






Разработка бисквита с пониженной калорийностью как фактор устойчивого развития продовольственной безопасности

Анна Е. Ковалева	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Эльвира А. Пьяникова	¹	alia1969@yandex.ru	 0000-0003-4424-7323
Оксана В. Евдокимова	²	evdokimova_oxana@bk.ru	 0000-0002-0393-2327
Иван В. Чуваев	¹	impost46impost@gmail.com	 0000-0000-0000-0000
Елена В. Овчинникова	³	e.ov4innikova2011@ya.ru	 0000-0001-675502764

1 Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия






2 Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия

3 Курский институт кооперации (филиал) АНО ВО Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Радищева, 116 А

Аннотация. Основной целью исследования в работе являлся подбор низкокалорийных ингредиентов в определенном количестве, корректировка технологических операций и режимов для получения шоколадного с пониженной калорийностью в контексте концепции устойчивого производства продуктов питания. Для снижения калорийности бисквита экспериментально подобрано низкокалорийное сырье и его соотношение: смесь из муки пшеничной высшего сорта и муки кукурузной, сахарозаменитель «Prebiosweet Fibre», яблочные выжимки свежемороженые, смесь из какао-порошка и кэроба, ванилин, разрыхлитель, растительное масло. Из технологии производства была исключена операция взбивания, добавлена операция приготовления мацерата из яблочных выжимок и растительного масла, протекающая при температуре не более +40°C. Сокращена продолжительность выпекания бисквита шоколадного в среднем на 20 мин. Разработанная рецептура и технология обеспечивают улучшение органолептических и физико-химических показателей продукта. Использование в рецептуре яблочных выжимок придает бисквиту рыхлую структуру и приятные легкий привкус и запах яблочного сырья, замена части какао-порошка порошком плодов рожкового дерева - ярко выраженный шоколадный вкус, замена сахара на сахарозаменитель «Prebiosweet Fibre» - сбалансированную сладость. По физико-химическим показателям разработанный образец бисквита шоколадного с пониженной калорийностью соответствует действующим на данный вид продукции нормативным документам. За счет подбора оптимального соотношения низкокалорийных ингредиентов удалось снизить калорийность бисквита шоколадного до 142 ккал и добиться сбалансированности содержания белков: жиров: углеводов (1:1:4,2).

Ключевые слова: бисквит шоколадный с пониженной калорийностью, яблочные выжимки свежемороженые, порошок плодов рожкового дерева, кукурузная мука, мацерация, показатели качества, сбалансированность.

Development of a low-calorie biscuit as a factor of sustainable development of food security

Anna E. Kovaleva	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Elvira A. Pyanikova	¹	alia1969@yandex.ru	 0000-0003-4424-7323
Oksana V. Evdokimova	²	evdokimova_oxana@bk.ru	 0000-0002-0393-2327
Ivan V. Chuvaev	¹	impost46impost@gmail.com	 0000-0000-0000-0000
Elena V. Ovchinnikova	³	e.ov4innikova2011@ya.ru	 0000-0001-675502764

1 South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia

2 Kursk Institute of Cooperation, Radishcheva, 116, Kursk, 305004, Russia

3 Kursk Institute of cooperation (branch) ANO VO Belgorod University of cooperation, Economics and law, Radishchev str., 116A, Kursk, 305004, Russia

Abstract. The main purpose of the research was to select low-calorie ingredients in a certain amount, adjust technological operations and modes to obtain a low-calorie chocolate sponge cake in the context of the concept of sustainable food production. To reduce the calorie content of the biscuit, low-calorie raw materials and their ratio were experimentally selected: a mixture of premium wheat flour and corn flour, Prebiosweet Fiber sweetener, freshly frozen apple pomace, a mixture of cocoa powder and carob, vanillin, baking powder, vegetable oil. The whipping operation was excluded from the production technology, and the operation of making macerate from apple pomace and vegetable oil was added, which takes place at a temperature of no more than +40 °C. The baking time of the chocolate sponge cake has been reduced by an average of 20 minutes. The developed formulation and technology ensure the improvement of the organoleptic and physico-chemical parameters of the product. The use of apple pomace in the recipe gives the sponge cake a loose structure and a pleasant light taste and smell of apple raw materials, replacing part of the cocoa powder with carob powder gives a pronounced chocolate taste, and replacing sugar with the sweetener "Prebiosweet Fiber" gives a balanced sweetness. According to the physico-chemical parameters, the developed sample of a chocolate sponge cake with a reduced calorie content corresponds to the regulatory documents in force for this type of product. By selecting the optimal ratio of low-calorie ingredients, it was possible to reduce the caloric content of the chocolate sponge cake to 142 kcal and achieve a balanced protein: fat: carbohydrates content (1:1:4.2).

