

Разработка обогащенных кремовых масс с модификацией углеводного профиля

Манана Е. Ткешелашвили ¹	mananat@ya.ru	 0000-0002-5269-7933
Галина А. Бобождонова ¹	batay96@mail.ru	 0000-0002-5421-0287
Газибег О. Магомедов ²	gazibeck.magomedov@ya.ru	 0000-0002-7201-8387




¹ Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 115054, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Для снижения распространения ожирения и сахарного диабета ВОЗ рекомендует ограничение потребления продуктов с высоким содержанием легкоусвояемых углеводов и соблюдение низкокалорийных рационов питания. Также данная рекомендация играет немаловажную роль в подавлении процессов гликирования, провоцирующих различные заболевания и старение организма. Поэтому изменение рецептур высококалорийных кондитерских изделий актуально. Целью исследования являлась разработка кремовых масс с модификацией углеводного профиля и пониженной калорийностью, обогащенных биологически активными веществами. Объектом исследования являлись кремовые массы с модифицированным углеводным профилем. Применяли стандартные методы исследования органолептических и физико-химических свойств опытных образцов. Разработан состав для приготовления кремовых масс на основе натуральных подсластителей эритрита и стевииозидов. Замена сахара в составе изделий на подсластители позволила значительно снизить в них массу долю легкоусвояемых углеводов (на 82,0-84,2% по сравнению с аналогичными массами на сахаре), что будет способствовать снижению потребления сахаров в составе готового продукта, и ожидается приведет к подавлению процессов гликирования, преждевременного старения. Дополнительно произвели обогащение кремовых масс сухим экстрактом плодов черники, содержащим биологически активные вещества – антоцианы. Антоцианы в составе продукта также будут способствовать подавлению процессов гликирования, тромбообразования, предупреждению и снижению риска развития хронических заболеваний. Количество вводимого экстракта рассчитывали с учетом рекомендуемого адекватного и верхнего допустимого суточного уровня потребления антоцианов (67,5-93,3 мг на 100 г массы), что позволило отнести разработанные изделия к категории обогащенной пищевой продукции. Введение подсластителей с нулевой калорийностью и низким гликемическим индексом, позволило получить продукт пониженной энергетической ценности и рекомендовать его использование в рационе питания лиц с повышенной массой тела, нарушениями углеводного обмена, а также страдающих ожирением. Дополнительным преимуществом разработанного продукта является его сенсорнооригинальный вкус шоколадно-сливочного мороженого с охлаждающим эффектом.

Ключевые слова: кремовые массы, эритрит, антоцианы, пониженная калорийность, избыточная масса тела, ожирение.

Development of enriched cream masses with modified carbohydrate profiles

Manana E. Tkeshelashvili ¹	mananat@ya.ru	 0000-0002-5269-7933
Galina A. Bobozhonova ¹	batay96@mail.ru	 0000-0002-5421-0287
Gazibeg O. Magomedov ²	gazibeck.magomedov@ya.ru	 0000-0002-7201-8387

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane., 36, Moscow, 115054, Russia

² Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. To reduce the spread of obesity and diabetes, WHO recommends limiting the consumption of foods high in easily digestible carbohydrates and following low-calorie diets. The recommendation also plays a significant role in suppressing glycation processes, which provoke various diseases and the aging of the body. Consequently, reformulating high-calorie confectionery products is essential. The purpose of the study was to develop cream masses with a modified carbohydrate profile and reduced calorie content, enriched with biologically active substances. The object of the study was cream masses with a modified carbohydrate profile. Standard methods were used to investigate the organoleptic and physicochemical properties of the experimental samples. A formula for preparing cream masses based on the natural sweeteners erythritol and stevioside has been developed. Replacing sugar with sweeteners in the product formula significantly reduced the mass fraction of easily digestible carbohydrates (by 82,0–84,2% compared to similar masses containing sugar), which will contribute to a decrease in sugar intake from the finished product and is expected to suppress glycation processes and premature aging. Additionally, the cream masses were enriched with dried blueberry fruit extract containing biologically active substances – anthocyanins. Anthocyanins in the product will also contribute to suppressing glycation and thrombosis processes, as well as to preventing and reducing the risk of chronic diseases. The amount of the added extract was calculated based on the recommended adequate and upper permissible daily intake levels of anthocyanins (67.5-93.3 mg per 100 g of product mass), which allowed classifying the developed products as fortified food items. The introduction of zero-calorie sweeteners with a low glycemic index has made it possible to obtain a product of reduced energy density and to recommend its use in the diet of individuals with overweight, carbohydrate metabolism disorder, as well as those suffering from obesity. An additional advantage of the developed product is its sensorially original taste of chocolate-and-cream ice cream with a cooling effect.

Keywords: cream masses, erythritol, anthocyanins, low calorie content, overweight, obesity.

Для цитирования

Ткешелашвили М.Е., Бобождонова Г.А., Магомедов Г.О. Разработка обогащенных кремовых масс с модификацией углеводного профиля // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 87. № 1. С. 97–106. doi:10.20914/2310-1202-2026-1-97-106

For citation

Tkeshelashvili M.E., Bobozhonova G.A., Magomedov G.O. Development of enriched cream masses with modified carbohydrate profiles. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 87. no. 1. pp. 97–106. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-1-97-106

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

Введение

Кондитерские изделия входят в пищевой рацион практически всех возрастных групп населения, при этом большую часть составляют высококалорийные изделия. В то же время во всем мире растет число людей с избыточным весом, ожирением, основным фактором риска развития ряда других хронических заболеваний, включая сахарный диабет 2 типа. Для снижения распространения ожирения и сахарного диабета диетологами и нутрициологами рекомендовано ограничение потребления продуктов с высоким содержанием легкоусвояемых углеводов и соблюдение диетических рационов, модифицированных по калорийности [1].

В последние годы отмечается рост интереса к изучению механизмов старения. Возрос интерес к конечным продуктам глубокого гликирования (advanced glycation end products, AGEs), которые образуются в больших количествах в организме в процессе старения [2, 3].

Гликирование представляет неферментативную реакцию белков с сахарами, обусловленную взаимодействием между восстанавливающими сахарами или дикарбонильными продуктами их распада (глюкоза, фруктоза, галактоза, манноза, рибоза) и аминоклассами остатков лизина, аргинина и серусодержащих аминокислотных остатков [2].

