

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОНОСТЕАРАТОВ ГЛИЦЕРИНА В ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Анна Валентиновна Ландиховская, канд. техн. наук, научный сотрудник

E-mail: a.landihovskaya@fncps.ru

Антонина Анатольевна Творогова, д-р техн. наук, заместитель директора по научной работе

E-mail: a.tvorogova@fncps.ru

Дмитрий Максимович Ермоченков, инженер

E-mail: d.ermochenkov@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, г. Москва

Мороженое представляет собой сложный пищевой продукт, для стабилизации которого используются пищевые добавки, включая эмульгаторы. Эмульгаторы стабилизируют эмульсии типа «масло в воде». Наиболее популярными эмульгаторами для применения в мороженом являются моно- и диглицериды жирных кислот. В последнее время возник интерес к моноглицеридам, содержащим моностеараты глицерина и обладающим свойствами стабилизаторов и эмульгаторов. Цель экспериментальных исследований – оценка влияния моноглицеридов с содержанием моностеаратов глицерина 60 и 95 % на показатели качества мороженого пломбир при изготовлении и хранении. Установлено, что динамическая вязкость смесей отличалась в 1,7 раза, была больше при использовании 95 % моностеаратов глицерина. Более высокая вязкость смеси положительно отразилась на количестве агломерированного жира (образовались крупные скопления жировых частиц) и формоустойчивости. Результаты исследований окислительной стабильности позволили определить, что наиболее устойчивым к окислению является образец с содержанием моностеаратов глицерина 95 %. Индукционный период окисления жировой фазы в образцах отличался в 2 раза. Это позволяет предположить наличие антиоксидантных свойств у моностеаратов глицерина. Выявлено положительное влияние эмульгатора с высоким содержанием моностеаратов глицерина (95 %) на дисперсность кристаллов льда. Через 3 мес. хранения в этом образце отмечен наименьший средний размер кристаллов льда, что подтверждает наличие у моностеарата глицерина свойств стабилизатора. Результаты исследований имеют практическое значение. Применение эмульгаторов с высоким содержанием моностеарата глицерина позволит улучшить консистенцию, структуру и окислительную стабильность мороженого с высоким содержанием жира.

Ключевые слова: мороженое, жировая фаза, эмульгаторы, индукционный период, воздушная фаза

Для цитирования: Ландиховская, А. В. Оценка эффективности применения моностеаратов глицерина в производстве мороженого с высоким содержанием жира / А. В. Ландиховская, А. А. Творогова, Д. М. Ермоченков // Молочная промышленность. 2026. № 2. С. 70–75. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-2-78>

ВВЕДЕНИЕ

Мороженое представляет собой сложную многофазную систему, состоящую из жировых частиц в состоянии суспензии, воздушных пузырьков, кристаллов льда, которые распределены в незамерзающей сывороточной фазе (концентрированный раствор низкомолекулярных веществ, белков и гидроколлоидов) [1–3]. Жировые шарики стабилизированы слоем белка и эмульгатора. Размер жировых шариков и тип эмульгатора влияют на устойчивость мороженого к таянию [4].

Эмульгаторы – это поверхностно-активные вещества (ПАВ), представляющие собой амфифильные молекулы, состоящие из гидрофобных и

гидрофильных частей [5]. Эмульгаторы необходимы для стабилизации эмульсий типа «масло в воде» [6]. Их действие основывается на снижении поверхностно-активного натяжения между маслом и водой, благодаря чему эмульсии остаются однородными с течением времени [7]. При выборе ПАВ необходимо обращать внимание на то, какую эмульсию они образуют. Слишком слабые ПАВ могут быть неэффективными в образовании стабильных эмульсий, а слишком сильные ПАВ со временем способствуют их разрушению [8].

Для уравнивания межфазного натяжения необходимо учитывать значения гидрофильно-липофильного баланса эмульгаторов (ГЛБ). Эмульгаторы со

* Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию FGUS-2025-0003 ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

значением ГЛБ в диапазоне от 4 до 8 используют для стабилизации эмульсий типа «вода в масле», а в диапазоне 8–18 – типа «масло в воде». Эмульгаторы с ГЛБ 4–6 образуют неустойчивую эмульсию, 6–8 – однородную эмульсию молочного цвета после интенсивного перемешивания, 8–10 – такую же, но стабильную эмульсию, 10–13 – полупрозрачную и прозрачную, более 13 – прозрачную [9].

