ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2377
https://elibrary.ru/YGIUJI

Оригинальная статья
https://fptt.ru

Разработка обогащенных кондитерских кремов на растительных маслах с модификацией углеводного профиля

Л. В. Зайцева[1,*], Н. В. Рубан[2], Т. Б. Цыганова[2], Э. В. Мазукабзова[1]

[1] *Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, Москва, Россия*

[2] *Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия*

Поступила в редакцию: 16.03.2022
Принята после рецензирования: 15.04.2022
Принята к публикации: 04.05.2022

**Л. В. Зайцева: lvz2360@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8176-1650*
Н. В. Рубан: https://orcid.org/0000-0003-2511-172X
Т. Б. Цыганова: https://orcid.org/0000-0003-1659-9786
Э. В. Мазукабзова: https://orcid.org/0000-0002-2884-6767

© Л. В. Зайцева, Н. В. Рубан, Т. Б. Цыганова, Э. В. Мазукабзова, 2022

Аннотация.
Для снижения распространения ожирения и сахарного диабета Всемирной организацией здравоохранения рекомендовано ограничение в рационе питания легкоусвояемых углеводов и насыщенных жиров, а также исключение транс-изомеров жирных кислот. Поэтому изменение рецептур высококалорийных кондитерских изделий актуально. Целью исследования являлась разработка кондитерских кремов с модификацией углеводного профиля и пониженной калорийностью, обогащенных омега-3 жирными кислотами и пищевыми волокнами.
Объектами исследования являлись масляный крем «Новый» и экспериментальные образцы кремов на растительных маслах с модифицированным углеводным профилем. Применяли общепринятые и стандартные методы исследования органолептических и физико-химических свойств контрольного и экспериментальных образцов. Содержание растворимых и нерастворимых пищевых волокон определяли ферментативно-гравиметрическим методом, содержание токоферолов – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
Были разработаны кондитерские кремы на растительных маслах с модифицированным углеводным профилем с содержанием пищевых волокон 4,0–18,5 г/100 г и омега-3 жирных кислот не менее 0,2 г/100 г жирностью 15–26 %. Содержание легкоусвояемых углеводов, представленных лактозой сухого молока, составляет 0,5–3,5 г/100 г крема. Дополнительно произвели обогащение кремов D-α-токоферолацетатом до уровня источника или высокого содержания (2,6–4,5 мг/50 г). Плотность полученных изделий составляет 0,75–0,90 г/см^3. Это позволяет использовать их как самостоятельные десерты или отделочные полуфабрикаты.
Разработанные кондитерские кремы на растительных маслах, в соответствии с нормативной документацией ЕврАзЭс, относятся к пищевой продукции, обогащенной пищевыми волокнами и омега-3 жирными кислотами на уровне источника или высокого содержания. Они могут быть маркированы как изделия «без сахара» (не более 0,5 г/100 г) или «с низким содержанием сахара» (не более 5 г/100 г). Это позволяет использовать их в рационе питания лиц с повышенной массой тела, а также больных, страдающих ожирением и сахарным диабетом.

Ключевые слова. Крем, подсластители, пищевые волокна, омега-3 жирные кислоты, витамины, пищевая ценность

Для цитирования: Разработка обогащенных кондитерских кремов на растительных маслах с модификацией углеводного профиля / Л. В. Зайцева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 3. С. 500–510. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2377

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2377
https://elibrary.ru/YGIUJI

Original article
Available online at https://fptt.ru/en

Fortified Confectionery Creams on Vegetable Oils with a Modified Carbohydrate Profile

Larisa V. Zaytseva[1], Natalia V. Ruban[2], Tatiana B. Tsyganova[2], Ella V. Mazukabzova[1]

[1] *All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry, Moscow, Russia*

[2] *Moscow State University of Food Industry, Moscow, Russia*

Received: 16.03.2022
Revised: 15.04.2022
Accepted: 04.05.2022

**Larisa V. Zaytseva: lvz2360@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8176-1650*
Natalia V. Ruban: https://orcid.org/0000-0003-2511-172X
Tatiana B. Tsyganova: https://orcid.org/0000-0003-1659-9786
Ella V. Mazukabzova: https://orcid.org/0000-0002-2884-6767

© L.V. Zaytseva, N.V. Ruban, T.B. Tsyganova, E.V. Mazukabzova, 2022

Abstract.
The World Health Organization insists on limiting easily digestible carbohydrates, saturated fats, and trans-isomers of fatty acids in human diet. Therefore, formulations of high-calorie confectionery products have to be modified. The research objective was to develop confectionery creams with a modified carbohydrate profile and a reduced calorie content, fortified with omega-3 fatty acids and dietary fibers.
The study featured a traditional formulation of butter cream and experimental samples of confectionery creams on vegetable oils with a modified carbohydrate profile. The research involved standard methods of assessing sensory and physicochemical properties of the control and experimental cream samples. The content of soluble and insoluble dietary fibers was estimated by enzymatic gravimetric method, while the content of tocopherols was determined by high-performance liquid chromatography. The test samples of creams on vegetable oil with modified carbohydrate profile had a fiber content of 4.0–18.5 g/100 g, represented by oat bran powder with 28% beta-glucan, arabinogalactan, and inulin. The amount of omega-3 fatty acids was 0.2 g/100 g, and the fat content was 15–26%. Easily digestible carbohydrates were represented exclusively by lactose of milk powder (0.5–3.5 g/100 g of cream). The test creams were fortified with D-α-tocopherol acetate: 2.6–4.5 mg/50 g. The density of the resulting products was 0.75–0.90 g/cm^3, which made it possible to use them both as independent desserts and as semi-products.
The developed confectionery creams complied with the legislation of the EurAsEC on food products fortified with dietary fiber and omega-3 fatty acids. They can be labeled as sugar-free (≤ 0.5 g/100 g) or low sugar (≤ 5 g/100 g) products. Therefore, they are safe for customers with obesity and diabetes.

