

Научная статья/Research article

УДК 637.146

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-260-270

Светлана Евгеньевна Божкова¹, Екатерина Дмитриевна Мокроусова²¹Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия²АО «Сады Придонья», Волгоград, Россия¹bozhkova@mail.ru²catmok37@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА КИСЛОМОЛОЧНОГО МОРОЖЕНОГО С РАСТИТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Цель исследования – разработка и оптимизация рецептурного состава кисломолочного мороженого, обогащенного урбечом кокоса и банановым пюре, с использованием метода ортогонального центрального композиционного планирования (ОЦКП) второго порядка. Задачи: изучение и анализ существующих рецептов кисломолочного мороженого и методов оптимизации состава; выбор оптимальных уровней варьирования факторов (количества урбеча из кокоса и бананового пюре) для проведения эксперимента; проведение экспериментальных исследований для определения влияния выбранных факторов на качественные и количественные характеристики кисломолочного мороженого; математическое моделирование и оптимизация рецептурного состава с учетом полученных данных; оценка органолептических свойств и анализ физико-химических показателей для кисломолочного мороженого с расчетным количеством растительных компонентов. Объекты исследования – образцы кисломолочного мороженого с растительными компонентами, вносимыми в разных дозировках. Проводилось комплексное изучение технологических характеристик кисломолочного мороженого, включающее анализ физико-химических и органолептических параметров продукта при различных концентрациях растительных добавок. Была проведена органолептическая, физико-химическая и микробиологическая оценка образцов. Использованы стандартные и общепринятые методы исследований. Маркетинговое исследование, основанное на потребительских предпочтениях, выявило ключевые параметры качества кисломолочного мороженого, такие как органолептические характеристики, устойчивость к таянию и содержание молочнокислых микроорганизмов. Эти данные были использованы для построения математической модели. Для разработки рецептуры кисломолочного мороженого был использован ОЦКП второго порядка, специально разработанный для исследования двух факторов. Этот метод позволил создать математическую модель и оптимизировать содержание растительных компонентов. Определено оптимальное соотношение пищевых ингредиентов: масса урбеча кокоса составляет 11,1 г, масса бананового пюре – 2,47 г. Введение в состав кисломолочного мороженого растительных компонентов в определенной пропорции позволяет получить продукт с уникальными органолептическими характеристиками и улучшенными физико-химическими показателями.

Ключевые слова: кисломолочное мороженое, математическое моделирование, урбеч кокоса, банановое пюре, растительные компоненты

Для цитирования: Божкова С.Е., Мокроусова Е.Д. Оптимизация рецептурного состава кисломолочного мороженого с растительными компонентами // Вестник КрасГАУ. 2025. № 10. С. 260–270. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-260-270.

Svetlana Evgenievna Bozhkova¹, Ekaterina Dmitrievna Mokrousova²¹Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia²JSC "Sady Pridonia", Volgograd, Russia¹bozhkova@mail.ru²catmok37@gmail.com

OPTIMIZATION OF RECIPE COMPOSITION OF FERMENTED MILK ICE CREAM WITH PLANT-BASED INGREDIENTS

The objective of the study is to develop and optimize a recipe for fermented milk ice cream enriched with coconut urbech and banana puree using the second-order orthogonal central compositional design (OCCD) method. Objectives: to study and analyze existing fermented milk ice cream recipes and composition optimization methods; to select optimal levels of factor variation (amount of coconut urbech and banana puree) for the experiment; to conduct experimental studies to determine the influence of the selected factors on the qualitative and quantitative characteristics of fermented milk ice cream; to mathematically model and optimize the recipe composition taking into account the obtained data; to evaluate the organoleptic properties and analyze the physicochemical indicators for fermented milk ice cream with the calculated amount of plant components. Objects of the study: samples of fermented milk ice cream with plant components added in different dosages. A comprehensive study of the technological characteristics of fermented milk ice cream was conducted, including an analysis of the physicochemical and organoleptic parameters of the product at various concentrations of plant additives. Samples were subjected to organoleptic, physicochemical, and microbiological evaluations. Standard and accepted research methods were used. Marketing research based on consumer preferences identified key quality parameters of fermented milk ice cream, such as organoleptic characteristics, melt stability, and lactic acid microorganism content. These data were used to construct a mathematical model. A second-order OCCP, specifically designed to study two factors, was used to develop a fermented milk ice cream recipe. This method allowed us to create a mathematical model and optimize the content of plant components. The optimal ratio of food ingredients was determined: coconut urbech weighs 11.1 g, while banana puree weighs 2.47 g. Incorporating plant components in a specific proportion into fermented milk ice cream allows us to obtain a product with unique organoleptic characteristics and improved physicochemical properties.