AGEs могут формироваться эндогенным путем или образовываться за счет экзогенных факторов (потребления продуктов питания, прошедших термическую обработку). AGEs являются основой патофизиологии многих болезней, включая сердечно-сосудистые, нейродегенеративные заболевания и диабет. И экзогенные, и эндогенные AGEs в организме человека играют существенную роль в развитии воспалительного ответа [2].

Формирование эндогенных AGEs повышается при сахарном диабете, однако они образуются и при более низких показателях глюкозы, т. е. у людей, не страдающих сахарным диабетом и не имеющих метаболических нарушений в организме [4].

Поскольку AGEs – важный патогенетический фактор при диабете и старении, разработка мер, направленных на подавление процессов гликирования, является важной частью стратегии по профилактике развития заболеваний и преждевременного старения. Немаловажную роль в борьбе с AGEs имеет снижение потребления сахаров и калорийности потребляемой пищи [4]. В исследованиях [5] показано, что уменьшение калорийности потребляемой пищи у мышей увеличивает продолжительность

жизни и замедляет течение многих возрастных дисфункций. Изучено влияние различных искусственных подсластителей, таких как ацесульфам калия, сахарин натрия, сукралоза, аспартам и неотам на гликирование белка *in vitro*. Присутствие искусственных подсластителей в системе гликирования (бычий сывороточный альбумин (БСА) – глюкоза), показало ингибирование образования AGEs. Подсластители проявили потенциальную антигликацию в отношении белка (БСА). Они могут быть использованы в качестве терапевтического средства для лечения диабета и его осложнений [6]. Проведена оценка потенциала гликирования природного дисахарида трегалозы *in vitro*, установлено свойство трегалозы – образовывать меньшее количества AGEs, чем глюкоза [7].

Анализ современной литературы показывает, что полифенолы могут успешно справляться с задачей подавления гликирования. В работе [8] продемонстрирована антигликирующая способность экстрактов *Bauhinia forficata Link*, содержащих 11 флавоноидов, при использовании фруктозы в качестве гликирующего агента. На моделях (БСА-фруктоза и БСА-метилглиоксаль) показана способность содержащих полифенолы экстрактов малины, черники, голубики подавлять образование AGEs за счет связывания метилглиоксала, причем свободные от антоцианов аналогичные экстракты таким свойством не обладали [9].

В связи с вышеизложенным, целью данного исследования являлась разработка кремовых масс с модификацией углеводного профиля и пониженной калорийностью, обогащенных биологически активными веществами.

Необходимость исключить или резко ограничить употребление сахара в питании создает состояние дискомфорта. В этой связи широкое применение получили подсластители.

Эритритол – сахарный спирт естественного происхождения, который широко используется в качестве подсластителя. В промышленных масштабах подсластитель получают путем ферментации глюкозы из кукурузного крахмала. Эритритол (эритрит Е968) разрешен к применению в качестве подсластителя в России, Европе, США и Японии.

Результаты исследования показывают, что по сравнению с другими сахарными спиртами, эритритол в основном абсорбируется и выводится с мочой в неметаболизированном виде. Минимальное количество достигает толстой кишки, поэтому он лучше переносится и вызывает меньше нежелательных желудочно-кишечных побочных эффектов [10].

В исследованиях [11] авторы пришли к выводу, что употребление эритритола может повышать риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, а также способствовать усилению тромбообразования. При этом эксперты отмечают [12], что данные исследования не доказали причинно-следственную связь между применением эритритола и этими заболеваниями.

Для предотвращения возможного слабительного эффекта Научный комитет по пищевым добавкам и ароматизаторам Европейского агентства по безопасности продуктов питания (EFSA FAF) установил суточную норму потребления эритритола для человека – 0,5 г на 1 кг массы тела [13].

Эритритол обладает рядом полезных свойств, включая положительное влияние на здоровье полости рта, что подтверждается долгосрочными контролируруемыми клиническими исследованиями, проведенными с участием как детей, так и взрослых [10].

Исследования выявили, что эритритол может снижать гликемический индекс за счет уменьшения всасывания глюкозы в тонком кишечнике, увеличения поглощения глюкозы мышцами и улучшения активности ферментов, метаболизирующих глюкозу у крыс с диабетом 2 типа [14]. Пятидневный прием эритритола не показал статистически значимого влияния на функцию сосудов, абдоминальный жир или толерантность к глюкозе у людей с ожирением [15].

Результаты исследования [16] подтвердили, что эритритол не оказывает влияния на уровень глюкозы и не стимулирует секрецию инсулина, но при этом приводит к повышению концентрации РУУ – одного из кишечных гормонов, участвующих в формировании чувства насыщения, а также установили, что при совместном приеме сахарозы и эритритола отмечается более низкий уровень постпрандиальной гликемии по сравнению с приемом такого же количества сахарозы.

В 100 г эритритола содержится примерно 20 ккал, что в 20 раз меньше, чем у сахара (400 ккал на 100 грамм), подсластитель считают продуктом с нулевой калорийностью и низким гликемическим индексом (ГИ = 0) [17].

Указанные свойства эритритола позволяют рекомендовать его в качестве оптимального заменителя сахара у людей с нарушениями углеводного обмена и ожирением.

Кроме того, использование эритритола в производстве пищевых продуктов поддерживается его функциональными, технологическими и химическими свойствами, такими как стабильность в кислой и щелочной средах и высокая термостойкость.

В результате в настоящее время эритритол является широко используемой заменой сахарозы при производстве низкокалорийных кондитерских изделий [18–21].

Сладость эритритола составляет около 70% от сладости сахарозы, что обуславливает необходимость применения в рецептуре разрабатываемого продукта стевииолигосахаридов, которые позволят обеспечить вкусовой профиль, характерный для сахарозы.

Стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni) – многолетнее тропическое растение. Значительный интерес к этому растению связан с наличием в листьях стевии дитерпеновых гликозидов – натуральных низкокалорийных подсластителей, превосходящих по сладости сахарозу в 50–300 раз. Основные дитерпеновые стевииолигосахариды (СТ), определяющие сладость листьев стевии: стевииозид и ребаудиозид А.

