

УДК 663.674

Трубікова А.А.

Одеська національна академія харчових технологій

Чабанова О.Б.

Одеська національна академія харчових технологій

Шарахматова Т.Є.

Одеська національна академія харчових технологій

Бондар С.М.

Одеська національна академія харчових технологій

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗБЕРІГАННЯ НИЗЬКОЛАКТОЗНОГО МОРОЗИВА

Правильне зберігання морозива забезпечує збереження його харчової та біологічної цінності, оберегає від псування та вад протягом всього терміну придатності. Під час зберігання морозива у його складі та якості відбуваються різні зміни, які можна уповільнити, сильно загальмувати, але повністю уникнути не можна. Основними компонентами рецептури зразків низьколактозного морозива обрано: рідкий безлактозний білково-ліпідний концентрат маслянки, пребіотики (інулін та лактулоза), стабілізатор, цукор, імбир, лимонна кислота та йогуртна основа (суміш маслянки і сухого безлактозного знежиреного молока) зі зниженим вмістом лактози та з пробіотичними властивостями (для виробництва йогуртної основи використовували суху бактеріальну закваску «Йогурт» (VIVO), до складу якої входять культури: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis*. Термін придатності зразків низьколактозного морозива визначали за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними, структурно-механічними показниками якості. Результати проведених досліджень дають можливість стверджувати, що гарантований термін зберігання досліджуваного продукту – не більше 180 днів за температури мінус 26...мінус 28°C. Протягом цього часу зберігаються пробіотичні властивості зразків низьколактозного морозива. Найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів у зразках через 180 днів зберігання становить $1 \cdot 10^7$ КУО/1г, кількість біфідобактерій – $1 \cdot 10^7$ – $5 \cdot 10^7$ КУО/1г. Бактерії групи кишкових паличок у 0,1 г низьколактозного морозива протягом 6 місяців зберігання не виявлені. Титрована кислотність зразків наприкінці зберігання не перевищувала 60°Т. У дослідних зразках морозива протягом 180 днів зберігання показники збитості та опору таненню змінилися не значно, а саме збитість зменшилась на 3,3–3,8 %, а опір таненню – на 4,2–4,4 %. Структурні елементи (повітряні бульбашки і кристали льоду) в молочному низьколактозному морозиві характеризуються високою дисперсністю. Зокрема, частка кристалів льоду до 50 мкм перевищувала 90% після процесу загартування. Після загартування та в процесі зберігання в зразках утворюються дрібні, органолептично невідчутні (менше 50 мкм) кристали льоду. Середні розміри кристалів льоду в зразках низьколактозного морозива під час зберігання протягом 180 днів збільшились на 17,6%–20,7%. Середні розміри повітряних пухирців у зразках низьколактозного морозива зменшились на 6,7%–7,1%. Кристали лактози в зразках не ідентифіковані. Вміст лактози в зразках морозива становить 0,98%–1,24%. Незначні зміни фізико-хімічних показників зразків низьколактозного морозива не впливають на органолептичні показники продукту, а відсутність бактерій групи кишкових паличок є вагомим доказом правильності вибору всіх режимів основних технологічних процесів та свідчить про збереження якості продукту у процесі зберігання і його повну відповідність усім вимогам нормативно-технічної документації.

Ключові слова: низьколактозне морозиво, зберігання, показники якості.

Вступ. Збереження якісного складу морозива протягом всього терміну придатності – важливе завдання, що стоїть перед виробниками морозива. Термін придатності визначають за фізико-хімічними, мікробіологічними показниками,

режимом зберігання, транспортування та реалізації морозива.

Згідно з ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови» зберігання морозива на підприємствах-виробниках і

холодокомбінатах здійснюють у камерах за температури, що не перевищує мінус 18°C. Температура морозива в центрі порції під час відпуску з підприємства-виробника має бути не вище мінус 12°C. Строк придатності молочного морозива за температури мінус 18°C становить 10 місяців, за температури мінус 24 – 12 місяців.