Keywords: fermented milk ice cream, mathematical modeling, coconut urbech, banana puree, plant components

For citation: Bozhkova SE, Mokrousova ED. Optimization of recipe composition of fermented milk ice cream with plant-based ingredients. *Bulletin of KSAU*. 2025;(10):260-270. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-260-270.

Введение. Мороженое представляет собой сложную физико-химическую систему, включающую воздушные пузырьки, капли жира, кристаллы льда, белковые молекулы, минеральные соли, сахара и высокомолекулярные полисахариды, находящиеся в концентрированной замороженной форме.

Одним из важнейших направлений развития молочной промышленности является создание продуктов, содержащих пробиотические культуры или пребиотики [1]. Мороженое представляет собой перспективный носитель различных биологически активных компонентов, таких как пробиотики и пребиотики, пищевые волокна, антиоксиданты, витамины, полиненасыщенные жирные кислоты, макро- и микроэлементы. Это обусловлено его физико-химическими характеристиками и способностью инкорпорировать указанные вещества в свою структуру. Кроме того, пробиотики способны сохраняться при длительном хранении в замороженных системах, таких как мороженое [2, 3].

Пробиотики относятся к непатогенным микроорганизмам, которые могут улучшить здоровье человека и предотвратить определенные заболевания, такие как сердечно-сосудистые и рак, при приеме в достаточных количествах. Пробиотики широко используются в пищевой промышленности, особенно при производстве йогуртов, сыров, мороженого и напитков. Пробиотические молочные продукты представляют собой один из наиболее важных и развитых разделов индустрии питания. Пробиотики определяются как живые микроорганизмы, оказывающие благотворное воздействие на хозяина путем балансирования микробной флоры кишечной системы [4]. Также стоит отметить, что пробиотики способны выживать в течение длительных периодов хранения в замороженных системах, таких как матрица мороженого. Необходимое количество живых пробиотических микроорганизмов в продуктах функционального питания нормируется, как правило, на уровне не

менее 10^6 – 10^7 клеток (КОЕ) на 1 г (см³) продукта [5–7].

Расширение продуктовой линейки осуществляется посредством обогащения ее состава разнообразными биологически активными компонентами, что позволяет создать сбалансированные продукты, включающие в себя сырье как животного происхождения, так и растительного происхождения. Эти продукты способствуют не только поддержанию гомеостаза организма, но и улучшению состояния здоровья за счет введения в их состав пищевых ингредиентов, оказывающих положительное влияние на физиологические и метаболические процессы в организме человека [8].

В рамках данного исследования было проведено обогащение кисломолочного мороженого путем добавления растительных ингредиентов, таких как урбеч из кокоса и банановое пюре, что способствует повышению биологической ценности этого продукта.

Урбеч представляет собой густую пастообразную массу, которая образуется в результате тонкого помола поджаренных или высушенных семян, косточек или орехов. Эта добавка, обладающая высокой концентрацией питательных веществ, широко используется в кулинарии и диетологии благодаря своему богатому химическому составу. В состав урбеча входят витамины группы А, В, С, Е, F, К, Н и РР, а также микроэлементы, такие как железо, йод, магний, кальций, калий, натрий, фосфор и фтор. Эти компоненты обеспечивают урбечу высокую биологическую ценность и делают его важным элементом в рационе человека [9].

Также продукт обладает множеством полезных свойств. Он способствует поддержанию водного баланса в организме, обладает антибактериальным и противопаразитарным действием, укрепляет иммунитет и способствует выведению токсинов из организма.

В процессе производства урбеча из кокоса продукт не подвергается воздействию высоких температур, что позволяет сохранить все ценные качества исходного сырья.

На бананы приходится примерно 15 % мирового производства свежих фруктов. Бананы являются четвертой по значимости культурой в мире, они играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности в развивающихся странах.

Банановое пюре – основной коммерческий продукт переработки бананов, который широко используется во всем мире, особенно при производстве таких продуктов, как детское питание, молочные и хлебобулочные изделия [10].

Банановое пюре является источником ценных питательных веществ, содержащихся в данном фрукте. Регулярное употребление бананового пюре оказывает положительное воздействие на работу сердца, мозга и печени, способствует снижению уровня холестерина, улучшает настроение и помогает бороться с усталостью.

Растительные компоненты, будучи неотъемлемыми источниками эссенциальных веществ, играют ключевую роль в сбалансированном питании человека наравне с продуктами животного происхождения. Их вклад в обеспечение организма необходимыми микро- и макроэлементами и витаминами является важным для поддержания метаболических процессов, иммунной функции и общего состояния здоровья.

