

УДК 663.674

И.А. Евдокимов, И.К. Куликова, В.Д. Эрешова**ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НИЗКОЛАКТОЗНОГО МОРОЖЕНОГО**

В данной статье рассматривается получение нового функционального продукта – закаленного низколактозного мороженого – с помощью ферментативного гидролиза лактозы. Изучено влияние ферментативного гидролиза лактозы в смесях мороженого на изменение микробиологических показателей и качество готового продукта. Исследовано влияние ферментативной обработки на безопасность закаленного низколактозного мороженого. Рассмотрено влияние ферментного препарата β -галактозидазы на физико-химические, органолептические и структурные свойства готового продукта. Приведены данные о хранимоспособности закаленного низколактозного мороженого.

Мороженое, ферментативный гидролиз, микробиологическая безопасность.

Введение

В настоящее время проблема лактазной недостаточности, которой страдает практически половина взрослого населения земного шара, является одной из наиболее распространенных. Из-за недостаточности фермента лактазы в кишечнике пищеварительная система таких людей не в состоянии усваивать лактозу. В результате происходит ферментация лактозы в толстом кишечнике, что приводит к образованию газообразного водорода и метана. Нарушается общая работа кишечника и сокращается поступление важных для организма веществ, а также повышается восприимчивость к паразитарным инфекциям, росту дрожжей и бактерий [1].

Люди, страдающие лактазной недостаточностью, вынуждены либо исключать из рациона питания традиционные молочные продукты, в том числе и мороженое, либо принимать препараты лактазы постоянно. Специально для этой группы потребителей разрабатываются профилактические низколактозные и безлактозные молочные продукты.

Основное назначение низколактозных продуктов – удовлетворение потребности в молочных продуктах людей, испытывающих физиологические недомогания при их приеме в обычном виде из-за интолерантности к компонентам и фракциям составных частей молока.

В настоящее время уже существует довольно много продуктов с пониженным содержанием лактозы: молоко, фруктовый йогурт, сбитые сливки, сливочное масло, натуральный творог, сливки, сметана, домашний сыр, простокваша, сыры, мягкое мороженое, йогурты и фруктово-молочные напитки. Помимо традиционных продуктов разработан ряд продуктов для кормления детей с лактазной недостаточностью [1].

Мороженое – это десерт, рецептуры и технологические особенности производства которого постоянно совершенствуются. В последние годы большое внимание уделяется созданию мороженого с функциональными свойствами, обеспечивающими решение различных проблем в области здоровья. Например, для получения мороженого с функциональными свойствами и пониженной калорийностью разработчиками предложено вместо рафинированного сахара и воды вносить гидро-

лизованный молочно-растительный экстракт ячменя [2]. Другим примером может служить способ производства мягкого мороженого, который включает смешивание компонентов: молока обезжиренного, сыворотки сухой деминерализованной, сахара, стабилизаторов, фермента β -галактозидазы, красителей и ароматизаторов и воды. Затем проводят гидролиз лактозы до 50 %, после чего вносят жир. Далее осуществляют пастеризацию, гомогенизацию, фризирование и закаливание [3].

Исследования в области получения закаленного низколактозного мороженого при использовании традиционных молочных компонентов (молока цельного, молока обезжиренного, сливок), входящих в состав рецептур мороженого, гидролизованных дрожжевой лактазой для получения низколактозного продукта, который обладает лечебно-профилактическим действием, хорошими физико-химическими и органолептическими свойствами, ранее не проводились.

С учетом общих тенденций в питании, отсутствия на отечественном рынке закаленного низколактозного мороженого разработка технологии указанного продукта является актуальной.

Изученный нами процесс гидролиза лактозы в смесях для мороженого с помощью фермента β -галактозидазы [4,5] позволил разработать технологию получения низколактозного мороженого, которая включает приготовление смеси мороженого (содержащей жидкие и сухие молочные компоненты, стабилизатор, сахар, воду), ее фильтрацию, пастеризацию, гомогенизацию, охлаждение до температуры ферментации, ферментацию, охлаждение и созревание смеси, фризирование, фасование и закаливание.

Так как мороженое является готовым продуктом массового потребления, имеющим продолжительный срок годности, к его производству и качеству, особенно по микробиологическим показателям, предъявляют строгие требования [6].