Для стабилизации эмульсии бывает достаточно только одного эмульгатора. Для этого часто используют низкомолекулярные ПАВ, белки, фосфолипиды, полисахариды и другие поверхностно-активные полимеры [9, 10]. Эмульгаторы оказывают значительное влияние на поведение жира при кристаллизации, что обусловлено различной длиной их цепи и степенью насыщения [4].

Моно- и диглицериды (Е471) являются популярными эмульгаторами в таких отраслях пищевой промышленности, как кондитерская и хлебобулочная, а также производство молочных продуктов, включая мороженое [11]. Их получают из растительных и животных жиров. Они растворимы как в воде, так и в масле [8]. Функциональные свойства добавок Е471 зависят от их химического состава. И насыщенные, и ненасыщенные моноацилглицерины вытесняют белки из мембраны жировой глобулы. При понижении температуры адсорбированные насыщенные моноацилглицерины кристаллизуются и образуют твердый слой вокруг жировой глобулы, тем самым стабилизируют ее и препятствуют коалесценции и агрегации. Ненасыщенные моноацилглицерины дестабилизируют жировые глобулы, в результате чего образуется свободный жир, который впоследствии склеивается в более крупные жировые глобулы [11]. Частичная коалесценция является желаемым явлением в эмульсиях, которые должны быть аэрированы до состояния пены [12]. Частичная дестабилизация жира способствует распределению воздушных пузырьков, а также влияет на стабильность воздушной фазы, благодаря чему формируется структура мороженого. Кроме того, агломераты жира и воздушные пузырьки препятствуют миграции свободной влаги, что ограничивает рост кристаллов льда [13]. Дестабилизация жира также влияет на таяние мороженого [14].

Различный химический состав эмульгаторов может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на формирование жировой фазы и вызывать ее частичную дестабилизацию при фризеровании. Особенно важно учитывать процесс дестабили-

зации жира в производстве мороженого с высокой массовой долей жира (15 % и более) в связи с возможным пороком «крупитчатость», возникающим при высоком содержании свободного жира. Существует потребность в подборе эмульгаторов именно для этой категории мороженого. В настоящее время есть исследования по влиянию на показатели качества мороженого моно- и диглицеридов, применяемых в композиции. Кроме того, отдельные предприятия стали использовать дистиллированные моноглицериды, включающие моностеараты глицерина. Однако сведений об их влиянии на показатели качества мороженого практически нет. **Цель данной работы** – оценка влияния эмульгаторов с содержанием моностеаратов глицерина 60 и 95 % на показатели структуры, консистенции и окислительной стабильности мороженого пломбир с массовой долей молочного жира 15 %.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выработаны образцы мороженого пломбир с массовой долей жира 15 %, СОМО 10 %, сахарозы 14 % и содержанием комплексной стабилизационной системы 4,0 г/кг. Стабилизационные системы отличались типом используемого эмульгатора: в образце 1 – эмульгатор с содержанием моностеарата глицерина 60 % (GMS 60), в образце 2 – 95 % (DMG).

Сырьем для производства мороженого было масло сливочное с массовой долей жира 82,5 % (ГОСТ 32261-2013, АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина, Россия), молоко сухое обезжиренное (ГОСТ Р 52791-2007, АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина, Россия), сахар белый (ГОСТ 33222-2015, ТМ «Русский сахар», Россия), камедь рожкового дерева (CERAGUM, C.E. Roepel GmbH, Германия), гуаровая камедь (RICOL-RG-255, RAMA GUM INDUSTRIES, Индия), каппа-каррагинан (BLK1120, Китай), моно- и диглицериды жирных кислот GMS 60 (ZTCC GMS 60, Henan Zhengtong Food Technology Co., Ltd, Китай) и дистиллированные моноглицериды DMG (PT. Tung Cia Technology, Индонезия).

Образцы мороженого пломбир соответствовали ТР ТС 033/2013 и вырабатывались в соответствии с ТТИ ГОСТ 31457-2012 по традиционной схеме производства, включая все обязательные стадии технологического процесса. Для проведения исследований мороженое хранили при постоянной температуре минус 20 ± 1 °С.



Источник: изобр. элемент. freemilk.com

Показатели динамической вязкости определяли с использованием вискозиметра DV-II+PRO с ПО Rheocalc V3 1-1 (Brookfield, США) с поддержанием температуры пробы $4,0 \pm 0,5$ °С. Тесты на скорость плавления образцов [15] и формоустойчивость проводили в термостате TC-1/80 СПУ (Смоленское СКТБ СПУ, Россия) при постоянной температуре $20,0 \pm 1,5$ °С. Способность сохранять форму оценивали каждые 10 мин путем фотографирования образцов.