Насправді зберігають морозиво за більш низьких температур, до мінус 30°C. Це значною мірою сприяє збереженню його якісних показників. За температури мінус 18°C в морозиві відбуваються помітні зміни (збитість морозива знижується, відбувається усадка через перекристалізацію водної фази продукту, з'являються органолептично відчутні кристали льоду і лактози у разі досягнення їх розмірів більше 50 мкм тощо). На розміри кристалів льоду в морозиві впливає частка вимороженої води в процесі фризювання, яка є функцією температури і залежить від кріоскопічної температури суміші, температури вивантаження морозива з фризера і швидкості закалювання. Температура фризювання і зберігання впливає на вуглеводний склад морозива. За температури мінус 1°C починається утворення кристалів лактози, а до кінця фризювання (мінус 5°C) спостерігається не тільки збільшення їх кількості, а й зростання їх розмірів, що пов'язано з перенасиченням розчину лактози через виморожування вологи. Органолептично лактоза не відчувається, якщо її розміри до 10 мкм, за 10–24 мкм відзначається порок «мучнистість», а понад 25 мкм – «піщанистість» [2].

У загартовуванні морозива відбувається подальше збільшення вимороженої води, тому знову відбувається перенасичення розчину і утворюються нові кристали і збільшуються вже наявні. З цього випливає, що зберігати морозива за температури мінус 12°C протягом допустимих термінів не можна, за температури мінус 18°C є ризик виникнення великих кристалів лактози. За мінус 30°C можна зберігати морозиво без ризику появи великих кристалів лактози. Зберігання морозива за температури мінус 18°C не перешкоджає протіканню в морозиві основних видів псування – окислення жирової фази і зниження дисперсності структурних елементів [3].

Метою роботи є обґрунтування режимів зберігання низьколактозного морозива.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- дослідження органолептичних, мікробіологічних показників низьколактозного морозива під час зберігання;
- визначення дисперсності основних структурних елементів у низьколактозному морозиві

(розмірів кристалів льоду та повітряних пухирців) під час зберігання;

- визначення збитості морозива та опору танення під час зберігання.

Матеріали і методи досліджень.

Ця праця є продовженням роботи авторів [4–6].

Об'єкт дослідження – низьколактозне морозиво.

Основними інгредієнтами рецептури морозива обрано дві функціональні основи, що отримані в лабораторних умовах: рідкий безлактозний концентрат маслянки (ББКМ), який отримували мембранними способами [4,5] і йогуртна основа (суміш маслянки з сухим безлактозним знежиреним молоком (ЙО) зі зниженим вмістом лактози із пробіотичними властивостями) [6]. Для виробництва йогурту використовували сухе знежирене безлактозне молоко, суху бактеріальну закваску «Йогурт» (VIVO) (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis*) (ТОВ «ВІВО–АКТИВ», Україна). Додатковими інгредієнтами рецептури суміші морозива обрано: стабілізатор «Ультра текс» ICE1 - 0023 (ПП «Текстра-Віта», Україна), що має такий склад: крохмаль модифікований Е 1442, концентрат сироваткових білків, крохмаль модифікований Е 1450, моно- та дігліцериди жирних кислот Е 471, гуарова камідь Е 412, камідь ріжкового дерева Е 410; препарат інуліну (ТМ «Frutafit IQ», виробництва «Sensus», Roosendal, Нідерланди); препарат лактулози («Fresenius Kabi Company», Італія); лимонна кислота (ТМ «Мрія», Україна); порошок імбиру (ТМ «Еко», Україна).

Рецептура низьколактозного морозива наведена в табл. 1.