Поскольку за последние годы тенденция передачи через пищу инфекционных заболеваний значительно возросла, все чаще регистрируются эпидемические вспышки, которые связаны с употреблением молочных продуктов, в том числе и мороженого [7]. Поэтому нами было изучено влияние ферментативного гидролиза

лактозы в смесях для мороженого на микробиологические показатели и качество готового продукта.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили смеси для мороженого и образцы готового мороженого. Для приготовления образцов использовалось молоко по ГОСТ Р 52090–2003, сливки по ГОСТ Р 52091–2003, молоко сухое обезжиренное по ГОСТ Р 10970–87, сахар по ГОСТ 22–94, ванилин по ГОСТ 2874–82, вода по ГОСТ 16599–71.

Рецептура приготовления смесей для мороженого представлена в табл. 1.

Таблица 1

Рецептура молочного мороженого на 1 т без учета потерь

Наименование	Количество, кг
Молоко (МДЖ=3,2%)	500,0
Сливки (МДЖ=20%; СОМО=6,4%; МДСВ=26,4%)	170,0
Молоко сухое обезжиренное (СОМО=95%)	55,0
Сахар	115,0
Кремодан 408	5,0
Ванилин	0,1
Вода	154,9
Ферментный препарат β-галактозидаза	0,4

Отбор и подготовку проб для микробиологического анализа проводили по ГОСТ 26668–85 в количестве 1 г смеси для каждого образца. В каждой пробе был определен количественный учет мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), выявлено наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП).

Для количественного учета мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в исследуемых объектах использовали метод количественного высева изучаемого материала на плотные питательные среды (МПА – мясопептонный агар) в чашки Петри с термостатированием в течение трех суток при температуре 30 °С и последующим подсчетом выросших колоний. Результаты исследования занесены в табл. 2.

Учет содержания в исследованных объектах бактерий группы кишечной палочки осуществляли посевом в жидкую среду Кесслер со стеклянным поплавком и термостатированием в течение суток при температуре 37°С (см. табл. 2).

С целью определения микробиологической безопасности низколактозной смеси для мороженого в процессе ферментативного гидролиза лактозы ферментом β-галактозидазы отбор образцов проводился каждые два часа (см. табл. 2).

По нормативным документам в смеси для мороженого после пастеризации общее количество бактерий не должно превышать 1 тыс. клеток в 1 см³, а бактерии группы кишечных палочек не должны обнаруживаться в 0,01 г.

В готовом продукте обычно определяют общую бактериальную обсемененность, содержание БГКП, *Staphylococcus aureus*, а при необходимости – наличие патогенных микробов. Общая обсемененность должна составлять не более 100 тыс. клеток в 1 г, присутствие БГКП не допускается в 0,01–0,1 г.

При проведении экспериментальных исследований для определения микробиологических показателей низколактозного мороженого применялись стандартные методы:

- отбор проб для микробиологического анализа по ГОСТ 26668–85;
- подготовка проб для микробиологического анализа по ГОСТ 26669–85;
- количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15–94;
- количество бактерий группы кишечной палочки по ГОСТ 30729-2001 (ГОСТ Р 50474–93);
- определение *Staphylococcus aureus* по ГОСТ 30347–97;
- определение массовой доли сухих веществ рефрактометрическим методом по ГОСТ 8764;
- определение взбитости готового продукта по ГОСТ 52175.

Результаты и их обсуждение

Качество пищевых продуктов можно определять по нескольким критериям: с одной стороны – это биологические, физические и химические показатели, а также пищевая ценность продукта, с другой стороны – привлекательность для потенциального потребителя. Изучая качество, состав и свойства закаленного низколактозного мороженого и направления его применения, следует убедиться в том, что оно:

- может храниться установленный срок без признаков появления посторонних привкусов, запахов, изменения цвета;
- безопасно для потребления, т.е. без наличия биологических, химических факторов загрязнения;

Соблюдение вышеперечисленных факторов, как правило, подразумевает наилучшую оценку вырабатываемого мороженого, но также не стоит забывать о том, что важные контролируемые показатели в нем зависят от этих же показателей в сырье, из которого приготовлен этот продукт. Также по чистоте предприятия, на котором производится закаленное низколактозное мороженое, можно судить об условной чистоте продукта.

Иными словами, для поддержания качества продукта на высшем уровне необходимо следить как за поддержанием чистоты предприятия-изготовителя, так и за самим технологическим процессом.