В США высокоочищенные стевииолигосахариды получили статус GRAS (в целом признаны безопасными). EFSA FAF одобрило использование очищенных стевииолигосахаридов в пищевых продуктах при допустимой суточной дозе (ADI) до 4 мг-эквивалента стевииола на кг массы тела человека [22].

Проведенные исследования показали, что регулярное употребление гликозидов стевии снижает уровень глюкозы и холестерина в крови, способствует регенерации клеток, подавляет рост опухолевых клеток и укрепляет кровеносные сосуды. Установлено, что гликозиды не перевариваются в желудке, расщепляясь бактериями на стевииол и глюкозу только в толстом кишечнике. Высвобождаемая глюкоза не всасывается в кровотоки, а метаболизируется кишечной микрофлорой [23].

Исследование [24] не выявило негативного влияния стевииолигосахаридов и эритритола на кишечную микрофлору.

Известно, что стевииозид и ребаудиозид А, являются термически стабильными при температурах до 200 °С, и при нагревании не подвергаются карамелизации [23]. Стабильность сладких гликозидов стевии при высоких температурах позволяет широко использовать их в производстве диетических кондитерских изделий [25,26].

Антоцианы (антоцианины) – гликозилированные антоцианидины – водорастворимые растительные пигменты красного, фиолетового и синего цвета. Антоцианы обладают рядом положительных свойств, доказанных в экспериментальных и клинических исследованиях. Долгое время биологическая активность антоцианов недооценивалась из-за данных об их низкой биодоступности. По некоторым оценкам, лишь 0.4% исходного количества употребленных в пищу антоцианов детектировано

в плазме крови. Проведенные исследования показали, что у людей и животных эти соединения активно метаболизируются, а биодоступность, рассчитанная с учетом их метаболитов, превышает 12% [27].

Плоды черники содержат множество биологически активных соединений, в том числе антоцианы. Из антоцианов, обычно встречающихся в растениях, пять присутствуют в чернике, включая мальвидин, дельфинидин, цианидин, пеонидин и петунидин. Производные мальвидина и дельфинидина описываются как наиболее распространенные антоцианы, обнаруженные в плодах черники [28].

Содержание антоцианов в чернике способствует её благотворному влиянию на здоровье и помогает бороться с различными хроническими заболеваниями, включая сердечно-сосудистые, нейродегенеративные заболевания, диабет и рак. Антоцианы черники используются в качестве природных антиоксидантов. Способность антоцианов черники нейтрализовать радикалы DPPH, FRAP, ABTS•+ и супероксидные анионы значительно выше, чем у аскорбиновой кислоты [29]. Антоцианы черники предотвращают повреждения эндотелиальной функции, вызванные высоким уровнем глюкозы, посредством антиоксидантных и сосудорасширяющих механизмов [30]. Было обнаружено *in vitro* и *in vivo* [31], что антоцианин дельфинидин-3-глюкозид может ингибировать активацию тромбоцитов и благодаря этому существенно подавлять процессы образования тромбов как при артериальном, так и при венозном напряжении сдвига. Исследования *in vitro* [9] показали наиболее выраженные антигликационные свойства (72,4%) экстракта черники по сравнению с соответствующим экстрактом, не содержащим антоцианов.

Таким образом, потенциальная польза антоцианов для здоровья делает их популярными в качестве компонентов здорового питания, способствующих предупреждению и снижению риска развития хронических заболеваний.

Материалы и методы

Для модификации углеводного профиля в рецептуре опытных образцов конфетных масс использовали натуральные подсластители.

Столовый подсластитель эритрит (эритритол E968) (ООО МИОФАРМ) представляет собой кристаллический порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде. Температура плавления 119–123 °С. Содержание основного вещества 99,5–100,5%. Вкус эритрита оказывает охлаждающее действие, сладость составляет 60–80% от сладости обычного сахара. Энергетическая ценность, кКал / 100 г продукта – отсутствует (0 кКал / 0 кДж). Пищевая ценность 100 г продукта: белки – 0 г, жиры – 0 г, углеводы – 0 г.

Стевиозид (ООО «Экотопия») – порошок белого цвета без запаха, с характерным сладковатым вкусом, коэффициент сладости составляет 250 единиц.

В качестве источника антоцианов использовали «Черники экстракт сухой 25% антоцианинов» (Китай, ООО «НАТУРИНГ»/Россия). Экстракт представляет собой мелкодисперсный порошок от фиолетового до темного фиолетово-красного или почти черно-фиолетового цвета из плодов черники. Содержание суммы антоцианинов не менее 25% (ВЭЖХ).

Готовые изделия оценивали с помощью органолептических показателей методом описания. Содержание массовой доли влаги в массах определяли по ГОСТ 5900–2014, плотность масс – по ГОСТ 5902–80. Калорийность кремовых масс рассчитывали на основании рецептурного состава.

Результаты и обсуждение

Одним из способов снижения калорийности пищевой продукции является модификация его углеводного состава. Использование в качестве подсластителей многоатомных спиртов (сахароспиртов) имеет преимущества за счет меньшего побочного эффекта, оказываемого на организм человека при рекомендуемых нормах потребления. Для снижения калорийности конечного продукта был выбран низкокалорийный сахароспирт эритрит и стевиозид, имеющие низкий гликемический индекс.

Выбор эритрита также был сделан на основании его свойства давать охлаждающий эффект при употреблении продукта. В летний период времени потребление шоколадных и кремовых изделий значительно сокращается, потребители выбирают мороженое как главный способ охладиться, предпочтение отдают пломбиру, в качестве наполнителя предпочитают сгущенное молоко или шоколад. Создание кремовых масс и готовых кондитерских изделий из них пониженной калорийности с охлаждающим эффектом и вкусом, напоминающим мороженое, вероятно, позволит активизировать продажи в летние месяцы, сглаживая сезонные колебания спроса, благодаря удовлетворению вкусовых запросов потребителей.

В Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), установлены адекватный и верхний допустимый уровни потребления для пищевых и биологически активных веществ, входящих в состав пищевой продукции. Для эритрита максимальная дозировка составляет не более 45 г/сут. С учетом этого количество вносимого эритрита в рекомендуемой разовой порции готовых изделий из разработанных кремовых масс (4 конфеты около 10 г каждая) не превышает 17,5 г.