Индукционный период окисления жиров измеряли на анализаторе окислительной стабильности OXITEST (Velp Scientifica, Италия) с ПО OXISoft (Velp Scientifica, Италия). Суммарная масса пробы каждого образца была 30 г, рабочее давление в камере реактора – 6 бар при температуре 90 °С.

Дисперсность воздушной и жировой фазы фиксировали на микроскопе CX-41 (Olympus, Япония) с применением ПО ImageScore M (СМА, Россия). Размер воздушных пузырьков определяли с помощью автоматического подсчета, описанного в статье [16].

Твердость, адгезионную силу и клейкость определяли на текстурометре LFRA Texture Analyzer с ПО TexturePro Lite v1.1 (Brookfield, США). Для измерения использовали цилиндрический зонд TA 28 диаметром 2 мм. Скорость погружения зонда составляла 3,0 мм/с, глубина его погружения в поверхность продукта – 15 мм. Температура образца при измерении составила минус 20 ± 2 °С.

Обработку данных и построение графиков проводили с использованием программ Microsoft Excel, Past 4.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Разработка рецептур мороженого пломбир (с массовой долей молочного жира 15 %) с использованием новых эмульгаторов направлена на совершенствование его показателей качества. Выбор эмульгаторов GMS 60 и DMG основан на различном содержании в них моностеарата глицерина: 60 и 95 % соответственно.

Специально разработаны составы стабилизационных систем, на долю эмульгатора в которых приходилось 70 % от общего количества пищевых добавок. В качестве стабилизаторов использовали одинаковую композицию гидроколлоидов, состоящую из камедей рожкового дерева и гуаровой, каппа-каррагинана из расчета 1,2 г/кг. Соотношение эмульгатора и стабилизаторов 70/30 определено для более точной оценки влияния эмульгаторов на показатели качества мороженого.

При исследовании реологических показателей качества установлено, что в наибольшей степени образцы отличаются значениями динамической вязкости. Реологические показатели смеси и мороженого представлены в таблице 1.

Таблица 1. Реологические показатели смеси и мороженого

Показатели	Образец 1	Образец 2
Динамическая вязкость смеси до созревания, мПа·с	261,5 ± 15,6	460,0 ± 13,8
Динамическая вязкость смеси после созревания, мПа·с	279,5 ± 4,2	495,8 ± 42,5
Условная твердость, Н	20,4 ± 5,3	18,4 ± 2,4
Адгезионная сила, Н	2,4 ± 0,6	2,4 ± 0,5
Условная клейкость, Н·с	6,2 ± 1,1	4,6 ± 0,9

Данные, представленные в таблице 1, подтверждают, что дистиллированные моноглицериды (DMG) обладают функцией не только эмульгатора, но и стабилизатора. Вязкость смеси после созревания у образца 2 была больше в 1,7 раза, чем у образца 1. Однако вязкость смесей в образцах после созревания возросла только на 6–8 %, что указывает на невысокий деэмульгирующий эффект, создаваемый этими эмульгаторами. Показатели вязкости смеси в исследуемых образцах ниже желаемых для пломбира, что обусловлено составом гидроколлоидов и их суммарным содержанием. Данный факт учтен при проектировании состава стабилизационной системы с целью снижения влияния гидроколлоидов на показатели качества мороженого и оценивания непосредственной роли эмульгаторов в процессе изменения вязкости.

Температура созревания смесей для мороженого пломбир находилась в диапазоне 4–5 °С. Наибольшая способность к насыщению смеси воздухом отмечена в образце 2. Взбитость в образцах 1 и 2 составила 56 и 83 % соответственно. Температура выгрузки мороженого из фризера составляла от –4,5 до –5,1 °С.

При исследовании термостатических показателей качества установлено, что мороженое с использованием эмульгаторов, содержащих моностеараты глицерина, характеризуется высокими термоустойчивостью (табл. 2) и формоустойчивостью. По показателю «формоустойчивость» существенных различий между образцами не выявлено.

При термостатировании образцов через 60 мин плав не образовался, а через 120 мин его доля была незначительной, что обусловлено не только свойствами эмульгатора, но и наличием в продукте высокого содержания жира (15 %). В связи с этим интерес представляли исследования состояния жировой фазы в мороженом (рис. 1).