Внедрение системы НАССР (Hazard Analysis of Critical Control Points) позволяет контролировать весь технологический процесс производства мороженого, оценивать серьезность всех опасностей и вероятности их возникновения. Для установления корректирующих действий по возможным отклонениям в системе НАССР для каждой критической контрольной точки (ККТ) разрабатываются конкретные корректирующие действия для исправления отклонений в случае их возникновения. При поэтапном рассмотре-

нии всего технологического процесса были установлены критические контрольные точки, которые определялись методом «дерева принятия решений».

Перечень критических контрольных точек представлен в табл.2.

Таблица 2

Риски и контрольные меры, связанные с технологическими этапами процесса производства закаленного низколактозного мороженого

ККТ	Технологические этапы процесса производства	Режимы этапов производства	Результаты воздействия на микрофлору и описание биологических рисков	Контрольные меры или предупреждающие действия
ККТ1	Пастеризация функциональной смеси	$t = 85^{\circ}\text{C}$, 50–60 с	Уничтожение патогенной микрофлоры, снижение общей обсемененности; возможно выживание микроорганизмов	Соблюдение режимов пастеризации, правил мойки и дезинфекции
ККТ2	Гомогенизация смеси	$t = 80\text{--}85^{\circ}\text{C}$ $p = 12,5\text{--}15$ МПа	Возможно повторное заражение патогенными микроорганизмами	Приближение температуры гомогенизации к температуре пастеризации, соблюдение режимов мойки и дезинфекции, правил санитарии и гигиены
ККТ3	Ферментация	$t = (40 \pm 0,2)^{\circ}\text{C}$, (4±0,2)ч	Не исключено попадание патогенной микрофлоры с оборудования с внесением фермента	Соблюдение режимов мойки и дезинфекции, правил санитарии и гигиены, использование стерильно упакованного фермента
ККТ4	Созревание функциональной смеси	$t = (2\text{--}6)^{\circ}\text{C}$, 4–8 ч	Торможение роста микроорганизмов, оставшихся после пастеризации, гомогенизации и ферментации и попавших с оборудования; возможно размножение психрофильной микрофлоры	Соблюдение режимов мойки и дезинфекции, правил санитарии и гигиены
ККТ5	Фризерование смеси мороженого и фасовка	$t = -(2 \pm 4)^{\circ}\text{C}$	Обсеменение с фризера и насоса, воздуха, рук рабочих и упаковочных материалов	Соблюдение режимов мойки и дезинфекции, правил санитарии и гигиены
ККТ6	Фасованное мороженое	$t = -(18 \pm 24)^{\circ}\text{C}$ (закаливание), –18°C, 3мес. (хранение)	Развитие криофильной микрофлоры	Соблюдение правил санитарии и гигиены в течение всего технологического процесса

В качестве основного сырья для производства мороженого используется молоко и молочные продукты: молоко цельное, обезжиренное, сухое цельное и обезжиренное; молоко сгущенное с сахаром и без сахара; сливки, полученные из цельного молока, сухие, сгущенные; сыворотка молочная, сухая и сгущенная; сывороточный концентрат; масло сливочное различных видов; пахта; сахар (сахарный сироп, карамель) и его заменители; различные стабилизаторы, наполнители и др. Все сырье должно соответствовать требованиям ГОСТов и СанПиН. Однако не всегда даже сырье, соответствующее ГОСТу, может обеспечить микробиологическую безопасность и качество готового продукта [8].

Для мороженого с пониженным содержанием лактозы рекомендуется выбирать более жесткие условия пастеризации: 90–92°C без выдержки либо 83–87°C с выдержкой 50–60 с для уничтожения патогенной микрофлоры, а также для снижения общей обсемененности смеси. Результатом должно стать почти полное прекращение жизнедеятельности микроорганизмов.

С точки зрения безопасности продукта процесс ферментации, конечно, является критическим, так как есть вероятность бактериального обсеменения смеси. Ферментацию проводят в гомогенизированной смеси, которую отправляют в специальные теплоизолированные емкости с мешалками. В пастеризованную

смесь, охлажденную до температуры (38±2)°C, вносят фермент β-галактозидазы. Смесь выдерживается в течение 3–3,5 ч при постоянном перемешивании, что способствует созданию благоприятных условий для жизнедеятельности и развития микроорганизмов, которые не погибли при пастеризации.

С целью изучения безопасности получаемого низколактозного мороженого определяли микробиологические показатели смесей мороженого в процессе гидролиза лактозы и готового продукта экспериментальной и промышленной выработок.