Модифицированные рецептурные составы кремовых масс на эритрите по вариантам, представлены в таблице 1.

Таблица 1.
Рецептурный состав опытных образцов кремовых масс
Table 1.
Formulation of experimental samples of creamy mass

Ингредиент Ingredient	Содержание, мас. % Content, mass, %		
	Образец Sample		
	1	2	3
Эритрит Erythritol	41,29	41,48	43,30
Какао тертое Crude chocolate	22,24	23,72	14,40
Какао масло Cocoa butter	3,05	3,64	8,24
Сливочное масло Butter	23,26	21,1	20,90
Сухие сливки Dry cream	9,6	9,6	11,94
Стевиозид Stevioside	0,29	0,14	0,30
Разжижитель Diluent	0,01	0,01	0,45
Ароматизатор Flavouring	0,01	0,02	0,10
Сухой экстракт плодов черники Dried Blueberry Fruit Extract	0,25	0,29	0,37
Итого Total	100	100	100

Модифицированные кремовые массы содержат от 14,4–23,72% какао-тертого и 26,31–29,14% дополнительно введенного жира. Проведенные исследования показали, что такой интервал обеспечивает наиболее гармоничные органолептические свойства и оптимальные технологические свойства получаемых масс. Уменьшение количества какао-тертого, а также жиров ниже указанных пределов приводит к ухудшению органолептических свойств, усложнению технологического процесса взбивания кремовых масс, и их отсадки, а также увеличению их плотности.

Увеличение количества какао-тертого выше 23,72 мас. % и жира выше 29,14 мас. % приводит к ухудшению технологических свойств получаемых масс – снижению вязкости и повышению текучести массы, а также чрезмерной твердости или пластичности (в зависимости от характеристик увеличенного жира: какао масло или сливочное масло) корпусов конфет и необоснованному удорожанию готовых изделий.

Содержание разжижителя 0,01–0,45 мас. % обеспечивает оптимальную вязкость и текучесть кремовой массы. Снижение количества разжижителя ниже 0,01 мас. % приводит к увеличению вязкости, а увеличение выше 0,45 мас. % – к увеличению текучести масс. Оба изменения значительно усложняют ведение технологического процесса.

Содержание в рецептуре сухих молочных сливок в пределах 9,6–11,94 мас. % обеспечивает необходимый молочный вкус, который в сочетании со вкусом какао-продуктов и охлаждающим эффектом эритрита способствует восприятию разработанных готовых изделий как аналогов шоколадно-сливочного мороженого.

Введение ароматизатора в количестве 0,01–0,1 мас. % усиливает вкус, а стевиозида в количестве 0,14–0,3 мас. % обеспечивает в сочетании с эритритом восполнение сладости до порогового вкуса традиционного изделия.

Для обогащения кремовых масс из разнообразия источников, содержащих биологически активные вещества – антоцианы, был выбран сухой экстракт плодов черники. Количество вводимого экстракта рассчитывали с учетом рекомендуемого суточного уровня потребления антоцианов. Согласно МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» и Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) адекватный уровень потребления антоцианов составляет 50 мг/сутки, верхний допустимый уровень – 150 мг/сутки.

В соответствии с Решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299 «О применении санитарных мер в Евразийском экономическом союзе» содержание биологически активных веществ в суточной дозе биологически активных добавок к пище, указанной в рекомендациях по применению, должно составлять не менее 15% адекватного уровня потребления и не превышать верхний допустимый уровень их потребления.

Учитывая изложенные рекомендации введение сухого экстракта плодов черники с содержанием антоцианов не менее 25% осуществлено в пределах 0,25–0,37 мас. %, что дает возможность дополнительно внести 67,5–93,3 мг антоцианов на 100 г кремовой массы (рисунок 1).

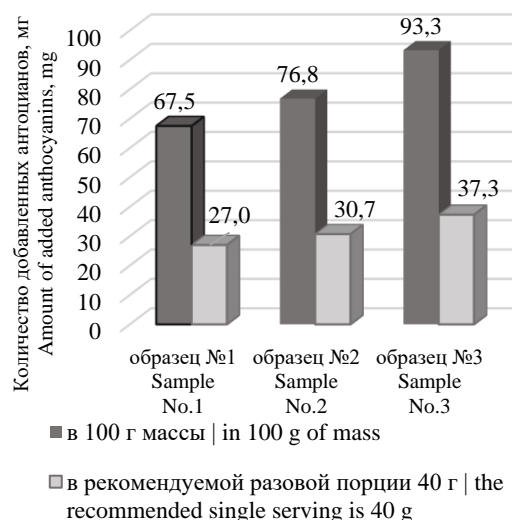


Рисунок 1. Количество добавленных антоцианов в опытных образцах кремовых масс, мг

Figure 1. Amount of added anthocyanins in experimental samples of cream mass, mg

Содержание в рекомендуемой разовой порции готовых изделий из разработанных кремовых масс (4 конфеты около 10 г каждая) добавленных антоцианов в количестве 54,0–74,6% от адекватного уровня потребления, позволяет отнести данные изделия к категории обогащенной пищевой продукции. Также обогащение антоцианами кремовых масс будет способствовать снижению возможных рисков тромбообразования при употреблении эритрита в составе разработанного продукта.

Содержание в рецептурах подсластителя эритрита колеблется в пределах 41,29–43,30 мас. %, что предпочтительно для обеспечения необходимого освежающего эффекта. Полная замена белого сахара на сахароспирт в разработанных кремовых массах позволяет значительно снизить в них массовую долю углеводов (на 82,0; 83,3 и 84,2% по сравнению с аналогичными массами на сахаре), что будет способствовать снижению потребления сахаров в составе готового продукта, и ожидаемо приведет к подавлению процессов гликирования, формирования AGEs и преждевременного старения.

