эмульгатора. Укрупнение пузырьков воздуха в размороженных десертах при хранении в отсутствие эмульгатора связано с отсутствием дополнительных веществ, обладающих поверхностной активностью на границе раздела фаз вода / воздух. В связи с этим происходит укрупнение отличающихся по размеру пузырьков воздуха, имеющих различное поверхностное натяжение, эффект известен как созревание по Оствальду [2].

Таблица 1.  
Дисперсность воздушной фазы в кисломолочных десертах после закаливания и через 3 сут хранения при температуре  $4 \pm 2^\circ\text{C}$

Table 1.  
The dispersion of the air phase in sour-milk desserts after hardening and after 3 days of storage at the temperature of  $4 \pm 2^\circ\text{C}$

Образец Sample	Средний диаметр пузырьков воздуха, мкм Average diameter of air bubbles, $\mu\text{m}$		Доля пузырьков воздуха с диаметром менее 50 мкм, % The proportion of air bubbles with a diameter less 50 $\mu\text{m}$ , %	
	После закаливания After hardening	Через 3 сут хранения After 3 days of storage	После закаливания After hardening	Через 3 сут хранения After 3 days of storage
№ 1	35	99	78	16
№ 2	22	73	91	25
№ 3	35	129	78	0
№ 4	30	94	86	9

Из данных, приведенных в таблице 1, следует, что крахмал в образцах кисломолочного десерта не оказывает дополнительного к действию желатина стабилизирующего эффекта на воздушную фазу. Все образцы с его применением имели средний размер пузырька воздуха через 3 суток хранения свыше 90 мкм. Вероятно

это происходит в связи со взаимодействием крахмала как полисахарида с белком молока [6].

Исследование дисперсности воздушной фазы с учетом вероятности распределения частиц по размерам подтвердил влияние положительное эмульгаторов и отрицательное крахмала на этот показатель (таблица 2 и рисунок 3–6).

Таблица 2.

Вероятности диаметров определённого размера

Table 2.

Probabilities of diameters of a certain size

Образец Sample	Время выдержки, дней Holding time, days	Площадь на интервале менее 50 мкм, ед. <sup>2</sup> Area in the interval less 50 $\mu\text{m}$ , unit <sup>2</sup>	Площадь на интервале от 50 до 100 мкм, ед. <sup>2</sup> Area in the interval from 50 to 100 $\mu\text{m}$ , unit <sup>2</sup>	Площадь на интервале более 100 мкм, ед. <sup>2</sup> Area in the interval more 100 $\mu\text{m}$ , unit <sup>2</sup>	Средний диаметр пузырьков воздуха, мкм Average diameter of air bubbles, $\mu\text{m}$	Модальный диаметр пузырьков воздуха, мкм Modal diameter of air bubbles, $\mu\text{m}$
№ 1	0	0,76	0,23	0,01	15,7	32,4
	1	0,29	0,39	0,32	57,3	64
	2	0,21	0,34	0,45	80,4	97,1
	3	0,16	0,35	0,49	106,5	99,6
№ 2	0	0,91	0,09	0	11,3	21,1
	1	0,52	0,38	0,1	17,9	34,4
	2	0,31	0,5	0,19	54,1	60,7
	3	0,26	0,51	0,23	83,7	77
№ 3	0	0,78	0,22	0	31	31
	1	0,23	0,43	0,34	64	70,6
	2	0,19	0,38	0,43	73,9	83,7
	3	0,07	0,22	0,71	113	117
№ 4	0	0,85	0,15	0	27,7	27,7
	1	0,56	0,39	0,05	27,7	33,7
	2	0,19	0,56	0,25	44,1	73,9
	3	0,11	0,45	0,44	80,4	87,1

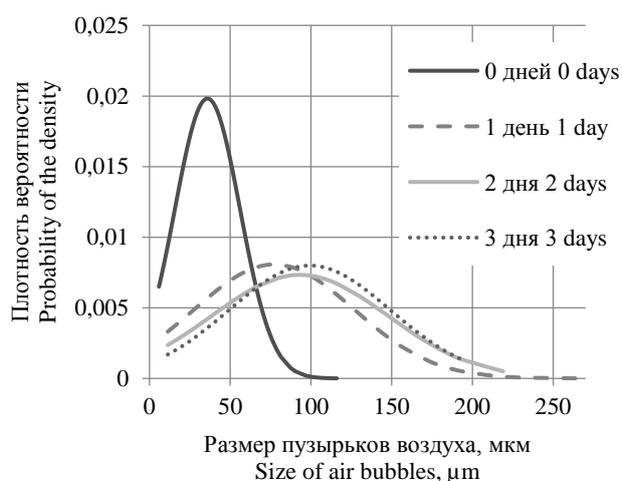


Рисунок 3. Плотность вероятности распределения воздушных пузырьков по размерам в образце № 1  
Figure 3. Probability of the density distribution of air bubbles in a sample no. 1

Из данных на рисунке 3 следует, что дисперсность воздушной фазы в образце существенно снижается уже через сутки хранения. Дальнейшее хранение в течение 2 сут не приводит к заметному изменению дисперсности воздушной фазы. Пузырьков воздуха с диаметром более 100 мкм будет не менее 49%, что в значительной мере скажется как на органолептических, так и на структурных показателях (формоустойчивости).