Keywords. Cream, sweeteners, dietary fiber, omega-3 fatty acids, vitamins, nutrition value

For citation: Zaytseva LV, Ruban NV, Tsyganova TB, Mazukabzova EV. Fortified Confectionery Creams on Vegetable Oils with a Modified Carbohydrate Profile. Food Processing: Techniques and Technology. 2022;52(3):500–510. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2377

Введение

Кондитерские изделия являются неотъемлемой частью пищевого рациона практически всех групп населения. При этом большую часть составляют высококалорийные изделия – 350 ккал/100 г и более. Во всем мире растет количество населения с избыточной массой тела, а также лиц, страдающих ожирением и сахарным диабетом [1–4]. Поэтому Всемирной организацией здравоохранения рекомендовано снижение калорийности дневного рациона за счет максимального ограничения добавленных сахаров и насыщенных жиров, а также исключения транс-изомеров жирных кислот [5]. Данные рекомендации поддерживаются российскими учеными, диетологами и нутрициологами [6]. Необходима модификация рецептур кондитерских изделий для снижения их калорийности и увеличения содержания физиологически значимых веществ [7]. Людям с избыточной массой тела или ожирением рекомендуется включение в рацион продуктов с пониженной калорийностью, обогащенных ненасыщенными жирными кислотами и пищевыми

волокнами. Людям, страдающим сахарным диабетом 2 типа, разрешено потребление определенных видов кондитерских изделий с модифицированным углеводным профилем [8, 9].

В условиях пандемии COVID-19 было установлено, что риски тяжелого течения болезни и летального исхода характерны для пациентов, страдающих ожирением, сахарным диабетом и сердечно-сосудистыми заболеваниями [10]. Однако в этот период отмечено увеличение потребления кондитерских изделий. Это связано с удаленной работой, а именно более частыми чаепитиями, а также с привычкой многих людей бороться со стрессом, заедая его сладким.

Основными путями снижения калорийности пищевой продукции являются уменьшение содержания доли жира и замена простых углеводов в рецептуре на подсластители. В связи с этим увеличение выпуска кондитерских изделий пониженной калорийности с модифицированным углеводным профилем, обогащенных макро- и микронутриентами, включая витамины-антиоксиданты, будет способствовать разнообразию рациона питания всех групп населения, а также реализации рекомендаций Всемирной организации здравоохранения.

Имеются разработки мучных кондитерских изделий, желейных и сбивных изделий пониженной калорийности, обогащенных биологически активными веществами, включая изделия, предназначенные для больных сахарным диабетом [11–19]. Проведены исследования по разработке кондитерских кремов, обогащенных различными добавками, с частичной или полной заменой сахара на подсластители или полисахариды. Однако рецептуры масляных кремов основаны на использовании сливочного масла и отличаются высокой калорийностью и жирность 38–42 % [20–24].

Целью исследования являлась разработка обогащенных кондитерских кремов на растительных маслах с модификацией углеводного профиля и пониженной калорийностью. Основные этапы разработки представлены на рисунке 1.

Объекты и методы исследования

Содержание массовой доли влаги в кремах определяли по ГОСТ 5900-2014, плотность кремов – по ГОСТ 5902-80, жирнокислотный состав жировой фракции кремов – по ГОСТ 31663-2012 на основе анализа метиловых эфиров жирных кислот, полученных по ГОСТ 31665-2012, содержание общих, растворимых и нерастворимых пищевых волокон – ферментативно-гравиметрическим методом по МИ 01.00282-2008/0174.01.07.13, содержание токоферолов – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сравнении со стандартом по Р 4.1.1672-03. Все исследования проводили в 3-х повторностях. Достоверность результатов исследований оценивали по критерию

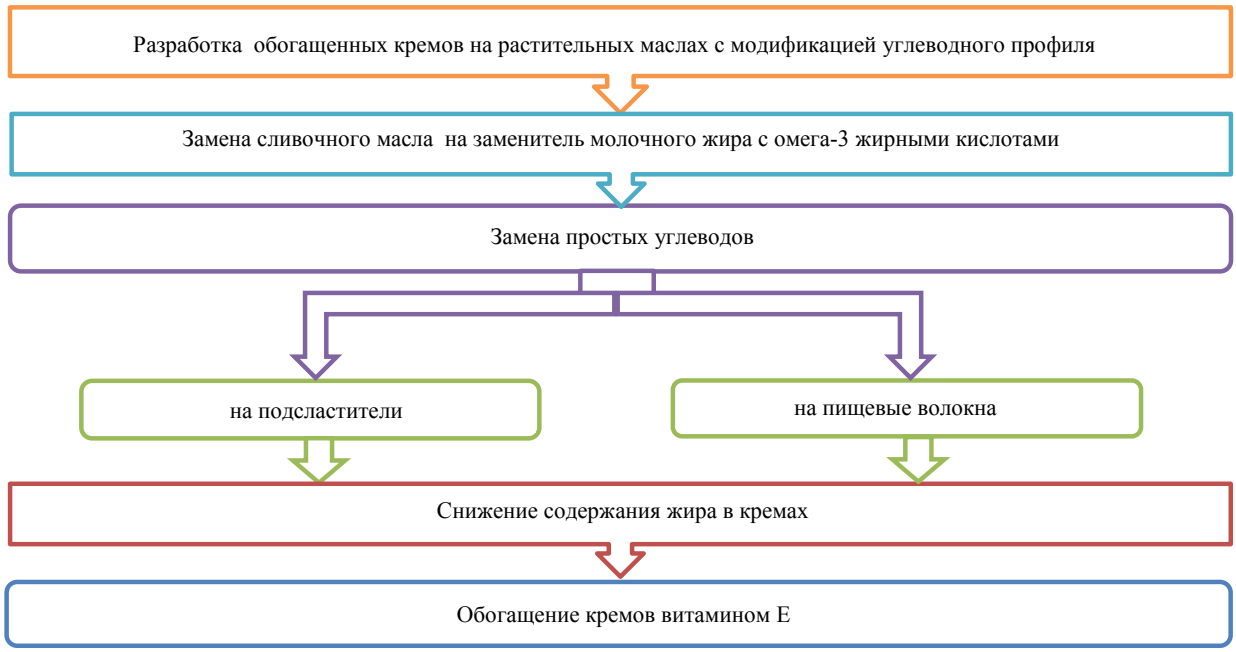

Рисунок 1. Основные этапы разработки обогащенных кондитерских кремов на растительных маслах с модификацией углеводного профиля