Технологический процесс производства кремовых масс предусматривал: подготовку сырья к производству, смешивание и измельчение рецептурных компонентов, разводку массы, темперирование, сбивание массы и формование. На стадии смешивания в смеситель дозировали какао тертое, какао масло, эритрит, сухие сливки, стевиозид. Полученную рецептурную смесь перемешивали в течение 20 минут при температуре 40–45 °С до однородной, пластичной консистенции. Далее температуру снижали до 30 °С и при непрерывном перемешивании вводили в массу сбитое пластифицированное сливочное масло с растворенным в нем антоциансодержащим экстрактом, добавляли разжижитель и ароматизатор. Такой способ введения экстракта на данном этапе выбран как наиболее оптимальный по ходу технологического процесса, он позволяет сохранить активные свойства антоцианов, с учетом невысоких температур процесса. Далее оттемперированную массу сбивали в сбивальной машине при температуре 28–30 °С в течение 15 минут до плотности массы 0,9 г/см³. Формование полученной сбитой кремовой массы проводили методом отсадки. Температура отсаживаемой массы поддерживалась на уровне 26 °С. В результате отсадки конфеты приобретали куполообразную форму. Охлаждение готовых изделий проводили в холодильной камере при температуре 6 °С.

Рассчитана пищевая ценность разработанных кремовых масс, и установлено, что полная замена белого сахара на эритрит обеспечивает снижение их энергетической ценности (калорийности) на 30% и более относительно энергетической ценности (калорийности) аналогичных масс на сахаре, что позволяет в соответствии с ТР ТС 022/2011, отнести разработанные кремовые массы и изделия из них к пищевой продукции с пониженной энергетической ценностью (рисунок 2).

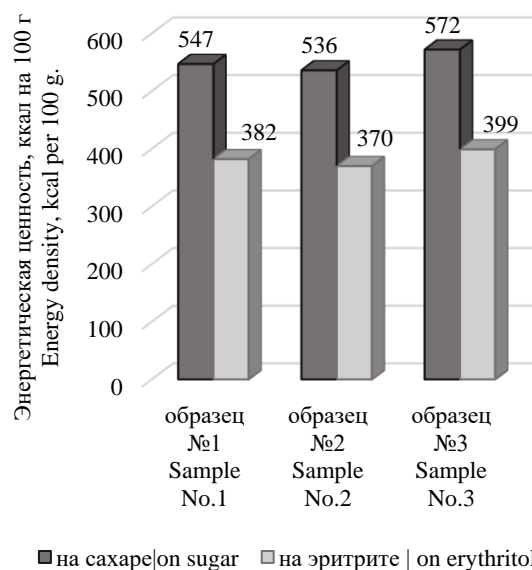


Рисунок 2. Снижение энергетической ценности опытных образцов кремовых масс на эритрите относительно энергетической ценности аналогичных масс на сахаре

Figure 2. Reduction in the energy density of experimental samples of cream masses on erythritol relative to the energy density of similar masses on sugar

Оценка органолептических характеристик показала, что использование эритрита в рецептурном составе кремовых масс способствовало появлению освежающего эффекта при употреблении (таблица 2).

Внесение сухого экстракта плодов черники не оказало существенного влияния на цвет и вкус разработанного изделия.

Влажность разработанных кремовых масс составила 2,0–2,3%, плотность – 0,82–0,90 г/см³, что позволяет использовать их для производства конфет и начинок мучных кондитерских изделий, и как отделочный полуфабрикат.

Таблица 2.
Органолептические и физико-химические показатели качества опытных образцов кремовых масс
Table 2.
Organoleptic and physicochemical quality parameters of experimental samples of cream masses

Показатель Index	Фактическая характеристика Образец Sample		
	1	2	3
Вкус и запах Taste and smell	шоколадно-сливочный, с охлаждающим послевкусием chocolatey and creamy, with a cooling aftertaste	шоколадно-сливочный, с охлаждающим послевкусием chocolatey and creamy, with a cooling aftertaste	шоколадно-сливочный, с охлаждающим послевкусием chocolatey and creamy, with a cooling aftertaste
Цвет Color	темно-коричневый dark brown	темно-коричневый dark brown	коричневый brown
Структура Structure	однородная, мелкопористая, кремообразная homogeneous, fine-pored, creamy	однородная, мелкопористая, кремообразная homogeneous, fine-pored, creamy	однородная, мелкопористая, кремообразная homogeneous, fine-pored, creamy
Массовая доля влаги, % Mass fraction of moisture, %	2,0	2,0	2,3
Плотность, г/см ³ Density, g/cm ³	0,89	0,90	0,82

Заключение

В результате проведенного исследования разработаны обогащенные кремовые массы с модифицированным углеводным профилем, обладающие на 30–31% пониженной энергетической ценностью относительно аналогичных масс на сахаре.

Модификация углеводного профиля кремовых масс позволяет значительно снизить в них массовую долю легкоусвояемых углеводов (на 82,0–84,2% по сравнению с аналогичными массами на сахаре), что будет способствовать снижению потребления сахаров в составе готового продукта, и ожидаемо приведет к подавлению процессов гликирования, формирования AGEs и преждевременного старения.

Замена легкоусвояемых углеводов в рецептуре изделия на подсластители с низким гликемическим индексом (эритрит и стевия), обладающие способностью снижать уровень глюкозы в крови, позволяет рассмотреть возможность использования разработанных кремовых масс в рационе питания лиц с повышенной массой тела, нарушениями углеводного обмена, а также страдающих ожирением.

Введение сухого экстракта плодов черники в рецептурный состав кремовых масс привело к созданию продукта, содержащего 54,0–74,6% от адекватного уровня потребления добавленных антоцианов в рекомендуемой разовой порции. Это позволяет классифицировать данное изделие как обогащенную пищевую продукцию. Кроме того, присутствие антоцианосодержащего экстракта черники в разработанном продукте потенциально способствует минимизации рисков тромбообразования, ассоциированных с употреблением эритрита.

Разработанные кремовые массы обладают уникальным вкусовым профилем, сочетающим молочные оттенки, интенсивный вкус какао и охлаждающий эффект эритрита, формируют сенсорное восприятие, аналогичное шоколадно-сливочному мороженому. Такой продукт имеет высокий потенциал для стимулирования летних продаж, сглаживая традиционные спады спроса за счет удовлетворения потребительских предпочтений.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова».