Під час проведення експериментів використані такі методи досліджень: титрована кислотність – за ГОСТ 3624–92; органолептичні показники – за ДСТУ 3662–97; масова частка сухих речовин – за ДСТУ 8552:2015; розміри кристалів льоду – [7]; розміри повітряних пухирців – [7]; мікробіологічні показники: кількість бактерій групи кишкових паличок – за ДСТУ IDF 73 А; найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів – за ГОСТ 9225–84; кількість біфідобактерій – за ДСТУ 7355:2013.

Викладення основного матеріалу. Контроль якості зразків низьколактозного морозива (табл. 1) під час зберігання проводили раз на місяць протягом півроку. Зберігали морозиво за температури мінус 26...мінус 28°C.

Органолептичні показники дослідних зразків не змінювались протягом 6 місяців; титрована кислотність зразків наприкінці зберігання не перевищувала 60°Т.

Таблиця 1

Рецептура на низьколактозне морозиво

Сировина	Маса сировини, кг	
	Зразок 1	Зразок 2
Рідкий безлактозний білковий концентрат з маслянки (ББКМ), отриманий діафільтрацією (DV=7) УФ ретентату при ФК=4 (Ж=1,6 %); СЗМЗ=13,5 %)	488,1	-
Рідкий безлактозний білковий концентрат з маслянки (ББКМ), отриманий діафільтрацією (DV=7) УФ ретентату при ФК=5 (Ж= 2,0 %; СЗМЗ = 16,94 %)	-	411,5
Інулін (СР=95,8 %)	40	40
Лактулоза (СР=99,2 %)	10	10
Цукор	130,0	120,0
Стабілізатор	2,0	2,5
Імбир	3	3
Йогуртна основа (ЙО) (Ж=0,54 %; СЗМЗ =12,34 %)	325,4	411,5
Лимонна кислота	1,5	1,5
Всього	1000	1000

Таблиця 2

Зміна кількості молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій під час зберігання

Кількість діб зберігання	Найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів, КУО/1г, не менше	Кількість біфідобактерій, КУО/1г, не менше		
		зразок 1	зразок 2	зразок 1
готовий продукт	$2,5 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$
30	$2,5 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^9$	$2,5 \cdot 10^9$
60	$1 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^8$
90	$5 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$
120	$3 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$
150	$2,5 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^7$
180	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$

Бактерії групи кишкових паличок у 0,1 г продукту протягом 6 місяців зберігання не виявлені.

Зміна кількості молочнокислих мікроорганізмів та біфідобактерій під час зберігання наведена в табл. 2.

Пробіотичні властивості низьколактозного морозива зберігаються протягом 180 днів. Найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів через 180 діб зберігання становить $1 \cdot 10^7$ КУО/1г (для зразків 1 і 2) та кількість біфідобактерій – $5 \cdot 10^7$ та $1 \cdot 10^7$ КУО/1г відповідно. Такий високий показник виживання пов'язаний із вмістом у заквасці мікроорганізмів, що адаптовані до низьких температур та з внесенням лактулози та інуліну в суміш, які сприяють підвищенню виживання заквасочної мікрофлори в умовах заморожування.

Зміна показника збитості низьколактозного морозива під час зберігання наведена на рис. 1, зміна показника опору морозива таненню під час зберігання – на рис. 2.

Аналіз отриманих результатів (рис. 1, 2) показує, що у дослідних зразках протягом 180 діб

зберігання показники якості (збитість та опір таненню) змінилися не значно, а саме збитість зменшилась на 3,3–3,8%, а опір таненню – на 4,2–4,4%. Це зумовлено операцією визрівання суміші, яка покращує показники якості морозива під час визрівання, частковою гідратацією молочних білків та стабілізатора, адсорбцією поверхнево-активних речовин, що містяться в стабілізаторі та маслянці на поверхні жирових кульок, а також твердінням гліцеридів жиру у вигляді змішаних кристалів всередині них.