Figure 1. Production stages of fortified confectionery creams based on vegetable oils with a modified carbohydrate profile

Таблица 1. Основные рецептурные компоненты кондитерских кремов по вариантам

Table 1. Formualtions of confectionery creams by options

№ варианта	Рецептурные компоненты						
	Сливочное масло	Заменитель молочного жира	Сахар белый	Молоко сгущенное с сахаром	Молоко сухое обезжиренное	Подсластитель	Пищевые волокна
1	+	–	+	+	–	–	–
2	–	+	+	+	–	–	–
3	–	+	–	–	+	+	+
4	–	+	–	–	+	+	+
5	–	+	–	–	+	+	+
6	–	+	–	–	+	+	+
7	–	+	–	–	+	+	+

Стьюдента при доверительном интервале ≤ 0,05. В экспериментальной части приведены средние значения показателей. Калорийность кремов рассчитывали на основании рецептурного состава.

Для осуществления поставленных задач в качестве исходной была использована рецептура масляного крема «Новый» с минимальным набором ингредиентов [25]. Крем «Новый» имеет жирность 40 % и состоит из 82,5 % сливочного масла, белого сахара и молока цельного сгущенного с сахаром, ароматизирован ванильной пудрой и коньяком (или десертным вином). В процессе постановки эксперимента ванильная пудра и коньяк/вино были удалены из рецептуры для исключения их маскирующего воздействия на возможные изменения органолептических свойств готового изделия в результате внесения подсластителей и пищевых волокон. Крем «Новый» используется в качестве отделочного полуфабриката, имеет влажность 23,5 ± 2,0 % и плотность 0,75–0,90 г/см^3.

Для модификации жировой фазы изделия использовали заменитель молочного жира по ГОСТ 31648-2012 с содержанием α-линоленовой кислоты не менее 1,4 г/100 г (Калининградский комбинат по переработке растительных масел, Калининград). В качестве подсластителей использовали изомальт (Hylen Chemical Co, Китай) и эритрит (ООО «НоваПродукт», Москва). В качестве источника пищевых волокон использовали порошок овсяных отрубей с 28 % содержанием бета-глюкана (OatWell^R 28, DSM Nutritional Products Europe Ltd., Швейцария) и арабиногалактан, выделенный из лиственницы даурской (Ametis, Благовещенск). Также использовали полифруктозан инулин, выделенный из корней топинамбура (Fibruline® Instant, Novaprodukt, Бельгия). Витамин Е вносили в форме D-α-токоферолацетата (DSM Nutritional Products Europe Ltd., Швейцария). Его количество рассчитывалось с учетом содержания токоферолов, присутствующих в заменителе молочного жира (в пересчете на токоферолацетат).

Алгоритм модификаций (варианты № 2–7) исходной рецептуры масляного крема «Новый» (вариант № 1) представлен в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

Анализ рецептур масляных и жировых кремов показал, что практически все являются высококалорийными кондитерскими изделиями [25]. Наличие белого сахара и компонентов, содержащих простые углеводы (молоко сгущенное с сахаром, сиропы, пудра ванильная и т. д.), не позволяет использовать эти кремы в рационе питания больных сахарным диабетом и ограничивает их потребление для людей с избыточной массой тела и ожирением. С другой стороны, используемая в этих кремах жировая основа представлена насыщенными жирными кислотами при отсутствии дефицитных омега-3 жирных кислот. Поэтому использование заменителя молочного жира, содержащего жирные кислоты семейства омега-3 при минимальном присутствии атерогенных транс-изомеров жирных кислот (менее 1 %), влияющих на развитие сердечно-сосудистых заболеваний, онкологии, ожирения и сахарного диабета, будет способствовать достижению поставленной цели. Обогащение пищевого рациона омега-3 жирными кислотами важно для населения Российской Федерации, включая больных, страдающих ожирением и сахарным диабетом [4, 6, 26, 27].

На первом этапе исследования рассмотрена возможность замены сливочного масла в рецептуре на заменитель молочного жира, содержащий омега-3 жирные кислоты (вариант № 2). Содержание жира и количество остальных компонентов в рецептуре было оставлено без изменений. Содержание основных групп жирных кислот в жировой фазе кремов по исходной рецептуре (вариант № 1) и после замены жирового компонента (вариант № 2) представлено на рисунке 2.

Замена сливочного масла в модельных образцах кремов на заменитель молочного жира по ГОСТ 31648 улучшает жирнокислотный состав

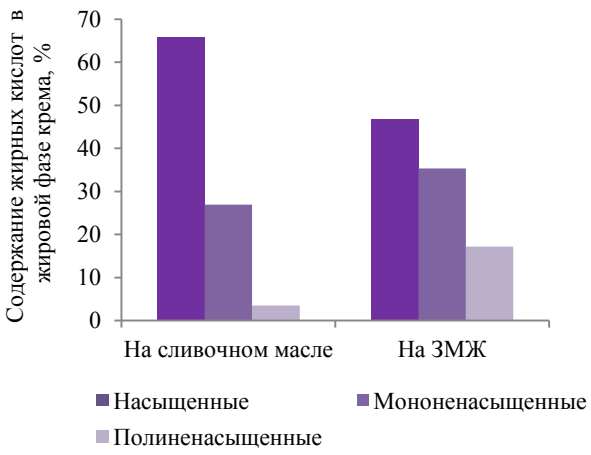

Рисунок 2. Жирнокислотный состав кремов на сливочном масле и заменителе молочного жира (вариант № 2)