Литература

- 1 Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А. Ожирение как глобальный вызов XXI века: лечебное питание, профилактика и терапия // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 4. С. 161–171. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10050
- 2 Гаврилова А.О., Северина А.С., Шамхалова М.Ш., Шестакова М.В. Роль конечных продуктов гликирования в патогенезе диабетической нефропатии // Сахарный диабет. 2021. Т. 24. № 5. С. 461–469. doi: 10.14341/DM12763
- 3 Иванникова Е.В., Смирнова О.М. Роль конечных продуктов гликирования и их рецепторов в развитии осложнений сахарного диабета // Эффективная фармакотерапия. Эндокринология. 2019. Т. 1. № 5. С. 20–26.
- 4 Чуев А.С., Озерова Е.А. Гигиенические аспекты питания в антивозрастной терапии старения кожи лица // Биология и интегративная медицина. 2025. № 6 (78). С. 396–408.
- 5 Roberts M.N., Wallace M.A., Tomilov A.A. et al. A Ketogenic Diet Extends Longevity and Healthspan in Adult Mice // Cell Metabolism. 2018. V. 27. № 5. P. 1156. doi: 10.1016/j.cmet.2018.04.005

- 6 Dinesh K., Ahmad A. Effect of different artificial sweeteners on protein glycation // *Acta Biologica Szegediensis*. 2022. V. 66. № 2. P. 132–138. doi: 10.14232/abs.2022.2.132-138
- 7 Motomiya Y., Higashi T., Masuda M. et al. An in vitro evaluation of the glycation potential of a natural disaccharide, trehalose // *Clinical and Experimental Nephrology*. 2003. V. 7. № 3. P. 195–200. doi: 10.1007/s10157-003-0243-1
- 8 Franco R.R., Alves V.M.A., Zabinsky L.F.R. et al. Antidiabetic potential of *Bauhinia forficata* Link leaves: a non-cytotoxic source of lipase and glycoside hydrolases inhibitors and molecules with antioxidant and antiglycation properties // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2020. V. 123. P. 109798. doi: 10.1016/j.biopha.2019.109798
- 9 Ma H., Johnson S., Liu W. et al. Evaluation of polyphenol anthocyanin-enriched extracts of blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry for free radical scavenging, reactive carbonyl species trapping, antiglycation, anti- β -amyloid aggregation, and microglial neuroprotective effects // *International Journal of Molecular Sciences*. 2018. V. 19. № 2. P. 461. doi: 10.3390/ijms19020461
- 10 Mazi T.A., Stanhope K.L. Erythritol: An In-Depth Discussion of Its Potential to Be a Beneficial Dietary Component // *Nutrients*. 2023. V. 15. № 1. P. 204. doi: 10.3390/nu15010204
- 11 Witkowski M., Nemet I., Alamri H. et al. The artificial sweetener erythritol and cardiovascular event risk // *Nature Medicine*. 2023. V. 29. № 3. P. 710–718. doi: 10.1038/s41591-023-02223-9
- 12 Expert reaction to study looking at an artificial sweetener (erythritol) and cardiovascular disease events. Science Media Centre. URL: <https://www.sciencemediacentre.org/expert-reaction-to-study-looking-at-an-artificial-sweetener-erythritol-and-cardiovascular-disease-events/> (дата обращения: 05.12.2025).
- 13 EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), Younes M., Aquilina G. et al. Re-evaluation of erythritol (E 968) as a food additive // *EFSA Journal*. 2023. V. 21. № 12. P. e08430. doi: 10.2903/j.efsa.2023.8430
- 14 Chukwuma C.I., Mopuri R., Nagiah S. et al. Erythritol reduces small intestinal glucose absorption, increases muscle glucose uptake, improves glucose metabolic enzymes activities and increases expression of Glut 4 and IRS 1 in type 2 diabetic rats // *European Journal of Nutrition*. 2018. V. 57. № 7. P. 2431–2444. doi: 10.1007/s00394-017-1516-x
- 15 Bordier V., Teyssiere F., Drewe J. et al. Effects of a 5 week intake of erythritol and xylitol on vascular function, abdominal fat and glucose tolerance in humans with obesity: a pilot trial // *BMJ Nutrition, Prevention & Health*. 2023. V. 6. № 2. P. 264–272. doi: 10.1136/bmjnp-2023-000764
- 16 Силина Н.В., Мазурина Н.В., Ершова Е.В. и др. Постпрандиальная секреция инсулина и пептида YY при приеме эритритола и сахарозы // *Сахарный диабет*. 2024. Т. 27. № 6. С. 536–542. doi: 10.14341/DM13232
- 17 Msomi N.Z., Erukainure O.L., Islam M.S. Suitability of sugar alcohols as antidiabetic supplements: A review // *Journal of Food and Drug Analysis*. 2021. V. 29. № 1. P. 1–14. doi: 10.38212/2224-6614.3107
- 18 Raczkowska E., Bienkiewicz M., Gajda R. Modulation of the glycaemic index value of shortbread cookies by the use of erythritol and fruit pomace // *Scientific Reports*. 2024. V. 14. № 1. P. 14215. doi: 10.1038/s41598-024-65108-y
- 19 Abo-Zaid E.M. Impact of using oat flour and erythritol on characteristics and glycemic index of chiffon cakes and study the effect of erythritol on cavity-causing bacteria // *New Valley Journal of Agricultural Science*. 2023. V. 3. № 7. P. 659–668. doi: 10.21608/nvjas.2023.184532.1153
- 20 Джабоева А.С., Тяжгова М.А. Использование сахарозаменителя эритрита в производстве диетико-диабетического бисквита // *Известия Кабардино-Балкарского ГАУ*. 2020. № 4 (30). С. 46–51.
- 21 Боженова В.В., Баланов П.Е., Смотраева И.В. Разработка рецептуры и технологии диетического клюквенного мармелада на эритритоле // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 10. С. 187–194. doi: 10.36718/1819-4036-2022-10-187-194
- 22 EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), Castle L., Andreassen M. et al. Scientific opinion on the extension of the authorisation of use of the food additive steviol glycosides (E 960a-d) and the modification of the acceptable daily intake (ADI) for steviol // *EFSA Journal*. 2024. V. 22. № 11. P. e09045. doi: 10.2903/j.efsa.2024.9045
- 23 Кочетов А.А., Синявина Н.Г. Стевия (*Stevia Rebaudiana* Bertoni): биохимический состав, терапевтические свойства и использование в пищевой промышленности (обзор) // *Химия растительного сырья*. 2021. № 2. С. 5–27. doi: 10.14258/jcrpm.2021027931
- 24 Mahalak K.K., Firman J., Tomasula P.M. et al. Impact of Steviol Glycosides and Erythritol on the Human and *Cebus apella* Gut Microbiome // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020. V. 68. № 46. P. 13093–13101. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06181
- 25 Блягоз А.И., Хатко З.Н., Хачатрян А.А., Жилова Р.М. Разработка продукта функционального назначения – шоколадных конфет с семенами конопли // *Новые технологии*. 2023. Т. 19. № 1. С. 26–34. doi: 10.47370/2072-0920-2023-19-1-26-34
- 26 Нилова Л.П., Малютенкова С.М., Шамакова Л.Н. Влияние порошка стевии на качество безглютенового печенья // *Вестник ВГУИТ*. 2022. Т. 84. № 4. С. 124–132. doi: 10.20914/2310-1202-2022-4-124-132
- 27 Юдина Р.С., Гордеева Е.И., Шоева О.Ю. и др. Антоцианы как компоненты функционального питания // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021. Т. 25. № 2. С. 178–189. doi: 10.18699/VJ21.022
- 28 Herrera-Balandrano D.D., Chai Z., Beta T. et al. Blueberry anthocyanins: An updated review on approaches to enhancing their bioavailability // *Trends in Food Science & Technology*. 2021. V. 118. P. 808–821. doi: 10.1016/j.tifs.2021.11.006
- 29 Sun W. A review of the physiological functions of blueberry anthocyanins and their applications in food // *BIO Web of Conferences*. 2023. V. 59. P. 02011. doi: 10.1051/bioconf/20235902011
- 30 Huang W., Hutabarat R., Chai Z. et al. Antioxidant blueberry anthocyanins induce vasodilation via PI3K/Akt signaling pathway in high-glucose-induced human umbilical vein endothelial cells // *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. V. 21. № 5. P. 1575. doi: 10.3390/ijms21051575
- 31 Yang Y., Shi Z., Reheman A. et al. Plant food delphinidin 3-glucoside significantly inhibits platelet activation and thrombosis: novel protective roles against cardiovascular diseases // *PLoS ONE*. 2012. V. 7. № 5. P. e37323. doi: 10.1371/journal.pone.0037323