Для исследований использовали образцы, приготовленные в лабораторных условиях следующим образом. Компоненты смеси перемешивались, при этом жидкие компоненты – воду, молоко, сливки – смешивали и подогревали до температуры 40–45°C для обеспечения полного и быстрого растворения сухих компонентов. Сухие молочные продукты и стабилизатор для более полного растворения перемешивали с сахаром в соотношении 1:2. Полученную смесь фильтровали и пастеризовали при температуре 90–92°C без выдержки. Смесь гомогенизировали при температуре, близкой к температуре пастеризации.

Пастеризованную и гомогенизованную смесь перед ферментацией охлаждали до температуры (40±2) °C. В охлажденную смесь вносили фермент β-галактозидазы «Ha-Lactase» («Хр. Хансен» Дания)

из расчета $(0,4 \pm 0,02)$ мл/л смеси. Смесь выдерживали в течение 3–4 ч при постоянном перемешивании. После ферментации смесь охлаждали до температуры 2–6 °С. Созревание смесей проводилось в течении 4 ч, 12 ч и без созревания при температуре 2–6 °С. Полученные образцы фризеровали, мороженое фасовали и закаливали при температуре $-(25 \div 27)$ °С. Они обладали удовлетворительными физико-химическими, органолептическими и структурно-механическими показателями.

Из этого следует, что длительность операции созревания можно либо сокращать, либо совмещать с операцией ферментации.

В производственных условиях была проведена опытная выработка низколактозного мороженого с применением вторичной пастеризации гидролизованной смеси.

Данные образцы были исследованы на микробиологические показатели (табл. 3).

Таблица 3

Микробиологические показатели смесей для низколактозного мороженого и готового продукта ($p \geq 0,9$)

Объекты исследования	БГКП (колиформы) в 1 см ³ , г		КМАФАнМ, КОЕ/г	
	Исследуемый образец	Величина допустимого уровня	Исследуемый образец	Величина допустимого уровня
Смесь мороженого, выработанного по ГОСТ Р 52175–2003	Не обнаружено	0,01	Не обнаружено	1 · 10 ³
Смесь мороженого после 2 ч гидролиза	Не обнаружено		Не обнаружено	
Смесь мороженого после 4 ч гидролиза	Не обнаружено		1 · 10 ¹	
Низколактозное мороженое без вторичной пастеризации смеси	Не обнаружено		1 · 10 ²	
Низколактозное мороженое с вторичной пастеризацией смеси	Не обнаружено		1 · 10 ²	

В готовом продукте также определялись органолептические и физико-химические показатели в соответствии с требованиями действующего на мороженое ГОСТ Р 52175–2003 (табл. 4).

Таблица 4

Органолептические и физико-химические показатели готового продукта ($p \geq 0,9$)

Показатель	Значение (характеристика)
Вкус и запах	Чистый, сливочный
Консистенция	Снежистая, достаточно плотная, без органолептически ощутимых комочков стабилизатора
Цвет	Белый, однородный
Кислотность, °Т	22,0
Массовая доля сухих веществ, %	28,8
В том числе:	
Массовая доля общего сахара за вычетом лактозы, %	15,51
Массовая доля стабилизатора, %	0,5
Взбитость, %	130,0

Все исследуемые образцы соответствовали требованиям СанПиН.

Для определения срока годности замороженного низколактозного мороженого были отобраны образцы, полученные в лабораторных и промышленных условиях. Определение сроков годности проводилось через 4 и 8 месяцев хранения при температурах $-(18 \div 20)$ °С и $-(25 \div 27)$ °С. Во всех исследуемых образцах были выявлены физико-химические, органолептические и микробиологические показатели.

Исследования проводились в соответствии с методикой «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» [9].

Полученные результаты исследований показали, что через 8 месяцев при температуре хранения $-(18 \div 20)$ °С

мороженом происходят структурно-механические и органолептические изменения, что отрицательно сказывается на качестве мороженого. В образцах, хранившихся при температуре $-(25 \div 27)$ °С, через 4 месяца не произошло изменений, незначительное ухудшение основных показателей отмечено на 8-м месяце.

С учетом коэффициента запаса 1,5 можно рекомендовать следующие сроки хранения закаленного низколактозного мороженого:

- при температуре хранения $-(18 \div 20)$ °С максимальный срок годности 3 месяца;
- при температуре хранения $-(25 \div 27)$ °С максимальный срок годности 6 месяцев.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что, хотя операция гидролиза может быть отнесена к операциям, влияющим на качество и безопасность продукта, она не оказывает влияния на

микробиологические показатели готового продукта.