Образец № 2 характеризуется лучшей дисперсностью воздушной фазы по сравнению

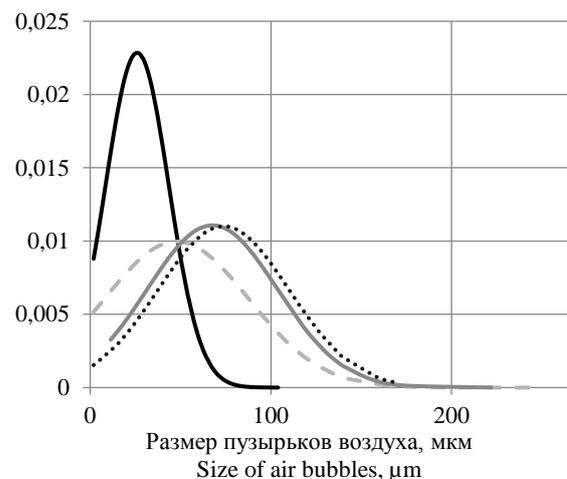


Рисунок 4. Плотность вероятности распределения воздушных пузырьков по размерам в образце № 2  
Figure 4. Probability of the density distribution of air bubbles in a sample no. 2

с образцом № 1. По полученным данным вероятность размера пузырьков воздуха в диапазоне до 50 мкм после закаливания составила 91%. Через 3 сут вероятность распределения пузырьков с размерами от 50 до 100 мкм была наибольшей (51%). Данные отличия образцов № 1 и № 2 обусловлены присутствием в последнем эмульгатора. Однако тенденция снижения дисперсности воздушных пузырьков в первые сутки хранения выражена заметно.

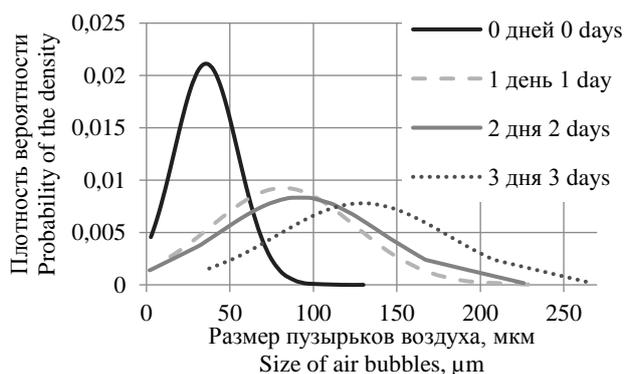


Рисунок 5. Плотность вероятности распределения воздушных пузырьков по размерам в образце № 3  
Figure 5. Probability of the density distribution of air bubbles in a sample no. 3

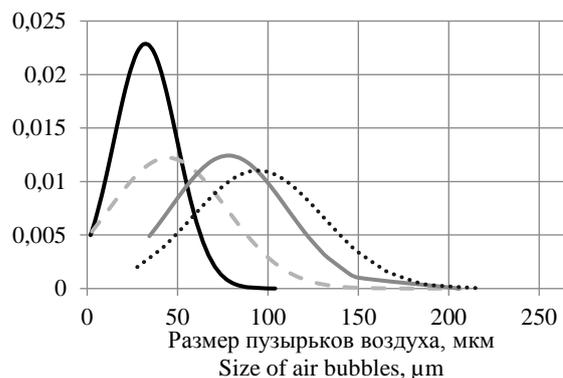


Рисунок 6. Плотность вероятности распределения воздушных пузырьков по размерам в образце № 4  
Figure 6. Probability of the density distribution of air bubbles in a sample no. 4

Образец № 3, при наличии указанных выше закономерностей, характеризуется наименьшей дисперсностью воздушной фазы в сравнении с остальными. Вероятность пузырьков воздуха с размером до 50 мкм после закаливания составила 78%, а через 3 сут 71% пузырьков имело уже размер более 100 мкм. Это ухудшение обусловлено наличием крахмала физической модификации в составе данного образца.

Данный образец, при наличии общих закономерностей в стабильности воздушной фазы при хранении, характеризуется промежуточной дисперсностью между 2 и 3 образцами, т. к. в его состав входит и эмульгатор, и КФМ. За счет этого на 81% существует вероятность наличия пузырьков воздуха с размером до 50 мкм после закаливания, а через 3 сут хранения вероятность наличия пузырьков воздуха с интервалом значений 50–100 и более 10 мкм составила 45 и 44%, соответственно.