Цель исследования – разработка и оптимизация рецептурного состава кисломолочного мороженого, обогащенного урбечом кокоса и банановым пюре, с использованием метода ортогонального центрального композиционного планирования (ОЦКП) второго порядка.

В рамках данного исследования также проводится комплексное изучение технологических характеристик кисломолочного мороженого, включающее анализ физико-химических и органолептических параметров продукта при различных концентрациях растительных добавок.

Задачи: изучение и анализ существующих рецептур кисломолочного мороженого и методов оптимизации состава; выбор оптимальных уровней варьирования факторов (количества урбеча из кокоса и бананового пюре) для проведения эксперимента; проведение экспериментальных исследований для определения влияния выбранных факторов на качественные и количественные характеристики кисломолочного мороженого; математическое моделирование и оптимизация рецептурного состава с учетом полученных данных; оценка органолептических свойств и анализ физико-химических показателей для кисломолочного мороженого с расчетным количеством растительных компонентов.

Объекты и методы. Объектами исследования являются образцы кисломолочного мороженого с растительными компонентами, вноси-

мыми в разных дозировках. В результате исследований проводилась органолептическая, физико-химическая и микробиологическая оценка образцов.

При выполнении работы использованы стандартные и общепринятые методы исследований. Согласно ГОСТ 32929-2014 «Мороженое кисломолочное. Технические условия» определение внешнего вида и цвета мороженого проводили визуально, консистенции, структуры и вкуса – органолептически. Органолептические показатели оценивались по 5-балльной шкале, где 0 – признак отсутствует; 1 – только узнаваемый или ощущаемый; 2 – довольно четкая интенсивность; 3 – умеренная интенсивность; 4 – сильная интенсивность; 5 – очень сильная интенсивность. Устойчивость к таянию определялась по разнице между массой мороженого до начала фиксирования времени таяния при температуре 20–22 °С и массой не растаявшего мороженого после окончания времени, отведенного на процесс таяния при температуре 20–22 °С, по отношению к начальной массе мороженого, взятой в процентах. Определение содержания молочнокислых микроорганизмов в соответствии с ГОСТ 10444.11 «Определение массовой доли жира» проводили кислотным методом согласно ГОСТ 5867-90, определение сухого вещества в мороженом – высушиванием навески при (102 ± 2) °С согласно ГОСТ 3626-73, определение титруемой кислотности – методом с применением индикатора фенолфталеина согласно ГОСТ 3624-92. Определение взбитости проводили по ГОСТ 32929-2014 (приложение Д).

Для разработки рецептуры кисломолочного мороженого был применен ортогональный центральный композиционный план второго поряд-

ка, являющийся методологическим инструментом для детального анализа влияния двух факторов. Этот метод позволил создать математическую модель и оптимизировать содержание растительных компонентов.

На основе разработанного математического плана была сформирована матрица экспериментальных условий и составлен детальный план исследования. В соответствии с этими методологическими параметрами было произведено девять опытных образцов кисломолочного мороженого, что позволило провести комплексное исследование физико-химических и органолептических характеристик продукта.

Результаты и их обсуждение. На начальном этапе создания математической модели были осуществлены тщательный подбор ключевых переменных и определение диапазонов их изменения (табл. 1). В качестве основных переменных были выбраны массы добавляемых растительных ингредиентов, измеряемые в граммах на 100 г готового продукта. Для урбеча кокоса был установлен диапазон варьирования в 1,5 г, а для бананового пюре – 0,5 г.

С целью определения наиболее значимых показателей провели маркетинговое исследование. Результаты опроса приведены на рисунке 1.

В качестве критериев оптимизации были выбраны параметры, рассчитываемые на основе частных откликов с использованием методики «приближения к идеалу», изложенной в таблице 2.

Для построения математической модели были определены наиболее важные показатели, такие как органолептическая оценка, устойчивость к таянию и содержание молочнокислых микроорганизмов.