Таким образом, полученное по предложенной технологии закаленное низколактозное мороженое обладает органолептическими, физико-химическими и микробиологическими показателями и полностью соответствует требованиям действующего на мороженое ГОСТ Р 52175–2003. При этом применение данной технологии изготовления закаленного низколактозного мороженого позволяет получить продукт с лечебно-профилактическими свойствами. Его можно отнести к новым функциональным молочным продуктам и рекомендовать широкой группе потребителей, имеющих отклонения в состоянии здоровья (желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой

системы и т.д.), простудные заболевания, здоровым людям, склонным к аллергической реакции на молочный сахар, а также детям любого возраста для повышения стрессоустойчивости организма и др. Разработанное закаленное низколактозное мороженое можно отнести к группе необходимых молочных продуктов, спрос на которые является неэластичным.

По предложенной технологии на ОАО «Молочный комбинат "Ставропольский"» проведена опытная выработка низколактозного мороженого. Полученный продукт обладает хорошими органолептическими, физико-химическими и микробиологическими показателями и полностью соответствует требованиям действующего на мороженое ГОСТ Р 52175–2003.

Список литературы

1. Катри Пеухкури, Ханна Хапонен. Данные исследований непереносимости лактозы. Молочные продукты ValiozeroLactose/ 2008.
2. Патент 2381692 (13) РФ МПК C1 (51) A23G9/04 (2006.01). Способ производства функционального плодового мороженого «Льдинка» / Мельникова Е.И. (RU), Богданова Е.В. (RU), Мурадова О.А. (RU); заявл. 29.12.2008, опубл. 20.02.2010.
3. Патент 4333954 США A23G9/00; A23G9/32; A23G9/02; A23G9/04. Soft ice cream and process for production thereof / Jan Trzeciecki (Naerum, DK) заявл. 11.07.1980.; опубл. 06.08.1982.
4. Храмов, А.Г. Исследования в области получения безлактозных молочных продуктов / А.Г. Храмов, И.А. Евдокимов, И.К. Куликова, В.Д. Эршова // Материалы Международной научно-практической конференции «Молочная индустрия–2009». – М.: АНО «Молочная промышленность», 2009.
5. Евдокимов, И.А. Получение продуктов с пониженным содержанием лактозы / И.А. Евдокимов, И.К. Куликова, В.Д. Эршова // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2010. – № 2.
6. ГОСТ Р 52175–2003 Мороженое молочное, сливочное, пломбир. Технические условия. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2004.
7. Шевелева, С.А. Микробиологическая безопасность пищевых продуктов и факторы окружающей среды / С.А. Шевелева // Вестник Российской Академии медицинских наук. – 2006. – № 5. – С. 43–52.
8. Свириденко, Г.М. Молоко-сырье – первая активная точка риска при производстве любых молочных продуктов / Г.М. Свириденко // Основные направления повышения качества молочных продуктов: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Адлер: Молоко, 2004. – С. 65–73.
9. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обеспокоения сроков годности и условий хранения пищевых продуктов / методика № МУК 4.2.1847–04.

ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский
государственный технический университет»,
355029, Россия, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2.
Тел.: (8652) 23-39-43
e-mail: info@ncstu.ru

SUMMARY

I.A. Evdokimov, I.K. Kulikova, V.D. Ereshova

INVESTIGATION OF LOW LACTOSE ICE-CREAM MICROBIOLOGICAL SAFETY

This article focuses on manufacturing a new functional product – low lactose ice-cream tempered with enzymatic hydrolysis of lactose. The effect of enzymatic hydrolysis of lactose in the ice-cream mixture to change the microbiological indices and quality of the finished product has been studied. The influence of enzymatic treatment on the safety of tempered low lactose ice-cream has been investigated. The effect of the enzyme β -galactosidase activity of the drug on the physico-chemical, organoleptic and structural properties of the finished product has been studied. The data on the storage ability of tempered low lactose ice-cream are presented.

Ice-cream, enzymatic hydrolysis, microbiological safety.

North Caucasus State Technical University,
Kulakova 2, Stavropol, 355029, Russia,
Phone: +7 (8652) 23-39-43,
e-mail: info@ncstu.ru