References

- 1 Sharafetdinov Kh.Kh., Plotnikova O.A. Obesity as a Global Challenge of the 21st Century: Therapeutic Nutrition, Prevention and Therapy. *Problems of Nutrition*. 2020. vol. 89. no. 4. pp. 161–171. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10050 (in Russian).
- 2 Gavrilova A.O., Severina A.S., Shamkhalova M.Sh., Shestakova M.V. The Role of Advanced Glycation End Products in the Pathogenesis of Diabetic Nephropathy. *Diabetes Mellitus*. 2021. vol. 24. no. 5. pp. 461–469. doi: 10.14341/DM12763 (in Russian).
- 3 Ivannikova E.V., Smirnova O.M. The Role of Advanced Glycation End Products and Their Receptors in the Development of Diabetes Complications. *Effective Pharmacotherapy. Endocrinology*. 2019. vol. 1. no. 5. pp. 20–26. (in Russian).
- 4 Chuev A.S., Ozerova E.A. Hygienic Aspects of Nutrition in Anti-Aging Therapy of Facial Skin Aging. *Biology and Integrative Medicine*. 2025. no. 6 (78). pp. 396–408. (in Russian).
- 5 Roberts M.N., Wallace M.A., Tomilov A.A. et al. A Ketogenic Diet Extends Longevity and Healthspan in Adult Mice. *Cell Metabolism*. 2018. vol. 27. no. 5. pp. 1156–1168. doi: 10.1016/j.cmet.2018.04.005.
- 6 Dinesh K., Ahmad A. Effect of different artificial sweeteners on protein glycation. *Acta Biologica Szegediensis*. 2022. vol. 66. no. 2. pp. 132–138. doi: 10.14232/abs.2022.2.132-138.
- 7 Motomiya Y., Higashi T., Masuda M. et al. An in vitro evaluation of the glycation potential of a natural disaccharide, trehalose. *Clinical and Experimental Nephrology*. 2003. vol. 7. no. 3. pp. 195–200. doi: 10.1007/s10157-003-0243-1.
- 8 Franco R.R., Alves V.M.A., Zabinsky L.F.R. et al. Antidiabetic potential of *Bauhinia forficata* Link leaves: a non-cytotoxic source of lipase and glycoside hydrolases inhibitors and molecules with antioxidant and antiglycation properties. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2020. vol. 123. article 109798. doi: 10.1016/j.biopha.2019.109798.
- 9 Ma H., Johnson S., Liu W. et al. Evaluation of polyphenol anthocyanin-enriched extracts of blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry for free radical scavenging, reactive carbonyl species trapping, antiglycation, anti- β -amyloid aggregation, and microglial neuroprotective effects. *International Journal of Molecular Sciences*. 2018. vol. 19. no. 2. article 461. doi: 10.3390/ijms19020461.
- 10 Mazi T.A., Stanhope K.L. Erythritol: An In-Depth Discussion of Its Potential to Be a Beneficial Dietary Component. *Nutrients*. 2023. vol. 15. no. 1. article 204. doi: 10.3390/nu15010204.
- 11 Witkowski M., Nemet I., Alamri H. et al. The artificial sweetener erythritol and cardiovascular event risk. *Nature Medicine*. 2023. vol. 29. no. 3. pp. 710–718. doi: 10.1038/s41591-023-02223-9.
- 12 Expert reaction to study looking at an artificial sweetener (erythritol) and cardiovascular disease events. *Science Media Centre*. Available at: <https://www.sciencemediacentre.org/expert-reaction-to-study-looking-at-an-artificial-sweetener-erythritol-and-cardiovascular-disease-events/> (accessed: 05.12.2025).
- 13 EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), Younes M., Aquilina G. et al. Re-evaluation of erythritol (E 968) as a food additive. *EFSA Journal*. 2023. vol. 21. no. 12. article e08430. doi: 10.2903/j.efsa.2023.8430.
- 14 Chukwuma C.I., Mopuri R., Nagiah S. et al. Erythritol reduces small intestinal glucose absorption, increases muscle glucose uptake, improves glucose metabolic enzymes activities and increases expression of Glut 4 and IRS 1 in type 2 diabetic rats. *European Journal of Nutrition*. 2018. vol. 57. no. 7. pp. 2431–2444. doi: 10.1007/s00394-017-1516-x.
- 15 Bordier V., Teyssie F., Drewe J. et al. Effects of a 5 week intake of erythritol and xylitol on vascular function, abdominal fat and glucose tolerance in humans with obesity: a pilot trial. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*. 2023. vol. 6. no. 2. pp. 264–272. doi: 10.1136/bmjnp-2023-000764.
- 16 Silina N.V., Mazurina N.V., Ershova E.V. et al. Postprandial Secretion of Insulin and Peptide YY After Intake of Erythritol and Sucrose. *Diabetes Mellitus*. 2024. vol. 27. no. 6. pp. 536–542. doi: 10.14341/DM13232 (in Russian).
- 17 Msomi N.Z., Erukainure O.L., Islam M.S. Suitability of sugar alcohols as antidiabetic supplements: A review. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2021. vol. 29. no. 1. pp. 1–14. doi: 10.38212/2224-6614.3107.
- 18 Raczkowska E., Bienkiewicz M., Gajda R. Modulation of the glycaemic index value of shortbread cookies by the use of erythritol and fruit pomace. *Scientific Reports*. 2024. vol. 14. no. 1. article 14215. doi: 10.1038/s41598-024-65108-y.
- 19 Abo-Zaid E.M. Impact of using oat flour and erythritol on characteristics and glycemic index of chiffon cakes and study the effect of erythritol on cavity-causing bacteria. *New Valley Journal of Agricultural Science*. 2023. vol. 3. no. 7. pp. 659–668. doi: 10.21608/nvjas.2023.184532.1153.
- 20 Dzhaboeva A.S., Tyazhgova M.A. The Use of the Sweetener Erythritol in the Production of Dietary Diabetic Sponge Cake. *Bulletin of Kabardino-Balkarian State Agrarian University*. 2020. no. 4 (30). pp. 46–51. (in Russian).
- 21 Bozhenova V.V., Balanov P.E., Smotraeva I.V. Development of Recipe and Technology of Dietary Cranberry Marmalade with Erythritol. *Bulletin of KrasGAU*. 2022. no. 10. pp. 187–194. doi: 10.36718/1819-4036-2022-10-187-194 (in Russian).
- 22 EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), Castle L., Andreassen M. et al. Scientific opinion on the extension of the authorisation of use of the food additive steviol glycosides (E 960a-d) and the modification of the acceptable daily intake (ADI) for steviol. *EFSA Journal*. 2024. vol. 22. no. 11. article e09045. doi: 10.2903/j.efsa.2024.9045.
- 23 Kochetov A.A., Sinyavina N.G. Stevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni): Biochemical Composition, Therapeutic Properties and Use in the Food Industry (Review). *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2021. no. 2. pp. 5–27. doi: 10.14258/jcprm.2021027931 (in Russian).
- 24 Mahalak K.K., Firman J., Tomasula P.M. et al. Impact of Steviol Glycosides and Erythritol on the Human and *Cebus apella* Gut Microbiome. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020. vol. 68. no. 46. pp. 13093–13101. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06181.
- 25 Blyagoz A.I., Khatko Z.N., Khachatryan A.A., Zhilova R.M. Development of a Functional Product – Chocolate Candies with Hemp Seeds. *New Technologies*. 2023. vol. 19. no. 1. pp. 26–34. doi: 10.47370/2072-0920-2023-19-1-26-34 (in Russian).
- 26 Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Shmakova L.N. Influence of Stevia Powder on the Quality of Gluten-Free Cookies. *Bulletin of VSUET*. 2022. vol. 84. no. 4. pp. 124–132. doi: 10.20914/2310-1202-2022-4-124-132 (in Russian).