Таблица 1

Значения изменяемых факторов, их интервалы и пределы варьирования
Values of variable factors, their intervals and limits of variation

Фактор	Уровень			Интервал варьирования ΔX
	нижний –1	основной 0	верхний +1	
Масса урбеча кокоса $M_y(X_1)$, г на 100 г продукта	9,0	10,5	12,0	1,5
Масса бананового пюре $M_6(X_2)$, г на 100 г продукта	2,0	2,5	3,0	0,5

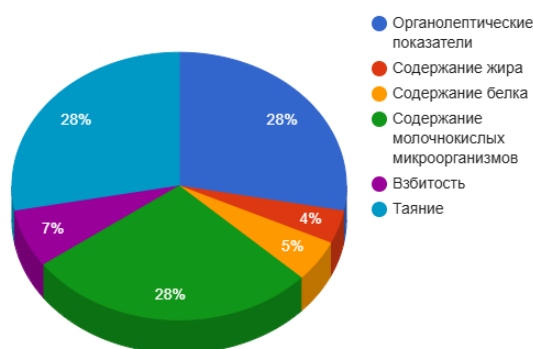


Рис. 1. Результаты маркетинговых исследований
The results of marketing research

В результате исследования было установлено, что оптимальный временной промежуток для таяния мороженого составляет 50 минут. Если процесс происходит слишком быстро, мороженое теряет свои вкусовые качества и становится чрезмерно жидким. В случае же медленного таяния продукт становится чрезмерно твердым, что затрудняет его употребление.

Кроме того, было установлено оптимальное значение содержания молочнокислых микроорганизмов, которое составляет $2 \cdot 10^6$ КОЕ/см³. Это значение соответствует требованиям ГОСТ 32929-2014 «Мороженое кисломолочное. Технические условия».

Совокупность данных частных откликов позволяет сформировать оптимальную композицию разрабатываемого продукта.

Таблица 2

Частные отклики и их «идеальные» значения
Partial responses and their “ideal” values

Частный отклик	«Идеальные» значения частного отклика
Органолептическая оценка, баллы	5
Время таяния, мин	50
Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/см ³	$2 \cdot 10^6$

В таблице 3 отражены результаты экспериментального исследования, направленного на моделирование и оптимизацию рецептурной композиции кисломолочного мороженого, обогащенного урбечом кокоса и банановым пюре.

В рамках данного исследования была проведена комплексная оценка физико-химических, органолептических и текстурных характеристик продукта с целью достижения оптимальных параметров качества и потребительских свойств.

Таблица 3

План эксперимента по моделированию и оптимизации по рецептуре кисломолочного мороженого с урбечом кокоса и банановым пюре и результаты его реализации
Experiment plan for modeling and optimization of the formulation of fermented milk ice cream with coconut cream and banana puree and the results of its implementation

Номер опыта	План эксперимента		Частный отклик			Безразмерный частный отклик			Обобщенные параметры оптимизации у
	М _у , г	М _б , г	О, баллы	Т, мин	П, КОЕ/см ³	S _о ²	S _т ²	S _п ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12,0	3,0	3,5	57	$2,5 \cdot 10^6$	0,09	0,0196	0,0625	0,1721
2	9,0	3,0	4,1	48	$9,5 \cdot 10^5$	0,0324	0,0016	0,27563	0,30963
3	12,0	2,0	3,7	53	$1,5 \cdot 10^6$	0,0676	0,0036	0,0625	0,1337

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	9,0	2,0	3,8	45	$8 \cdot 10^5$	0,0576	0,01	0,36	0,4276
5	12,0	2,5	3,6	56	$2,5 \cdot 10^6$	0,0784	0,0144	0,0625	0,1553
6	9,0	2,5	4,2	47	$9 \cdot 10^5$	0,0256	0,0036	0,3025	0,3317
7	10,5	3,0	4,4	52	$1,5 \cdot 10^6$	0,0144	0,0016	0,0625	0,0785
8	10,5	2,0	4,6	46	$9,5 \cdot 10^5$	0,0064	0,0064	0,27563	0,28843
9	10,5	2,5	4,9	50	$2 \cdot 10^6$	0,0004	0	0	0,0004

На основании данных, представленных в таблице 3, проводится расчет коэффициентов модели, необходимых для составления кодированного уравнения математической модели рецептуры кисломолочного мороженого:

$$y = 0,211 - 0,101 \cdot X_1 - 0,048 \cdot X_2 + 0,039 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,133 \cdot (X_1^2 - 2/3) - 0,073 \cdot (X_2^2 - 2/3).$$

После приведения подобных членов общий вид кодированной модели рецептуры кисломолочного мороженого приобретает следующий вид:

$$y = 0,074 - 0,101 \cdot X_1 - 0,048 \cdot X_2 + 0,039 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,133 \cdot X_1^2 - 0,073 \cdot X_2^2.$$

В ходе исследования была проанализирована математическая модель, представленная в кодированном виде. В результате исследования было установлено, что масса урбеча (X_1) оказывает значительное влияние на физико-химические характеристики кисломолочного мороженого. Это влияние проявляется в оценке вкусовых качеств, времени таяния и концентрации молочнокислых микроорганизмов. Влияние массы урбеча превосходит влияние массы бананового пюре (X_2). Данный вывод может быть подкреплен соответствующими фактическими данными, свидетельствующими, что числовые параметры, характеризующие массу урбеча кокоса, превосходят величину, соотносимую с массой бананового пюре.