Figure 2. Fatty acid composition of creams based on butter and milk fat substitute (option 2)

получаемого продукта: на одну треть снижалось содержание насыщенных жирных кислот; повышалось в 5 раз содержание полиненасыщенных жирных кислот, включая α-линоленовую кислоту (1,4 % от суммы жирных кислот), отсутствующую в исходном продукте; снижалось содержание атерогенных транс-изомеров жирных кислот (с 3,6 до 0,8 % от суммы жирных кислот). Содержание в разовой порции продукта (50 г) α-линоленовой кислоты составляло более 35 % от ее адекватного уровня потребления (700 мг), установленного в Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к товарам, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (Глава II, Раздел 1, Приложение 5). Это позволяет отнести продукт к пищевой продукции, обогащенной омега-3 жирными кислотами. Дополнительным преимуществом использования заменителя молочного жира стало содержание в нем атерогенных транс-изомеров жирных кислот менее 0,9 г/100 г.

Одним из способов снижения калорийности пищевой продукции является модификация его углеводного состава. Была рассмотрена замена простых углеводов (белый сахар, молоко цельное сгущенное с сахаром) на подсластители и пищевые волокна при использовании сухого обезжиренного молока для корректировки сухих веществ в рецептурах кремов. Модификация углеводного состава пищевых продуктов путем замены быстроусвояемых рафинированных сахаров на медленно усвояемые углеводы и пищевые волокна позволяет корригировать нарушения углеводного и липидного обмена у больных, страдающих ожирением и сахарным диабетом 2 типа [4, 5, 26, 28]. На основании этого рассмотрена возможность включения разработанных кремов на растительных маслах в количестве не более 50 г в рацион питания перечисленных групп населения (после проведения клинических исследований).

Анализ патентной документации, касающейся усовершенствования рецептур и технологий масляных кремов на подсластителях с внесением пищевых волокон, показал, что в качестве подсластителей используются сахароспирты (ксилит, сорбит, изомальт, эритрит), обладающие структурообразующими свойствами, а в качестве пищевых волокон – пектин или инулин [20, 21, 23, 24]. Использование в качестве подсластителей многоатомных спиртов (сахароспиртов) имеет преимущества перед применением таких подсластителей, как цикломаты, аспартам, ацесульфам калия и сахарин за счет меньшего побочного эффекта, оказываемого на организм человека [29]. Для снижения калорийности конечного продукта были выбраны низкокалорийные сахароспирты, такие как эритрит и изомальт, имеющие низкий гликемический индекс.

Изомальт (изомальтит, палатинит, Е953) или О-α-D-глюкопиранозилманнит имеет калорийность 1,62 ккал/г, гликемический индекс 9, коэффициент сладости 0,5. Благодаря низкому гликемическому индексу изомальт не вызывает резких колебаний сахара в крови. В работе [29] сообщается об ограничении его использования в продуктах для больных фенилкетонурией. Однако это ограничение не введено на законодательном уровне.

Эритрит (Е968) или 1,2,3,4-бутантетраол практически не усваивается организмом и не принимает участия в обменных процессах, поскольку имеет калорийность 0,2 ккал/г, гликемический индекс 0, коэффициент сладости 0,7. Также эритрит не влияет на уровень сахара в крови. К недостаткам следует отнести возможность возникновения проблем с пищеварением при превышении дозировки 0,66 г/кг массы тела [29].

В Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к товарам, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), установлены адекватные уровни и верхние допустимые уровни потребления для пищевых и биологически активных веществ, входящих в состав пищевой продукции (Глава II, Раздел 1, Приложение 5). Для изомальта и эритрита максимальная дозировка составляет не более 40 и 45 г/сут соответственно. С учетом этого количество вносимых полиолов (в сумме и по отдельности) в рекомендуемой разовой порции разработанных кондитерских изделий (50 г) не превышало 18 г.

Всемирной организацией здравоохранения рекомендовано увеличение содержания пищевых волокон в рационе питания. Диетические рекомендации установлены для людей с повышенной массой тела, а также для лиц, страдающих ожирением и

Таблица 2. Подсластители и пищевые волокна в кондитерских кремах по вариантам

Table 2. Sweeteners and dietary fiber in confectionery creams by option

№ варианта	Подсластители, соотношение	Пищевые волокна, соотношение
3	Изомальт	Порошок овсяных отрубей с 28 % бета-глюкана
4	Изомальт	Арабиногалактан
5	Изомальт	Порошок овсяных отрубей с 28 % бета-глюкана:инулин = 1:2
6	Изомальт:эритрит = 1:1	Арабиногалактан:инулин = 1:1
7	Изомальт:эритрит = 1:2,5	Арабиногалактан:инулин = 1:1

сахарным диабетом [3, 4, 26]. В последнем случае преимуществом пользуются пищевые волокна, обладающие способностью понижать или препятствовать повышению уровня глюкозы в крови, а также снижать содержание холестерина. С учетом этого были выбраны порошок овсяных отрубей с 28 % содержанием бета-глюкана и арабиногалактан. Также в некоторых случаях в рецептуру добавлялся инулин.

Бета-глюкан ((1-3),(1-4)-β-D-глюкан) является полисахаридом клеточной стенки грибов, некоторых микроорганизмов и злаков, таких как овес. Бета-глюкан способен снижать уровень глюкозы и инсулиновую реакцию, холестерин и липопротеиды низкой плотности в крови, ускорять обмен веществ, активизировать иммунную систему и оказывать противовоспалительное действие. Это позволяет рекомендовать его для использования в продуктах диабетического питания, а также в диетах для снижения веса и укрепления сердечно-сосудистой системы. Бета-глюкан обладает также противоопухолевой активностью [3, 4, 26, 28, 30].