27 Yudina R.S., Gordeeva E.I., Shoeva O.Yu. et al. Anthocyanins as Components of Functional Nutrition. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021. vol. 25. no. 2. pp. 178–189. doi: 10.18699/VJ21.022 (in Russian).


28 Herrera-Balandrano D.D., Chai Z., Beta T. et al. Blueberry anthocyanins: An updated review on approaches to enhancing their bioavailability. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. vol. 118. pp. 808–821. doi: 10.1016/j.tifs.2021.11.006.


29 Sun W. A review of the physiological functions of blueberry anthocyanins and their applications in food. *BIO Web of Conferences*. 2023. vol. 59. article 02011. doi: 10.1051/bioconf/20235902011.


30 Huang W., Hutabarat R., Chai Z. et al. Antioxidant blueberry anthocyanins induce vasodilation via PI3K/Akt signaling pathway in high-glucose-induced human umbilical vein endothelial cells. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. vol. 21. no. 5. article 1575. doi: 10.3390/ijms21051575.

31 Yang Y., Shi Z., Reheman A. et al. Plant food delphinidin 3-glucoside significantly inhibits platelet activation and thrombosis: novel protective roles against cardiovascular diseases. *PLoS ONE*. 2012. vol. 7. no. 5. article e37323. doi: 10.1371/journal.pone.0037323.

Сведения об авторах

Манана Е. Ткешелашвили к.т.н., научно-исследовательский институт продовольственной безопасности, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 115054, Россия, mananat@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5269-7933>

Галина А. Бобождонова к.т.н., доцент, базовая кафедра индустрии качества, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 115054, Россия, batay96@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5421-0287>

Газибег О. Магомедов д.т.н., профессор, кафедра технологий хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gazibeck.magomedov@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7201-8387>

Вклад авторов

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


Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Manana E. Tkeshelashvili Cand. Sci. (Engin.), research institute of the food security, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane., 36, Moscow, 115054, Russia, mananat@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5269-7933>

Galina A. Bobozhonova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, basic department of quality industry, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane., 36, Moscow, 115054, Russia, batay96@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5421-0287>

Gazibeg O. Magomedov Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, gazibeck.magomedov@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7201-8387>

Contribution

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/01/2026	После редакции 08/02/2026	Принята в печать 16/03/2026
Received 11/01/2026	Accepted in revised 08/02/2026	Accepted 16/03/2026