При исследовании формоустойчивости образцов кисломолочного десерта в размороженном состоянии было установлено, что форма порций в течение 3 дней сохраняется, но высота порции уменьшается, происходит усадка (рисунок 7).



Рисунок 7. Форма образцов через 3 сут хранения при температуре  $4 \pm 2,0$  °C

Figure 7. The shape of the samples after 3 days of storage at a temperature of  $4 \pm 2,0$  °C

Степень усадки образцов свидетельствуют о ранее выявленных закономерностях влияния эмульгаторов и крахмала на состояние структуры десерта в размороженном состоянии.

Таблица 3.

Степень усадки образцов размороженного кисломолочного десерта

Table 3.

The degree of shrinkage of samples of thawed sour-milk dessert

Время, сут Time, days	Степень усадки образца, % The degree of shrinkage of samples, %			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
0	0	0	0	0
1	32	27	32	30
2	32	27	32	32
3	32	32	32	32

Из приведенной таблицы следует, что внесенные эмульгаторы повлияли незначительно на степень усадки образца № 2 лишь в течение 2 дней хранения и образца и 1 дня для образца № 4. Однако через 3 дня осадка всех образцов стала одинаковой (32%). Что в целом свидетельствует об удовлетворительном состоянии формы порций.

### Заключение

Экспериментальные исследования влияния композиционного состава стабилизационной системы на структуру кисломолочного десерта показали:

— желатин, применяемый в качестве основного стабилизатора в количестве не менее 1,1%, обеспечивает достаточно стабильную структуру размороженного десерта;

— использования эмульгаторов в составе стабилизационных систем способствует сохранению дисперсности воздушной фазы и формы, в связи с этим рационально проведение работ по обоснованию качественного и количественного

состава эмульгаторов для размороженных кисломолочных десертов;

— для определения срока годности размороженных кисломолочных десертов с наиболее

стабильной структурой следует учитывать, что в наибольшей степени меняется ее состояние в течение первых суток хранения.

### Литература

- 1 Творогова А.А., Казакова Н.В., Гурский И.А. Оценка влияния композиционного состава мороженого на дисперсность воздушной фазы // Пищевая промышленность. 2019. № 2. С. 31–34.
- 2 Hartel R.W., Rankin S.A., Bradley R.L. A 100-Year Review: Milestones in the development of frozen desserts // Journal of dairy science. 2017. V.100. № 12. P. 10014-10025.
- 3 Гофф Г.Д. Мороженое. СПб.: Профессия, 2016. 540 с.
- 4 Творогова А.А. Корешков В.Н., Хохлова Л.М., Гаврилычев В.С. Дисперсность воздушной фазы в десертах без пищевых добавок // Молочная промышленность. 2016. № 12. С. 61–62.
- 5 Коновалова Т.В. Что использовать вместо пищевых добавок? Особенности производства мороженого пломбир без пищевых добавок и с ограниченным их применением // Империя холода. 2017. № 2(83). С. 75–76.
- 6 Morell P. et al. Yogurts with an increased protein content and physically modified starch: Rheological, structural, oral digestion and sensory properties related to enhanced satiating capacity // Food Research International. 2015. V. 70. P. 64-73.
- 7 Аймесон А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи. СПб.: Профессия, 2012. 408 с.
- 8 Varela P., Pintor A., Fiszman S. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream // Food Hydrocolloids. 2014. № 36. P. 220 – 228.
- 9 Chang Y., Hartel R.W. Stability of air cells in ice cream during hardening and storage // Journal of Food Engineering. 2002. № 55. P. 59 – 70.
- 10 O'Chiu E., Bongkosh V. Utilizing whey protein isolate and polysaccharide complexes to stabilize aerated dairy gels // Journal of dairy science. 2017. V. 100. № 5. P. 3404-3412.
- 11 Warren M.M., Hartel R.W. Effects of emulsifier, overrun and dasher speed on ice cream microstructure and melting properties // Journal of food science. 2018. V. 83. № 3. P. 639-647.
- 12 Orrego M., Troncoso E., Zúñiga R.N. Aerated whey protein gels as new food matrices: Effect of thermal treatment over microstructure and textural properties // Journal of food engineering. 2015. V. 163. P. 37-44.
- 13 Li X. et al. Egg white protein microgels as aqueous Pickering foam stabilizers: Bubble stability and interfacial properties // Food Hydrocolloids. 2020. V. 98. P. 105292.
- 14 Parra O.D.H. et al. Effect of process parameters on ice crystals and air bubbles size distributions of sorbets in a scraped surface heat exchanger // International Journal of Refrigeration. 2018. V. 92. P. 225-234.
- 15 Levin M.A., Burrington K.J., Hartel R.W. Whey protein phospholipid concentrate and delactosed permeate: Applications in caramel, ice cream, and cake // Journal of dairy science. 2016. V. 99. № 9. P. 6948-6960.