Арабиногалактан (Е409) – камедь из сибирской лиственницы. Он способствует снижению уровня сахара и холестерина в крови, обладает ярко выраженным антиоксидантным воздействием путем замедления процессов пероксидного окисления липидов в печени, резко снижая уровень их токсического воздействия, а также иммуномодулирующим воздействием и противоопухолевой активностью [31]. В соответствие с Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требования к товарам, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), верхний допустимый уровень потребления арабиногалактана составляет 20 г/сут. Разрешено его использование в сочетании с другими пищевыми волокнами. Общее потребление пищевых волокон не должно превышать 40 г/сут.

Инулин является полифруктозаном – запасным полисахаридом растений. Он помогает усваиваться инсулину, снижает гликемический индекс пищи, тем самым препятствуя росту уровня глюкозы в крови, принимает участие в углеводном и липидном метаболизме и способствует снижению кровяного давления при гиперлипидемии. Выступая иммуномодулятором, инулин повышает интенсивность метаболизма и адаптационные свойства организма [26]. Этот полисахарид широко используется при производстве пищевой продукции с пониженной калорийностью, выполняя функцию имитатора жира.

Наименования подсластителей и некрахмальных полисахаридов, включая пищевые волокна, использованных в модифицированных рецептурах кремов на растительных маслах по вариантам, представлены в таблице 2.

Была рассчитана пищевая ценность исходного масляного крема и разработанных кремов на растительных маслах (табл. 3). Установлено, что полная замена сырья, содержащего простые углеводы (белый сахар, молоко сгущенное с сахаром), на сахароспирты и пищевые волокна при сохранении исходной жирности продукта (40 %) позволяет снизить калорийность кондитерского изделия на 14 % (табл. 3, вариант № 3). При этом содержание легкоусвояемых углеводов, представленных лактозой из сухого молока, составляло не более 0,5 г/100 г. Это позволяет маркировать продукт «без сахара» (ТР ТС 022/2011). Содержание в разовой порции крема α-линоленовой кислоты в количестве 37 % от адекватного уровня потребления, а также витамина Е в количестве 30 % от рекомендуемого уровня позволяет отнести разработанные кремы к категории обогащенной пищевой продукции (табл. 3, вариант № 3).

Дальнейшее снижение калорийности разрабатываемых кремов было осуществлено за счет уменьшения содержания заменителя молочного жира и увеличения количества пищевых волокон в рецептуре. В результате подбора рецептурных соотношений подсластителей и пищевых волокон (табл. 2) было достигнуто снижение калорийности продуктов более чем на 30 % относительно исходной рецептуры крема «Новый» (табл. 3, варианты № 4–7). При этом была сохранена массовая доля влаги на том же уровне – 25,00 ± 2,00 %. Плотность всех разработанных кремов на растительных маслах находилась в пределах 0,8–0,9 г/см^3. Это соответствует плотности крема

Таблица 3. Пищевая ценность кондитерских кремов по вариантам

Table 3. Nutritional value of confectionery creams by options

Показатель	Варианты						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Белки, г/100 г	0,6	0,6	0,3	2,2	2,2	0,8	1,5
Жиры, г/100 г	40	40	40	26	20	20	15
Углеводы[1], г/100 г, в т. ч. добавленные сахара	33 33	33 33	0,5 –	3,5 –	3,5 –	1,2 –	2,4 –
Пищевые волокна, г/100 г	–	–	4,1	6,5	14,5	16,3	18,5
Пищевые волокна, г/50 г (разовая порция)	–	–	2,1	3,3	7,3	8,2	9,3
Пищевые волокна, % от РП[2]	–	–	7,0	10,3	24,3	27,3	31,0
Омега-3 жирные кислоты: г/100 г	–	0,51	0,52	0,33	0,26	0,26	0,20
г/50 г (разовая порция)	–	0,25	0,26	0,17	0,13	0,13	0,11
% от АП[3]	–	35,7	37,0	24,3	19,0	19,0	15,7
Витамин Е: мг/100г	–	–	6,0	–	–	9,1	5,2
мг/50 г (разовая порция)	–	–	3,0	–	–	4,5	2,6
% от РП[2]	–	–	30	–	–	45,0	26
Калорийность, ккал/кДж в 100 г	500/1750	500/1750	430/1570	330/1370	290/1200	250/980	190/480

1 – в вариантах № 3–7 углеводы представлены лактозой, присутствующей в молоке сухом обезжиренном; 2 – РП – рекомендуемый уровень суточного потребления (ТР ТС 022/2011, Приложение 2); 3 – АП – адекватный уровень потребления α-линоленовой кислоты (Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), Глава II, Раздел 1, Приложение 5).

1 – in 3–7, carbohydrates are represented by lactose in skimmed milk powder; 2 – “РП” stands for the recommended daily intake according to TR CU 022/2011, Appendix 2; 3 – “АП” stands for an adequate intake of α-linolenic acid according to Uniform Sanitary-Epidemiological and Hygienic Requirements for Goods Subject to Sanitary-Epidemiological Supervision, Chapter II, Section 1, Appendix 5.

a b

Рисунок 3. Внешний вид кондитерских кремов на: a – сливочном масле; b – заменителе молочного жира

Figure 3. Appearance of confectionery creams on: a – butter; b – milk fat substitute

«Новый», используемого в качестве отделочного полуфабриката. На рисунке 3 представлен внешний вид контрольного крема и крема по модифицированной рецептуре при их использовании в качестве отделочных полуфабрикатов. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования разработанных кремов не только в качестве самостоятельных десертов, но и как отделочные полуфабрикаты.

Сравнение содержания основных нутриентов в исходном и модифицированном кремах (вариант № 7) представлено на рисунке 4.