Проводим процесс преобразования модели мороженого, представленной в виде закодированных данных, в физическую модель, которая точно воспроизводит фактические значения ее параметров.

$$X_1 = \frac{M_y - 10,5}{1,5};$$

$$X_2 = \frac{M_6 - 2,5}{0,5}.$$

В этом случае модель имеет вид

$$y = 0,074 - 0,101 \cdot \left(\frac{M_y - 10,5}{1,5}\right) - 0,048 \cdot \left(\frac{M_6 - 2,5}{0,5}\right) + 0,039 \cdot \left(\frac{M_y - 10,5}{1,5}\right) \cdot \left(\frac{M_6 - 2,5}{0,5}\right) + 0,133 \cdot \left(\frac{M_y - 10,5}{1,5}\right)^2 - 0,073 \cdot \left(\frac{M_6 - 2,5}{0,5}\right)^2.$$

В результате выполнения операции приведения подобных слагаемых математическая модель рецептурного состава мороженого, представленная в натуральных величинах, приобретает форму, которая позволяет корректно интерпретировать ее структуру и свойства, и может быть представлена в следующем виде:

$$y = 7,078 - 1,439 \cdot M_y + 0,818 \cdot M_6 + 0,052 \cdot M_y \cdot M_6 + 0,059 \cdot M_y^2 - 0,292 \cdot M_6^2.$$

Для определения оптимальных значений параметров используется метод, аналогичный нахождению координат точки перегиба функции (y). Данный процесс включает последовательное дифференцирование уравнения по каждому из параметров. Затем полученные дифференциалы приравняются к нулю, что приводит к формированию системы уравнений. Решение этой системы позволяет определить оптимальные значения параметров.

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -1,439 + 0,052M_6 + 2 \cdot 0,059M_y = 0 \\ \frac{dy}{dx_2} = 0,818 + 0,052M_y - 2 \cdot 0,292M_6 = 0 \end{cases}.$$

Определяем оптимальные пропорции пищевых компонентов:

$M_y = 11,1$ г – масса урбеча кокоса;

$M_6 = 2,47$ г – масса бананового пюре.

На основании выявленных зависимостей была построена трехмерная модель кисломолочного мороженого, содержащего растительные компоненты (рис. 2). Модель наглядно демонстрирует динамику изменения качественных характеристик продукта в зависимости от кон-

центрации ключевых растительных ингредиентов, таких как урбеч кокоса и банановое пюре.

На представленной модели четко выделяются координаты установленного оптимума, кото-

рый представляет собой точку экстремума, соответствующую оптимальным параметрам состава продукта.