Структурні елементи (повітряні бульбашки і кристали льоду) в молочному низьколактозному морозиві характеризуються високою дисперсністю. Зокрема, частка кристалів льоду до 50 мкм перевищувала 90% після загартування (рис. 3). Це зумовлено підвищенням в'язкості незамороженої фази, що пригнічує процеси формування зародків кристалутворення і кристалізації. Інулін, що входить до складу низьколактозного морозива, інгібує процес зростання великих кристалів льоду.

У таблиці 3 наведені результати визначення дисперсності основних структурних елементів у

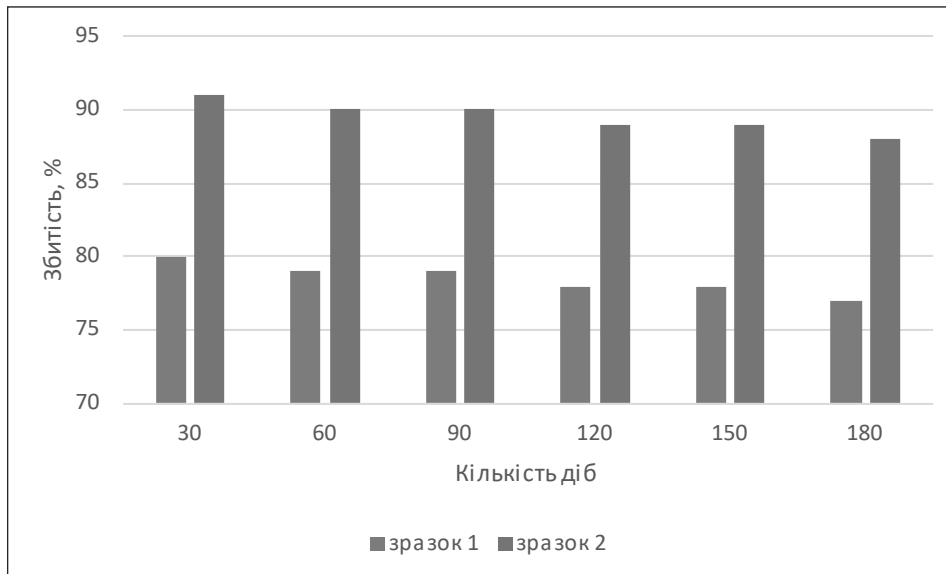


Рис. 1. Зміна показника збитості низьколактозного морозива під час зберігання

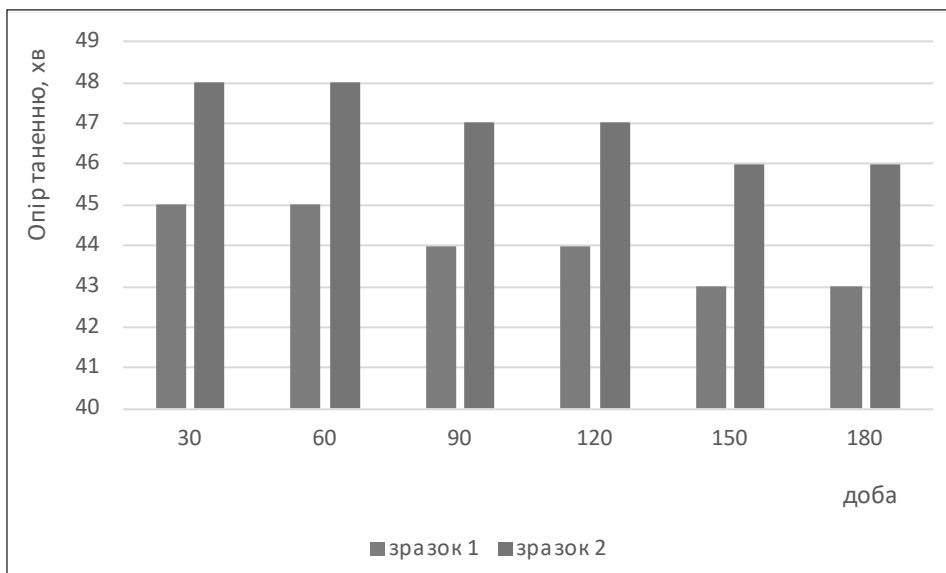


Рис. 2. Зміна показника опору морозива таненню під час зберігання

зразках низьколактозного морозива під час зберігання.