Произведенная модификация углеводного состава позволила получить кремы, в которых содержание простых углеводов (варианты № 4–7), представленных лактозой из сухого обезжиренного молока, не превышает 3,5 %. В соответствии с ТР ТС 022/2011 (Приложение 5) эти продукты могут быть маркированы как пищевая продукция «с низким содержанием сахара» (не более 5 г/100 г). Из рисунка 4 видно, что в разработанных кремах отмечается высокое содержание пищевых волокон, отсутствующих в исходной рецептуре крема «Новый». Проведенный количественный анализ различных групп пищевых волокон в изделии позволил установить, что при использовании порошка овсяных отрубей содержание нерастворимых пищевых волокон в креме практически в 2 раза превышало содержание растворимых (вариант № 3). В остальных случаях растворимые и нерастворимые пищевые волокна содержались в конечном продукте примерно в равном количестве. Разработанные кремы, в соответствии с ТР ТС 022/2011, являются пищевой продукцией, обогащенной пищевыми волокнами на уровне

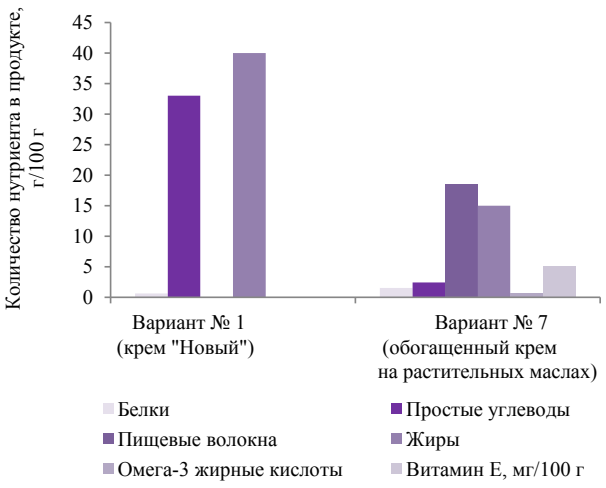

Рисунок 4. Содержание нутриентов в исходном (вариант № 1) и модифицированном (вариант № 7) кремах

Figure 4. Nutrients in the original (option № 1) and modified (option № 7) creams

«источника» (не менее 3 г/100 г) или «высокого содержания» (не менее 6 г/100 г).

Анализ пищевой ценности разработанных кремов на растительных маслах (табл. 3) показал, что в результате замены сливочного масла на заменитель молочного жира (ГОСТ 31648) кремы являются пищевой продукцией, обогащенной омега-3 жирными кислотами на уровне «источника» (не менее 0,2 г/100 г) или «высокого содержания» (не менее 0,4 г/100 г) (ТР ТС 022/2011).

Наличие жировой и водной фаз в разработанных кремах позволяет дополнительно обогащать их жиро- и водорастворимыми витаминами. В соответствии с поставленной задачей считаем, что оптимальным является обогащение изделий витаминами B_1, B_6, B_7, С и Е. Они способствуют снижению уровня глюкозы в крови, укреплению иммунитета и сердечно-сосудистой системы. В качестве примера было рассмотрено обогащение кремов витамином Е в форме D-α-токоферолацетата. В используемом заменителе молочного жира присутствовали токоферолы исходных растительных масел. Поэтому расчет витамина Е осуществлялся с их учетом в пересчете на токоферолацетат. Токоферолы дополнительно обладают антиоксидантными свойствами, способствуют укреплению иммунитета, препятствуют развитию воспалений, оказывают положительное воздействие на укрепление и оздоровление сердечно-сосудистой системы. В связи с этим они рекомендованы для всех групп населения, а также для включения в диету лицам, страдающим ожирением и сахарным диабетом 2 типа [10, 32, 33]. Получены кремы на растительных маслах (табл. 4, варианты № 3, 6, 7), в разовой порции которых содержание витамина Е составляло 26–45 % от среднесуточной потребности в них взрослого человека. В соответствии с ТР ТС 022/2011 они могут быть маркированы как «источник витамина Е» (не менее 15 % от рекомендуемого уровня суточного потребления) или «с высоким содержанием витамина Е» (не менее 30 % от рекомендуемого уровня суточного потребления).

Внесение подсластителей и пищевых волокон повлияло на изменение органолептического профиля полученных кремов. Замена сахара на изомальт (варианты № 3–5) снизила сладость изделия. Для усиления сладкого вкуса в рецептуру могут быть добавлены подсластители с высоким коэффициентом сладости. Внесение инулина в рецептуру увеличивало сладость кремов. Использование эритрита в рецептуре сопровождалось холодящим послевкусием. Внесение арабиногалактана придавало кондитерскому изделию кремовый оттенок и карамельный привкус. Для придания готовому крему других вкусов и ароматов целесообразно использовать натуральные вкусоароматические вещества. Вместо ванильной пудры, содержащей простые углеводы, возможно использование порошка ванилина. Для придания цвета обогащенным кремам в качестве красителей целесообразно использовать натуральные красители, такие как каротиноиды (Е160 a, d), лютеин (Е161 b), хлорофилл (Е140), антоциановые красители (Е163), рибофлавин (Е101), уголь растительный (Е153), сахарный колер (Е150 a-d) и красный свекольный (Е162).

Выводы

В результате проведенного исследования были разработаны обогащенные кондитерские кремы на растительных маслах с модифицированным углеводным профилем, обладающие на 34–60 % пониженной калорийностью относительно исходной рецептуры масляного крема. Модификация углеводного состава кремов позволила получить продукты, практически не содержащие легкоусвояемых углеводов и характеризующиеся присутствием пищевых волокон на уровне 4,0–18,5 г/100 г изделия. По действующему в ЕврАзЭс законодательству разработанные кремы могут быть отнесены к продуктам, обогащенным пищевыми волокнами (не менее 3 г/100 г). Замена легкоусвояемых углеводов в рецептуре изделия на подсластители с низким гликемическим индексом (изомальт, эритрит) и пищевые волокна, обладающие способностью снижать уровень глюкозы в крови, позволяет рассмотреть возможность использования разработанных кремов в качестве десерта в рационе питания лиц с повышенной массой тела, а также страдающих ожирением и сахарным диабетом.