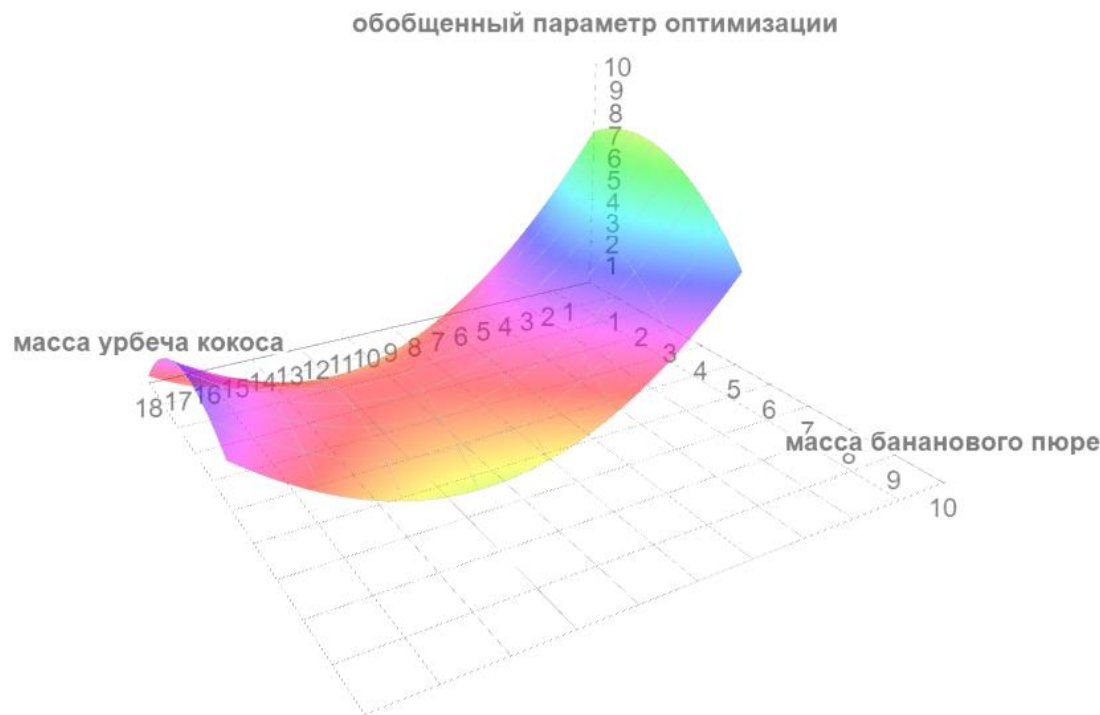


Рис. 2. Трехмерная интерпретация модели кисломолочного мороженого с растительными компонентами
A three-dimensional representation of a model for fermented milk ice cream containing vegetable ingredients

После установления оптимальных пропорций растительных ингредиентов была проведена оценка органолептических и физико-химических характеристик. Для этого были выработаны контрольный образец без растительных компонентов и опытный образец с расчетным количеством растительных компонентов.

В таблице 4 приведены результаты органолептического анализа кисломолочного мороже-

ного. Контрольный образец, представленный классическим кисломолочным мороженым, служил эталоном для сравнения с опытным образцом, содержащим растительные добавки.

Результаты органолептической оценки были визуализированы с помощью профилограммы, представленной на рисунке 3.

Таблица 4

Органолептическая оценка кисломолочного мороженого
Organoleptic assessment of fermented milk ice cream

Показатель	Контрольный образец	Опытный образец
Вкус и запах	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный, со вкусом и запахом кокоса и банана
Консистенция	Достаточно плотная	Плотная
Структура	Однородная, без ощутимых комочков и кристаллов льда	Однородная, без ощутимых комочков и кристаллов льда
Цвет	Белый	Светло-кремовый

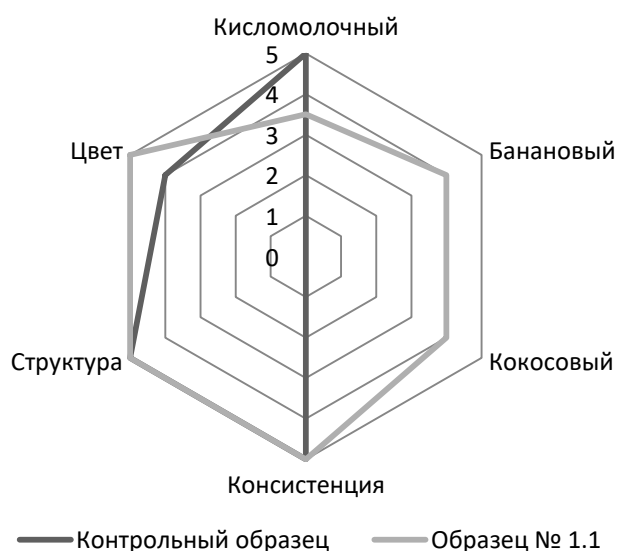


Рис. 3. Органолептическая оценка образцов
Organoleptic assessment of samples

В таблице 4 представлены органолептические показатели двух образцов кисломолочного мороженого: контрольного и опытного. Из данных можно увидеть, что контрольный образец имеет классический кисломолочный вкус и запах без добавок, а опытный образец приобрел вкус и запах кокоса и банана. Оба образца имеют плотную консистенцию и однородную структуру без комочков и кристаллов льда. Цвет контрольного образца – белый, а опытного –

светло-кремовый за счет внесения растительных компонентов.

На следующем этапе исследований был проведен анализ физико-химических характеристик продукта. В рамках данной оценки были определены ключевые показатели качества, включая титруемую кислотность, массовую долю жира, массовую долю сухих веществ и взбитость. Результаты проведенных физико-химических анализов представлены в таблице 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели кисломолочного мороженого
Physical and chemical indicators of fermented milk ice cream

Показатель	Образец	
	контрольный	опытный
Кислотность, °Т	82,0±0,10	76,0±0,10
Массовая доля жира, %	3,95±0,05	3,25±0,05
Массовая доля сухих веществ, %	31,80±0,05	34,95±0,05
Взбитость, %	83,0±1,0	79,0±1,0

Физико-химический анализ контрольного и опытного образцов показал, что внесение растительных компонентов в опытный образец способствует снижению кислотности. Также при внесении растительных компонентов снижается содержание жира, это связано с тем, что часть молочного жира заменяется растительным жиром. Увеличение массовой доли сухих веществ в составе продукта оказывает положительное влияние на его качество и характеристики. Внедрение растительных компонентов способ-

ствует снижению содержания воды, что, в свою очередь, приводит к уменьшению количества образующихся кристаллов льда при замораживании. Сухие вещества, присутствующие в продукте, создают механическое препятствие для роста и увеличения размеров ледяных кристаллов, что снижает риск разрушения структуры продукта и сохраняет его органолептические и физико-химические свойства. Снижение взбитости в опытном образце обусловлено введением растительных компонентов.