Після загартування та в процесі зберігання в обох зразках утворюються дрібні, органолептично невідчутні (менше 50 мкм) кристали льоду (табл. 3). Середні розміри кристалів льоду під час зберігання збільшились на 17,6% (зразок 1) та 20,7% (зразок 2). Середні розміри повітряних пухирців зменшились на 6,7% та 7,1% відповідно. Кристали лактози не ідентифіковані. Вміст лактози в зразках становить 0,98% та 1,24%.

Результати проведених досліджень дають можливість стверджувати, що гарантований термін

зберігання досліджуваного продукту має бути не більше 180 днів за температурі мінус 26...мінус 28°C. Протягом цього часу зберігаються пробіотичні властивості зразків низьколактозного морозива, незначні зміни фізико-хімічних показників зразків низьколактозного морозива не впливають на органолептичні показники продукту, а відсутність БГКП є вагомим доказом правильності вибору всіх режимів основних технологічних процесів та свідчить про збереження якості продукту у процесі зберігання і його повну відповідність усім вимогам нормативно-технічної документації.

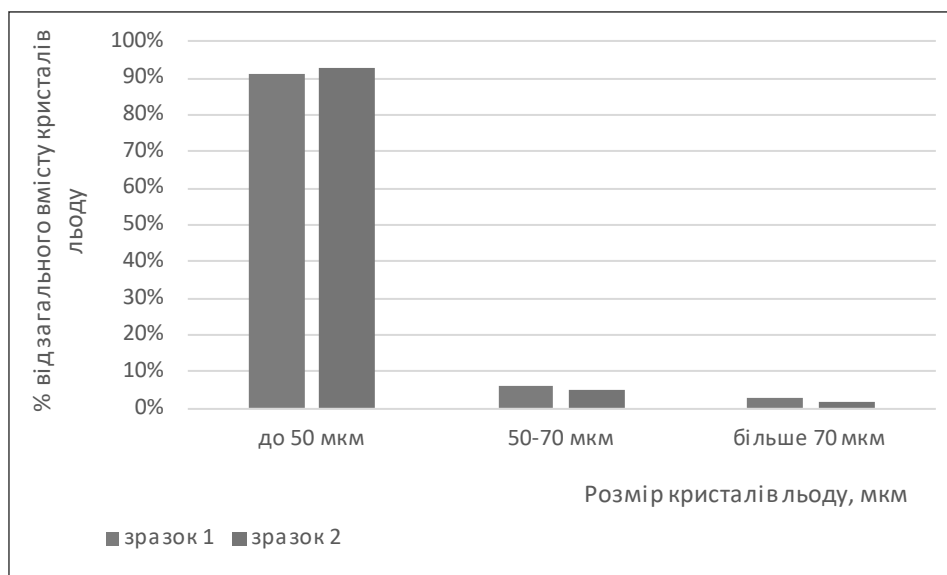


Рис. 3. Розподіл кристалів льоду за розмірами в зразках морозива після загартування

Таблиця 3
Дисперсність структурних елементів у морозиві під час зберігання

Зразок	Основні структурні елементи, середній розмір, мкм	
	кристали льоду	повітряні пухирці
Зразок 1		
після загартування	34	45
через 1 місяць	37	44
через 2 місяці	38	44
через 4 місяці	39	43
через 6 місяців	40	42
Зразок 2		
після загартування	29	42
через 1 місяць	30	41
через 2 місяці	32	41
через 4 місяці	34	40
через 6 місяців	35	39

Висновки. Гарантований термін зберігання низьколактозного морозива –180 діб. Органолептичні показники дослідних зразків не змінювались протягом 180 діб; титрована кислотність зразків наприкінці зберігання не перевищувала 60°Т. Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 г продукту протягом 6 місяців зберігання не виявлені. Найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів через 180 діб зберігання становило $1 \cdot 10^7$ КУО/1 г, кількість біфідобактерій – $5 \cdot 10^7$ КУО/1 г.