Использование в рецептуре заменителей молочного жира, содержащих α-линоленовую кислоту, способствовало дополнительному обогащению продуктов жирными кислотами семейства омега-3 (не менее 0,2 г/100 г), дефицит которых отмечен в питании россиян.

Разработанные кремы дополнительно могут быть обогащены водо- и жирорастворимыми витаминами с целью усиления их функциональной направленности. Были получены кремы на растительных маслах, обогащенные витамином Е до уровня «источник» и «высокое содержание».

Плотность разработанных кондитерских кремов на растительных маслах составляет 0,8–0,9 г/см^3. Это позволит их использовать как самостоятельный десерт (разовая порция – 50 г) с добавлением фруктов или ягод или как отделочный полуфабрикат.

Актуальность и новизна исследования была подтверждена получением патента Российской Федерации [34].

Критерии авторства

Авторы принимали равное участие в обсуждении полученных результатов и подготовке материалов исследования к публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи» М. А. Макаренко и М. С. Масленниковой за помощь в проведении анализов химического состава разработанных кремов.

Contribution

The authors took an equal part in the discussion of the results obtained and the preparation of research materials for publication.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Acknowledgements

The authors express their gratitude to M.A. Makarenko and M.S. Maslennikova from the Federal Institution of Nutrition, Biotechnology and Food Safety for their help in analyzing the chemical composition of the developed creams.

References/Список литературы

1. Bray GA, Kim KK, Wilding JPH. Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. Obesity Reviews. 2017;18(7):715–723. https://doi.org/10.1111/obr.12551

2. Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. Nature Reviews Endocrinology. 2019;15(5):288–298. https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8

3. Sharafetdinov KhKh, Plotnikova OA. Obesity as a global challenge of the 21st century: Clinical medical nutrition, prevention and therapy. Problems of Nutrition. 2020;89(4):161–171. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10050

4. Sharafetdinov KhKh, Plotnikova OA, Nazarova AM, Kondratieva OV. Specialized foods with a modified carbohydrate profile in the correction of metabolic disorders in type 2 diabetes. Problems of Nutrition. 2017;86(6):56–66. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00006

5. Global strategy on diet, physical activity and health. World Health Organization; 2004.

6. Tutelyan VA, Nikityuk DB, Baturin AK, Vasiliev AV, Gapparov MM, Zhilinskaya NV, *et al.* Nutriome as the direction of the “main blow”: Determination of physiological needs in macroand micronutrients, minor biologically active substances. Problems of Nutrition. 2020;89(4):24–34. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10039

7. Reznichenko IYu, Renzyaeva TV, Tabatorovich AN, Surkov IV, Chistyakov AM. Formation of a range of functional flour confectionery products. Food Processing: Techniques and Technology. 2017;45(2):149–162. (In Russ.). [Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности / И. Ю. Резниченко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2017. Т. 45. № 2. С. 149–162.].

8. Kochetkova AA, Vorobyeva IS, Vorobyeva VM, Sharafetdinov KhKh, Plotnikova OA, Pilipenko VV, *et al.* Specialized food products with modified carbohydrate profile for dietary correction of diet of patients with type 2 diabetes. Problems of Nutrition. 2018;87(6):76–88. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10069

9. Vorobyeva VM, Vorobyeva IS, Kochetkova AA, Sharafetdinov KhKh, Zorina EE. Modification of carbohydrate composition of confectionery for diabetics type 2. Problems of Nutrition. 2014;83(6):66–73. (In Russ.). [Модификация углеводного состава кондитерских изделий для больных сахарным диабетом 2 типа / В. М. Воробьева [и др.] // Вопросы питания. 2014. Т. 83. № 6. С. 66–73.].

10. Tutelyan VA, Nikityuk DB, Burlyaeva EA, Khotimchenko SA, Baturin AK, Starodubova AV, *et al.* COVID-19: New challenges for medical science and practical health. Problems of Nutrition. 2020;89(3):6–13. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10024

11. Sharafetdinov KhKh, Plotnikova OA, Churicheva AM, Pilipenko VV, Alekseeva RI, Sentsova TB, *et al.* Assessment of efficacy of specialized food products with modified carbohydrate profile in patients with type 2 diabetes. Problems of Nutrition. 2016;85(6):103–109. (In Russ.). [Оценка эффективности специализированного пищевого продукта с модифицированным углеводным профилем у больных сахарным диабетом 2 типа / Х. Х. Шарафетдинов [и др.] // Вопросы питания. 2016. Т. 85. № 6. С. 103–109.].

12. Vas'kina VA, L'vovich NA, Golovacheva AV, Platonov EA, Astashkina TI, Bobrova IV, *et al.* Meringue production method. Russia patent RU 2452190C1. 2012. [Способ производства безе: пат. 2452190C1 Рос. Федерация. № 2011104792/13 / Васькина В. А. [и др.]; заявл. 10.02.2011; опубл. 10.06.2012; Бюл. № 16. 6 с.].

13. Tkeshelashvili ME. Aerated confectionary product with low glycaemic index. Russia patent RU 2492690C2. 2013. [Сбивное кондитерское изделие с низким гликемическим индексом: пат. 2492690C2 Рос. Федерация. № 2011148414/13 / Ткешелашвили М. Е.; заявл. 29.11.2011; опубл. 20.09.2013; Бюл. № 26. 10 с.].

14. Magomedov GO, Plotnikova IV, Krivosheeva AV. Marshmallow production method. Russia patent RU 2651288C1. 2018. [Способ производства зефира: пат. 2651288C1 Рос. Федерация. № 2017114089 / Магомедов Г. О., Плотникова И. В., Кривошеева А. В.; заявл. 24.04.2017; опубл. 19.04.2018; Бюл. № 11. 9 с.].