### References

- 1 Tvorogova A.A., Kazakova N.V., Gurskiy I.A. Evaluation of the effect of the composition structure of ice cream on the dispersity of the air phase. Food industry. 2019. no. 2. pp. 31–34. (in Russian).
- 2 Hartel R.W., Rankin S.A., Bradley R.L. A 100-Year Review: Milestones in the development of frozen desserts. Journal of dairy science. 2017. vol. 100. no. 12. pp. 10014-10025.
- 3 Goff G.D. Ice cream. Saint Petersburg, Professiya, 2016. 540 p. (in Russian).
- 4 Tvorogova A.A., Koreshkov V.N., Hohlova L.M., Gavrilychev V.S. Dispersity of the air phase in desserts without food additive. Dairy industry. 2016. no. 12. pp. 61–62. (in Russian).
- 5 Konovalova T.V. What to use instead of dietary supplements? Features of the production of ice cream sundae without food additives and with their limited use. Empire of Cold. 2017. no. 2 (83). pp. 75–76. (in Russian).
- 6 Morell P. et al. Yogurts with an increased protein content and physically modified starch: Rheological, structural, oral digestion and sensory properties related to enhanced satiating capacity. Food Research International. 2015. vol. 70. pp. 64-73.
- 7 Aymeson A. Food thickeners, stabilizers, gelling agents. Saint Petersburg, Professiya, 2012. 408 p. (in Russian).
- 8 Varela P., Pintor A., Fiszman S. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. Food Hydrocolloids. 2014. no. 36. pp. 220–228.
- 9 Chang Y., Hartel R.W. Stability of air cells in ice cream during hardening and storage. Journal of Food Engineering. 2002. no. 55. pp. 59–70.
- 10 O'Chiu E., Bongkosh V. Utilizing whey protein isolate and polysaccharide complexes to stabilize aerated dairy gels. Journal of dairy science. 2017. vol. 100. no. 5. pp. 3404-3412.
- 11 Warren M.M., Hartel R.W. Effects of emulsifier, overrun and dasher speed on ice cream microstructure and melting properties. Journal of food science. 2018. vol. 83. no. 3. pp. 639-647.
- 12 Orrego M., Troncoso E., Zúñiga R.N. Aerated whey protein gels as new food matrices: Effect of thermal treatment over microstructure and textural properties. Journal of food engineering. 2015. vol. 163. pp. 37-44.
- 13 Li X. et al. Egg white protein microgels as aqueous Pickering foam stabilizers: Bubble stability and interfacial properties. Food Hydrocolloids. 2020. vol. 98. pp. 105292.
- 14 Parra O.D.H. et al. Effect of process parameters on ice crystals and air bubbles size distributions of sorbets in a scraped surface heat exchanger. International Journal of Refrigeration. 2018. vol. 92. pp. 225-234.
- 15 Levin M.A., Burrington K.J., Hartel R.W. Whey protein phospholipid concentrate and delactosed permeate: Applications in caramel, ice cream, and cake. Journal of dairy science. 2016. vol. 99. no. 9. pp. 6948-6960.

**Сведения об авторах**

**Игорь А. Гурский** инженер-исследователь, лаборатория мороженого, ВНИХИ – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Костякова, 12, г. Москва, 127422, Россия, iixrug@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8177-3472>

**Антонина А. Творогова** д.т.н., лаборатория мороженого, ВНИХИ – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Костякова, 12, г. Москва, 127422, Россия, antvorogova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7293-9162>

**Татьяна В. Шобанова** мл. науч. сотрудник, лаборатория мороженого, ВНИХИ – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Костякова, 12, г. Москва, 127422, Россия, t.shobanova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6764-5020>

**Вклад авторов**

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Igor A. Gurskiy** research engineer, ice cream laboratory, VNIKHI - branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Kostyakova str., 12 Moscow, 127422, Russia, iixrug@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8177-3472>

**Antonina A. Tvorogova** Dr. Sci. (Engin.), ice cream laboratory, VNIKHI - branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Kostyakova str., 12 Moscow, 127422, Russia, antvorogova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7293-9162>

**Tatyana V. Shobanova** junior researcher, ice cream laboratory, VNIKHI - branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Kostyakova str., 12 Moscow, 127422, Russia, t.shobanova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6764-5020>

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 11/05/2020	<b>После редакции</b> 18/05/2020	<b>Принята в печать</b> 28/05/2020
<b>Received</b> 11/05/2020	<b>Accepted in revised</b> 18/05/2020	<b>Accepted</b> 28/05/2020