Таблица 2. Показатели устойчивости мороженого пломбир с различными эмульгаторами

Продолжительность выдерживания, мин	Массовая доля плава, %	
	Образец 1	Образец 2
60	0	0
90	0,85	0,29
120	2,56	1,12

Визуальная оценка представленных фотографий жировой фазы позволяет сделать вывод, что в образцах 1 и 2 присутствуют агломераты жировых частиц, в образце 2 они более крупные. Учитывая, что динамическая вязкость смесей после созревания увеличилась незначительно, можно предположить, что произошла незначительная десорбция белка с оболочек жировых шариков. Следовательно, моностеараты глицерина не обладают высокой деэмульгирующей способностью, а причиной образования агломератов является слипание жировых частиц в процессе фризирования из-за высокого их содержания.

Учитывая наличие тонкой оболочки на жировых шариках из-за высокого содержания жира и наличия его агломератов, изучен индукционный период окисления образцов (рис. 2).

Результаты исследований позволили определить, что наиболее устойчивым к окислению является образец 2, содержащий наибольшее количество моностеарата глицерина. Индукционный период жировой фазы в образце 2 длиннее в 2 раза, чем в образце 1. Наибольшая устойчивость к окислению жировой фазы в образце 2 обусловлена влиянием

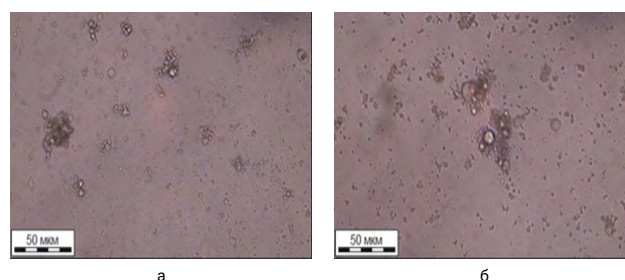


Рисунок 1. Дисперсность жировой фазы образцов мороженого пломбир с образованием агломератов: а) образец 1; б) образец 2

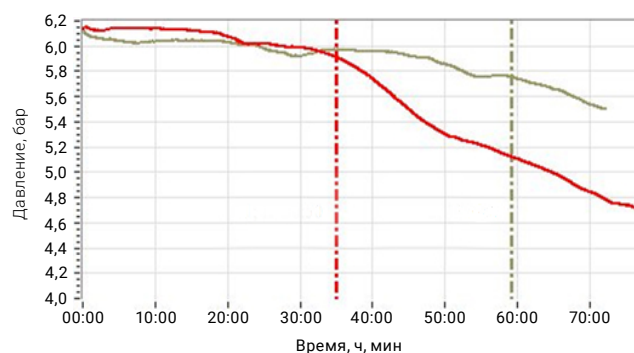


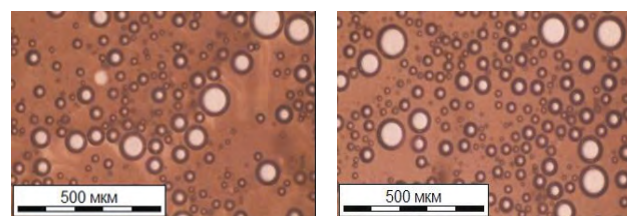
Рисунок 2. Индукционный период окисления жировой фазы в образцах мороженого



моностеарата глицерина. Можно предположить, что моностеарат глицерина обладает антиоксидантными свойствами, а по мере увеличения его содержания антиоксидантный эффект возрастает.

В процессе хранения изучена дисперсность структурных элементов, поскольку эмульгаторы влияют на воздушную фазу, а при наличии свойств стабилизатора – также на состояние кристаллов льда.

После закаливания в образцах 1 и 2 образовались воздушные пузырьки со средним диаметром $28,7 \pm 0,4$ мкм, через 3 мес. этот показатель составил $34,7 \pm 2,7$ мкм. Это подтверждает, что более мелкие воздушные пузырьки менее устойчивы, в процессе хранения происходит их укрупнение. Доля пузырьков размером до 50 мкм снизилась менее чем на 5 %. Отсутствие различий в дисперсности воздушной фазы в образцах 1 и 2 при различном содержании моностеарата глицерина (рис. 3) также свидетельствует о его пониженной деэмульгирующей способности.