15. Savenkova TV, Osipov MV, Kazantsev EV, Kochetkova AA, Vorobieva VM, Vorobieva IS, *et al.* The production technology of diabetic confection with modified carbohydrate profile. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016;7(6):3123–3130.

16. Macejchik IV, Korpacheva SM, Kudryashova AN, Lomovskij OI. Increased antioxidant activity of frozen whipped functional desserts. Food Industry. 2018;(11):28–31. (In Russ.). [Повышение антиоксидантной активности замороженных взбитых десертов функциональной направленности / И. В. Мацейчик [и др.] // Пищевая промышленность. 2018. № 11. С. 28–31.].

17. Krylova EN, Savenkova TV, Rudenko OS, Mavrina EN. The use of milk protein in the production of jelly products. Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(3):58–64. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-58-64

18. Smykov IT. Protein-polysaccharide interactions in dairy production. Food systems. 2020;3(4):24–33. https://doi.org/10.21323/2618-9771-2020-3-4-24-33

19. Momin MA, Jubayer MF, Begum AA, Nupur AH, Ranganathan TV, Mazumder MAR. Substituting wheat flour with okara flour in biscuit production. Foods and Raw Materials. 2020;8(2):422–428. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-2-422-428

20. Lur'e IS, Ivanov AV, Tumanova AE. Cream production method. Russia patent RU 2165150C1. 2001. [Способ приготовления крема: пат. 2165150C1 Рос. Федерация. № 99119866/13 / Лурье И. С., Иванов А. В., Туманова А. Е.; заявл. 17.09.1999; опубл. 20.04.2001. 4 с.].

21. Strupan EA. Composition of "Charlotte" cream and method of its production. Russia patent RU 2334402C1. 2008. [Композиция крема «Шарлотт» и способ ее приготовления: пат. 2334402C1 Рос. Федерация. № 2007124840/13 / Струпан Е. А.; заявл. 02.07.2007; опубл. 27.09.2008; Бюл. № 27. 4 с.].

22. Vas'kina VA, Golovacheva AV, L'vovich NA, Nasedkina AV, Rodjukova EV, Onikova MA, *et al.* Finish semi-product production method. Russia patent RU 2452189C1. 2012. [Способ производства отделочного полуфабриката: пат. 2452189C1 Рос. Федерация. № 2011117212/13 / Васькина В. А. [и др.]; заявл. 04.05.2011; опубл. 10.06.2012; Бюл. № 16. 6 с.].

23. Ruban NV, Vas'kina VA, Bogatyreva TG, Mazukabzova EV. The use of protein-polysaccharide in mixtures production of creams for cakes and pastries. Storage and Processing of Farm Products. 2014;(11):5–8. (In Russ.). [Использование белок-полисахаридных смесей в производстве кремов для тортов и пирожных / Н. В. Рубан [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 11. С. 5–8.].

24. Bogatyreva TG, Ruban NV, Vaskina VA, Belyavskaya IG. Polisaharidnye proteinmixtureto increasethe shelf lifeof oilcreams. Food Industry. 2015;(3):24–26. (In Russ.). [Белок-полисахаридные смеси для увеличения продолжительности хранения масляных кремов / Т. Г. Богатырева [и др.] // Пищевая промышленность. 2015. № 3. С. 24–26.].

25. Mogil′nyy MP. Confectionary formulations. Moscow: DeLi plyus; 2019. 570 p. (In Russ.). [Могильный М. П. Сборник рецептур на продукцию кондитерского производства. М.: ДеЛи плюс, 2019. 570 с.].

26. Tutelyan VA, Sharafetdinov KhKh, Lapik IA, Vorobyeva IS, Sukhanov BP. Priorities in the development of specialized food products with optimized composition for patients with type 2 diabetes mellitus. Problems of Nutrition. 2014;83(6):41–51. (In Russ.). [Приоритеты в разработке специализированных пищевых продуктов оптимизированного состава для больных сахарным диабетом 2 типа / В. А. Тутельян [и др.] // Вопросы питания. 2014. Т. 83. № 6. С. 41–51.].

27. Simopoulos AP, De Meester F, Koletzko B. A balanced omega-6/omega-3 fatty acids ratio, cholesterol and coronary heart disease: World review of nutrition and dietetics. Vol. 100. Karger; 2009. 126 p.

28. Pyryeva EA, Safronova AI. The role of dietary fibers in the nutrition of the population. Problems of Nutrition. 2019;88(6):5–11. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10059

29. Reznichenko IYu, Shcheglov MS. Sugar substitutes and sweeteners in confectionery technology. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(4):576–587. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587

30. Schuster J, Benincá G, Vitorazzi R, del Bosco SM. Effects of oats on lipid profile, insulin resistance and weight loss. Nutricion Hospitalaria. 2015;32(5):2111–2116. https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9590

31. Medvedeva EN, Babkin VA, Ostroukhova LA. Larch arabinogalactan: a review of properties and prospects. Chemistry of Plant Raw Materials. 2003;(1):27–37. (In Russ.). [Медведева Е. Н., Бабкин В. А., Остроухова Л. А. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья. 2003. № 1. С. 27–37.].

32. Beketova NA, Pavlovskaya EV, Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Kosheleva OV, Sokolnikov AA, *et al.* Biomarkers of vitamin status in obese school children. Problems of Nutrition. 2019;88(6):5–11. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10043

33. Kinash MI, Boyarchuk OR. Fat-soluble vitamins and immunodeficiency: Mechanisms of influence and opportunities for use. Problems of Nutrition. 2020;89(3):22–32. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10026

34. Zajtseva LV, Ruban NV, Kravchenko VS, Spiryugov AN, Ruban DI. Dietary cream semi-product. Russia patent RU 2724689C1. 2020. [Диетический кремовый полуфабрикат: пат. 2724689C1 Рос. Федерация. № 2019138225 / Зайцева Л. В. [и др.]; заявл. 26.11.2019; опубл. 25.06.2020; Бюл. № 18. 16 с.].