Після загартування та в процесі зберігання низьколактозного морозива утворились дрібні, органолептично невідчутні (менше 50 мкм) кристали льоду. Середні розміри кристалів льоду під час зберігання збільшилися на 17,6%–20,7%. Середні розміри повітряних пухирців зменшилися на 6,7% – 7,1%.

Збитість та опір таненню протягом 180 діб зберігання змінилися не значно, а саме збитість зменшилась на 3,3–3,8%, а опір таненню – на 4,2–4,4%.

Список літератури:

1. ДСТУ 4733:2007 Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови.
2. Оленев Ю. А. Льдообразование в мороженом. Мир мороженого и быстрозамороженных продуктов. 2005. № 1. С. 14–15.
3. Гурский И.А., Творогова А.А. Сохранение качества мороженого при температуре -18 °С. Мир мороженого и быстрозамороженных продуктов. 2018. №1. С. 12–15.
4. Bondar S., Trubnikova A., Chabanova O. Дослідження мембранного процесу видалення лактози з концентрату маслянки. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 2018. Т. 20. № 85. С. 62–69.
5. S. Bondar, O. Chabanova, T. Sharakhmatova, A. Trubnikova. Analysis of a new diafiltration method of cleaning buttermilk from lactose with mineral composition preserved. Харчова наука та технологія. 2018. Т. 12. №. 1. С.90–98.

6. Трубнікова А.А., Шарахматова Т.Є., Мамінтова К.О., Цупра О.С. Біотехнологічні аспекти отримання йогуртної основи для виробництва низьколактозного морозива. Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ». 2018. № 9 (1285). С. 243–255.

7. Поліщук Г.Є. Формування складних дисперсних систем молочного морозива з натуральними компонентами: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.04. Київ, 2013. 438 с.

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ НИЗКОЛАКТОЗНОГО МОРОЖЕНОГО

Правильное хранение мороженого обеспечивает сохранение его пищевой и биологической ценности, предохраняет от порчи и недостатков в течение всего срока годности. При хранении мороженого в его составе и качестве происходят различные изменения, которые можно замедлить, сильно затормозить, но полностью избежать нельзя. Основными компонентами рецептуры образцов низьколактозного мороженого избраны: жидкий безлактозный белково-липидный концентрат пахты, пребиотики (инулин и лактулоза), стабилизатор, сахар, имбирь, лимонная кислота и йогуртная основа (смесь пахты и сухого безлактозного обезжиренного молока) с пониженным содержанием лактозы и с пробиотическими свойствами (для производства йогуртної основи використовували сухую бактеріальну закваску «Йогурт» (VIVO), в состав которой входят культуры: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis*). Срок годности образцов низьколактозного мороженого определяли по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим, структурно-механическим показателям качества. Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что гарантированный срок хранения исследуемого продукта – не более 180 суток при температуре минус 26 ... минус 28°C. В течение этого времени сохраняются пробиотические свойства образцов низьколактозного мороженого. Наиболее вероятное число молочнокислых микроорганизмов в образцах через 180 суток хранения составляет $1 \cdot 10^7$ КОЕ/1г, количество бифидобактерий – $1 \cdot 10^7$... $5 \cdot 10^7$ КОЕ/1г. Бактерии группы кишечных палочек в 0,1 г низьколактозного мороженого в течение 6 месяцев хранения не выявлены. Титруемая кислотность образцов в конце хранения не превышала 60°Т. В опытных образцах мороженого в течение 180 суток хранения показатели сбитости и сопротивления таянию изменились незначительно, а именно взбитость уменьшилась на 3,3–3,8%, а сопротивление таянию – на 4,2–4,4%. Структурные элементы (воздушные пузырьки и кристаллы льда) в молочном низьколактожном мороженом характеризуются высокой дисперсностью. В частности, доля кристаллов льда до 50 мкм превышала 90% после процесса закалки. После закалки и в процессе хранения в образцах образуются мелкие, органолептически неощутимые (менее 50 мкм) кристаллы льда. Средние размеры кристаллов льда в образцах низьколактозного мороженого при хранении в течение 180 дней увеличились на 17,6%–20,7%. Средние размеры воздушных пузырьков в образцах низьколактозного мороженого уменьшились на 6,7%–7,1%. Кристаллы лактозы в образцах не идентифицированы. Содержание лактозы в образцах мороженого составляет 0,98%–1,24%. Незначительные изменения физико-химических показателей образцов низьколактозного мороженого не влияют на органолептические показатели продукта, а отсутствие бактерий группы кишечных палочек является весомым доказательством правильности выбора всех режимов основных технологических процессов и свидетельствуют о сохранении качества продукта в процессе хранения и его полное соответствие всем требованиям нормативно-технической документации.