Устойчивость к таянию определялась по разнице между массой мороженого до начала фиксирования времени таяния при температуре 20–22 °С и массой не растаявшего мороженого после окончания времени, отведенного на процесс

таяния при температуре 20–22 °С, по отношению к начальной массе мороженого, взятой в процентах. Результаты представлены в таблице 6.

Результаты исследования таяния мороженого приведены в таблице 7.

Таблица 6

**Определение устойчивости к таянию
Determination of resistance to melting**

Образец	Температура выдерживания, °С	Объем образца, см ³	Время выдерживания, мин	Масса растаявшего мороженого, %
Контрольный	25	100	60	23
Опытный				15

Таблица 7

**Устойчивость к таянию
Resistance melting**

Время таяния, мин	Масса растаявшего мороженого, %	
	Контрольный образец	Опытный образец
0	0	0
10	1	0
20	3	1
30	5	2
40	10	5
50	17	10
60	23	15

В результате проведенных исследований было установлено, что опытный образец демонстрирует повышенную устойчивость к таянию благодаря введению растительных компонентов. По истечении 60 мин наблюдения процентное содержание растаявшего мороженого в опытном образце составило 15 %, тогда как в контрольном образце данный показатель достиг 23 %.

Заключение. Проведенное маркетинговое исследование, основанное на анализе потребительских предпочтений, позволило выявить ключевые параметры качества в сегменте кисломолочного мороженого. Среди них первостепенное значение имеют органолептические характеристики продукта, его устойчивость к таянию при повышенных температурах и содержание молочнокислых микроорганизмов. На основании этих показателей была построена математическая модель. С применением матрицы ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух переменных были установлены оптимальные значения вносимых растительных ингредиентов. Определе-

ны оптимальные соотношения пищевых ингредиентов: масса урбеча из мякоти кокоса (Му) составляет 11,1 г, масса бананового пюре (Мб) – 2,47 г.

В ходе исследования органолептических характеристик было установлено, что введение растительных ингредиентов в оптимальных концентрациях оказывает влияние на сенсорные свойства готового продукта. В частности наблюдаются изменения вкуса и аромата, а также изменения в цвете, обусловленные введением растительных компонентов.

В ходе физико-химического анализа было установлено влияние растительных добавок на физико-химические характеристики исследуемого образца мороженого. В частности зафиксировано снижение показателя кислотности на 7,3 % по сравнению с контрольным образцом. Кроме того, было выявлено существенное уменьшение массовой доли жира на 17,7 %, что является результатом замены традиционного молочного сырья на растительные компоненты.

Параллельно с этим в опытном образце выявлено увеличение массовой доли сухих веществ на 9,9 %, составившее 34,95 % (контрольный образец – 31,8 %).

Анализ взбитости продукта продемонстрировал снижение этого показателя до 79 % в опытном образце по сравнению с 83 % в контрольном. Данный феномен может быть связан с изменением текстурных свойств, вызванным введением растительных ингредиентов, что приводит к уплотнению структуры мороженого.

Исследование устойчивости к плавлению показало, что опытный образец, содержащий растительные добавки, обладает более высокой термостабильностью. Через 60 мин после начала эксперимента процент талого мороженого в опытном образце составил 15 %, в то время как в контрольном образце этот показатель достиг 23 %. Этот результат может быть обусловлен улучшением кристаллической структуры жирового компонента и наличием стабилизаторов в растительных добавках, способствующих замедлению процесса таяния.