а б

Рисунок 3. Состояние воздушной фазы в образцах мороженого: а) образец 1; б) образец 2

Увеличение содержания моностеарата глицерина в образце 2 привело к повышению дисперсности кристаллов льда. Через 3 мес. хранения средний размер кристаллов льда в образце 1 составил $27,9 \pm 1,1$ мкм, в образце 2 значения были меньше ($p < 0,05$) и достигли $25,6 \pm 0,9$ мкм. Это еще раз подтверждает, что эмульгаторы с высоким содержанием моностеарата глицерина обладают свойствами стабилизатора. Доля кристаллов льда размером до 50 мкм в образцах 1 и 2 была высокой и составляла 93 и 95 % соответственно.

ВЫВОДЫ

Проведены исследования по применению в производстве мороженого с высокой массовой долей жира (мороженое пломбир), эмульгаторов с содержанием моностеарата глицерина 60 и 95 %. Исследованные эмульгаторы обладают пониженным деэмульгирующим эффектом, что необходимо в производстве мороженого с высоким содержанием жира (15 % и более). Установлена целесообразность применения в производстве мороженого эмульгаторов с содержанием моностеарата глицерина 95 %, оказывающего положительное влияние на динамическую вязкость смеси, способность смеси к насыщению воздухом и окислительную стабильность жира.

Поступила в редакцию: 09.12.2025

Принята в печать: 17.03.2026

GLYCEROL MONOSTEARATES IN HIGH-FAT ICE CREAM

Anna V. Landikhovskaya, Antonina A. Tvorogova, Dmitry M. Ermochkov

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

Abstract. Ice cream is a complex food product stabilized by emulsifiers that maintain fat-water equilibrium. Mono- and diglycerides of fatty acids are the most popular industrial ice-cream emulsifiers. Monoglyceride emulsifiers contain glycerol monostearates, whose properties are similar to stabilizers and emulsifiers. This article describes the effect of monoglycerides on the quality of ice cream during production and storage. Experimental ice cream mixes demonstrated better viscosity with 95% glycerol monostearates, which enhanced the stability of fat globules and, eventually, the structural integrity of the finished product. The sample with 95% glycerol monostearate was the most resistant to oxidation: the oxidation induction period of the fat phase was twice as long as in the control sample, suggesting the presence of antioxidant properties in glycerol monostearates. The emulsifier sample with 95% glycerol monostearate promoted finer ice crystal dispersion, maintaining the smallest crystal size even after three months of storage. Emulsifiers with high concentrations of glycerol monostearate proved able to enhance the consistency, structure, and oxidative stability of high-fat ice cream.