Ключевые слова: низьколактозное мороженое, хранение, показатели качества.

REGULATED REGIMES OF LIBRARY OF LOW-CLOCTOTIC FROZEN

Proper storage of ice cream ensures the preservation of its nutritional and biological value, protects against spoilage and deficiencies during the entire shelf life. When storing ice cream in its composition and quality, various changes occur that can be slowed down, slowed down considerably, but can not be completely avoided. The main components of the formulation of low-lactose ice cream samples are: liquid lactose-free protein-lipid concentrate of buttermilk, prebiotics (inulin and lactulose), stabilizer, sugar, ginger, citric acid and yoghurt base (a mixture of buttermilk and dry, lactose-free skim milk) with a reduced lactose content and probiotic properties (a dry bacterial “Yogurt” (VIVO) starter was used for the production of a yogurt base, which includes cultures: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacteri*). The results of the conducted studies allow us to state that the guaranteed shelf life of the tested product is not more than 180 days at a temperature of minus 26–28°C. During this time, the probiotic properties of samples of low-lactose ice cream are preserved. The most probable number of lactic acid microorganisms in the samples after 180 days of storage is $1 \cdot 10^7$ CFU/1 g, the number of bifidobacteria is $1 \cdot 10^7$... $5 \cdot 10^7$ CFU/1 g. Bacteria of the group of *E. coli* in 0.1 g of low-lactose ice cream for 6 months of storage not detected. The titrated acidity of the samples at the end of storage did not exceed 60°Т. In test

samples of ice cream for 180 days of storage, the rates of confluence and melting resistance changed insignificantly, namely the whipping decreased by 3.3–3.8%, and the melting resistance – by 4.2–4.4%. Structural elements (air bubbles and ice crystals) in dairy lactate-free ice cream are characterized by high dispersity. In particular, the fraction of ice crystals up to 50 μm exceeded 90% after the quenching process. After quenching and during storage, fine, organoleptic imperceptible (less than 50 microns) ice crystals are formed in the samples. The average size of ice crystals in samples of low-lactose ice cream during storage for 180 days increased by 17.6%–20.7%. The average size of air bubbles in samples of low-lactose ice cream decreased by 6.7%–7.1%. Crystals of lactose in the samples are not identified. The content of lactose in ice cream samples is 0.98%–1.24%. Minor changes in the physicochemical parameters of samples of low-lactose ice cream do not affect the organoleptic characteristics of the product, and the absence of bacteria of the coliform group is a weighty proof of the correctness of the choice of all modes of basic technological processes and indicate preservation of the quality of the product during storage and its full compliance with all requirements of regulatory and technical documentation.

Key words: *low-lactose ice cream, storage, quality indicators.*