Список источников

1. Кирилук Т.Н., Леонова Е.А., Огнева О.А. Пробиотическое мороженое. В сб.: VI Международная научно-практическая конференция «Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях». Курск, 2019. С. 162–164. EDN: XUSLGL.
2. Akalin A.S., Kesenkas H., Dinkci N., et al. Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability // *Journal of Dairy Science*. 2018. Vol. 101, is. 1. P. 37–46. DOI: 10.3168/jds.2017-13468.
3. Рябцева С.А., Ахмедова В.Р., Анисимов Г.С. Мороженое как средство доставки *Lactobacillus acidophilus* // *Техника и технология пищевых производств*. 2018. Т. 48, № 2. С. 5–27. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-2-5-27.
4. Arslaner A., Salik M.A. Functional Ice Cream Technology // *Akademik Gida*. 2020. Vol. 18, is. 2. P. 180–189. DOI: 10.24323/akademik-gida.758835.
5. Fernandez M.A., Marette A. Potential Health Benefits of Combining Yogurt and Fruits Based on Their Probiotic and Prebiotic Properties // *Advances in Nutrition: An International Review Journal*. 2017. Vol. 8, is. 1. P. 155–164. DOI: 10.3945/an.115.011114.
6. Ayar A., Sicramaz H., Öztürk S., et al. Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibers from by-products of the food industry // *International Journal of Dairy Technology*. 2018. Vol. 71, is. 1. P. 174–182. DOI: 10.1111/1471-0307.12387.
7. Parussolo G., Busatto R.T., Schmitt J., et al. Synbiotic ice cream containing yacon flour and *Lactobacillus acidophilus* // *LWT*. 2017. Vol. 82. P. 192–198. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.04.049.
8. Тарабанова Е.В., Гаптар С.Л., Сороколетов О.Н. Теоретические аспекты и практические решения использования биодобавок в технологии производства мороженого. В сб.: XVI Международная научно-практическая конференция. Т. 2. «Пища. Экология. Качество». Барнаул, 2019. С. 232–236. EDN: MOLTDK.
9. Ибрагимова З.Б. Урбеч – традиционный дагестанский продукт питания // *ACTA HISTORICA: труды по историческим и обществоведческим наукам*. 2018. № 1. С. 38–47. EDN: YSHIFN.
10. Yap M., Fernando W.M.A.D.B., Brennan C.S., et al. The effects of banana ripeness on quality indices for puree production // *LWT*. 2017. Vol. 80. P. 10–18. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.01.073.

References

1. Kirilyuk TN, Leonova EA, Ogneva AO. Probioticheskoe morozhenoe. In: *VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Novye konceptual'nye podhody k resheniju global'noj problemy obespechenija prodovol'stvennoj bezopasnosti v sovremennyh usloviyah"*. Kursk; 2019. P. 162–164. (In Russ.). EDN: XUSLGL.
2. Akalin AS, Kesenkas H, Dinkci N, et al. Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(1):37-46. DOI: 10.3168/jds.2017-13468.

3. Ryabtseva SA, Akhmedova VR, Anisimov GS. Ice cream as a carrier of *Lactobacillus acidophilus*. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(2):5-27. (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2018-2-5-27.
4. Arslaner A, Salik MA. Functional Ice Cream Technology. *Akademik Gida*. 2020;18(2):180-189. DOI: 10.24323/akademik-gida.758835.
5. Fernandez MA, Marette A. Potential Health Benefits of Combining Yogurt and Fruits Based on Their Probiotic and Prebiotic Properties. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*. 2017;8(1):155-164. DOI: 10.3945/an.115.011114.
6. Ayar A, Sicramaz H, Öztürk S, et al. Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibers from by-products of the food industry. *International Journal of Dairy Technology*. 2018;71(1):174-182. DOI: 10.1111/1471-0307.12387.
7. Parussolo G, Busatto RT, Schmitt J, et al. Synbiotic ice cream containing yacon flour and *Lactobacillus acidophilus*. *LWT*. 2017;82:192-198. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.04.049.
8. Tarabanova E.V., Gaptar S.L., Sorokoletov O.N. Theoretical aspects and practical solutions of the use of dietary supplements in frozen production technology. In: *XVI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. Vol. 2. "Pishha. Jekologija. Kachestvo"*. Barnaul, 2019. P. 232–236. (In Russ.). EDN: MOLTDK.
9. Ibragimova ZB. Urech – tradicionnyj dagestanskij produkt pitaniya. *ACTA HISTORICA: trudy po istoricheskim i obshhestvovedcheskim naukam*. 2018;1:38-47. (In Russ.). EDN: YSHFN.
10. Yap M, Fernando WMADB, Brennan CS, et al. The effects of banana ripeness on quality indices for puree production. *LWT*. 2017;80:10-18. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.01.073.

Статья принята к публикации 04.09.2025 / The article accepted for publication 04.09.2025.

Информация об авторах:

Светлана Евгеньевна Божкова, доцент кафедры технологии пищевых производств, кандидат биологических наук, доцент

Екатерина Дмитриевна Мокроусова, сменный технолог

Information about the authors:

Svetlana Evgenievna Bozhkova, Associate Professor at the Department of Food Processing Technology, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Ekaterina Dmitrievna Mokrousova, shift Technologist