Keywords: ice cream, fat phase, emulsifiers, induction period, air phase

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Pangastuti, H. A.** Effect of protein-phenolic acid complexes on ice cream structure and meltdown behavior / H. A. Pangastuti, S. Wattanachaisaereekul, P. Pinsirodom // Food Science and Technology. 2024. Vol. 213. Art. no. 117065. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117065>
2. **Muse, M. R.** Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness / M. R. Muse, R. W. Hartel // Journal of Dairy Science. 2004. Vol. 87(1). P. 1–10. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73135-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5)
3. **Творогова, А. А.** Мороженое в России и СССР: Теория. Практика. Развитие технологий / А. А. Творогова. – СПб.: ИД «Профессия», 2021. – 249 с.
4. **Wu, B.** The science of ice cream meltdown and structural collapse: A comprehensive review / B. Wu [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2025. Vol. 24(4). Art. no. e70226. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70226>
5. **Csáki, K. F.** Who will carry out the tests that would be necessary for proper safety evaluation of food emulsifiers? / K. F. Csáki, É. Sebestyén // Food Science and Human Wellness. 2019. Vol. 8(2). P. 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.04.001>
6. **Неповинных, Н. В.** Пищевые гидроколлоиды: классификация, химические свойства и применение / Н. В. Неповинных, О. Н. Петрова // Пищевые системы. 2025. Т. 8. №1. С. 66–72. DOI 10.21323/2618-9771-2025-8-1-66-72; <https://elibrary.ru/wjeckx>
7. **Blount, R. J. S.** Influence of water content and emulsifiers on the stability and texture of oleogel-emulsions. / R. J. S. Blount, M. J. Ferdaus, R. C. da Silva // Applied Food Research. 2025. Vol. 5(1). Art. no. 100796. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100796>
8. **Henaio-Ardila, A.** Emulsification and stabilisation technologies used for the inclusion of lipophilic functional ingredients in food systems / A. Henaio-Ardila, M. X. Quintanilla-Carvajal, F. L. Moreno // Heliyon. 2024. Vol. 10(11). Art. no. e32150. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32150>
9. **Alam, S.** Investigation utilizing the HLB concept for the development of moisturizing cream and lotion: In-vitro characterization and stability evaluation / S. Alam [et al.] // Cosmetics. 2020. Vol. 7(2). Art. no. 43. <https://doi.org/10.3390/cosmetics7020043>
10. **Xiao, T.** Advances in emulsion stability: A review on mechanisms, role of emulsifiers, and applications in food / T. Xiao [et al.] // Food Chemistry: X. 2025. Vol. 29. Art. no. 102792. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102792>
11. **Blankart, M.** Effect of storage at high temperature on chemical (composition) and techno-functional characteristics of E471 food emulsifiers applied to aerosol whipping cream / M. Blankart [et al.] // Journal of Food Engineering. 2019. Vol. 277(1). Art. no. 109882. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109882>
12. **Krog, N.** Additives in Dairy Foods: Emulsifiers / N. Krog // Encyclopedia of Dairy Sciences. – Elsevier, 2011. – P. 61–71. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374407-4.00006-6>
13. **Barfod, N. M.** Structure and function of emulsifiers and their role in microstructure formation in complex foods / N. M. Barfod, F. V. Sparso // Understanding and Controlling the Microstructure of Complex Foods. – Elsevier, 2007. – P. 113–152. <https://doi.org/10.1533/9781845693671.1.113>
14. **Liu, X.** Effect of fat aggregate size and percentage on the melting properties of ice cream / X. Liu, G. Sala, E. Scholten // Food Research International. 2022. Vol. 160. Art. no. 111709. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111709>
15. **Ландиховская, А. В.** Влияние массовой доли стабилизаторов на показатели качества мороженого экономкласса / А. В. Ландиховская, А. А. Творогова // Молочная промышленность. 2025. № 4. С. 63–69. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2025-4-50>; <https://elibrary.ru/wakfwb>
16. **Королев, И. А.** Автоматизированное определение дисперсности воздушной фазы в мороженом с применением методов машинного обучения / И. А. Королев // Техника и технология пищевых производств. 2023. Т. 53, № 3. С. 455–464. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-3-2448>; <https://elibrary.ru/ejoplml>

ВОССТАНОВИТЕЛИ МОЛОКА, ДИСПЕРГАТОРЫ, ГОМОГЕНИЗАТОРЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

ВОССТАНОВИТЕЛИ МОЛОКА



МНОГОКАМЕРНЫЕ СМЕСИТЕЛИ-ДИСПЕРГАТОРЫ СДГ-20

Производительность - до 40 000 л/час
Напор - до 5атм



Производительность - до 30 000 л/час
Мощность - 18,5 кВт
Внесение и растворение сухого молока, сахара, солей

ДИСПЕРГАТОРЫ (РДН)



РДН-1, РДН-2, РДН5, РДН-7, РДН-10

РДН-1 (1м3/час, 2атм, 1,5кВт)
РДН-2 (3м3/час, 2 атм, 4кВт)
РДН-5 (15м3/час, 2атм, 7,5кВт)
РДН-5-01 (15м3/час, 2атм, 11кВт)
РДН-7 (20м3/час, 2атм, 11кВт)
РДН-7-01 (20м3/час, 2атм, 15кВт)
РДН-10 (25м3/час, 2атм, 15кВт)
РДН-10 (25м3/час, 2атм, 18,5кВт)
РДН-10-02 (25м3/час, 2атм, 22кВт)
РДН-10-04 (25м3/час, 2атм, 30кВт)
РДН-10/20 (40м3/час, 4атм, 22кВт)



ГОМОГЕНИЗАТОРЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (ГМ)



5 000 л/час
до 200 атм
37 кВт

ГМ3,0/20Д

3 000 л/час
до 200 атм
22,0 кВт

ГМ2,5/20М2Д

2 500 л/час
до 200 атм
18,5 кВт

ГМ1,25/20М2Д

1 250 л/час
до 200 атм
11 кВт

ГМ0,5/20М1Д

500 л/час
до 200 атм
4 кВт



ООО ИТЦ "ПИЩМАШСЕРВИС"
+7 (495)775-18-00
www.pmserv.com
Москва, Мажоров пер., д.14, стр.5

СДЕЛАНО
В
РОССИИ
На правах рекламы