Keywords: low-calorie chocolate sponge cake, freshly frozen apple pomace, carob powder, corn flour, maceration, quality indicators, balance.

Для цитирования

Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Евдокимова О.В., Чуваев И.В., Овчинникова Е.В. Разработка бисквита с пониженной калорийностью как фактор устойчивого развития продовольственной безопасности // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 2. С. 94–102. doi:10.20914/2310-1202-2026-2-94-102

For citation

Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Evdokimova O.V., Chuvaev I.V., Ovchinnikova E.V. Development of a low-calorie biscuit as a factor of sustainable development of food security. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 2. pp. 94–102. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-2-94-102

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

Введение

Продукция со сниженной калорийностью способствует устойчивому развитию продовольственной безопасности путем обеспечения населения продуктами, отвечающими принципам здорового питания и профилактики неполноценного питания. Растущий в последнее время спрос на пищевые продукты, приготовленные с минимальным количеством ингредиентов, без использования искусственных добавок и замены традиционного сырья на более полезное, бросает вызов традиционному подходу к разработке новых продуктов. Сокращение потребления сахара и жиров является основной целью производителей продуктов питания в мире [1, 2].

Бисквит является популярным видом мучных кондитерских изделий, характеризующимся легкой структурой благодаря большому количеству воздуха, содержащегося внутри теста [3]. Как правило, традиционный рецепт приготовления включает муку пшеничную высшего сорта, яйца, сахар и иногда сливочное масло или растительное масло [4]. В рецептуру бисквита шоколадного для придания изделию характерных вкуса и аромата добавляют какао-порошок. Однако традиционные рецептуры характеризуются высоким содержанием сахара и жиров, что повышает энергетическую ценность продукта [5]. Для снижения калорийности производители и кондитеры применяют ряд методов, среди которых:

- замена части муки цельнозерновыми сортами или добавление клетчатки;
- частичное замещение яиц белковыми порошками или натуральными заменителями (например, льняной, соевой, нутовой мукой);
- использование подсластителей и сахарозаменителей вместо сахара;
- уменьшение количества масла путем добавления натуральных фруктовых и/или овощных пюре (яблочного, тыквенного) [6].

В качестве замены калорийного ингредиента – сахара – был использован сахарозаменитель «Prebiosweet Fibre». Он обладает мягким сладким вкусом без горечи и лакричного послевкуся. Сладость в 10 раз выше сладости сахара, не содержит усваиваемых калорий и углеводов, из-за чего имеет нулевую калорийность и низкий гликемический индекс, в нем полностью отсутствуют белки (0), жиры (0) и углеводы (0).

В состав «Prebiosweet Fibre» входит эритрит, инулин и сукралоза. Тщательно подобранное сочетание компонентов обеспечивает приятный сладкий вкус, а функциональный ингредиент инулин обеспечивает дополнительную ценность продукта для пищеварения.

Инулин – это пребиотик, полученный из корней цикория, стимулирует рост и развитие полезной кишечной микрофлоры.

Сахарозаменитель «Prebiosweet Fibre» зарекомендовал себя как эффективное средство для людей, придерживающихся диетического питания или стремящихся снизить вес. Его особенностью является способность не оказывать влияния на концентрацию глюкозы в крови, а также отсутствие стимуляции поджелудочной железы к секреции инсулина.

Яйца в бисквитном тесте играют важнейшую роль, определяя качество и текстуру выпечки. Они выступают в качестве связующего элемента, обеспечивая целостность и правильную структуру готовому изделию. Кроме того, яйца способствуют приданию бисквиту пышности и нежности, а также влияют на его цвет и вкус. Воздушная текстура бисквита достигается за счёт стабилизированных пузырьков воздуха, образующихся в белковых структурах яйца, известных как пенообразование [3]. При разработке бисквита шоколадного с пониженной калорийностью яйца заменялись на масло растительное и яблочные выжимки.

При промышленной переработке яблок образуется яблочная выжимка, составляющая 25–30% от исходного веса плодов [7]. Яблочная выжимка является вторичным сырьем, полученным от производства соков. При этом в ней сохраняется значительная доля пищевых веществ, содержащихся в исходном сырье – яблоках. Это делает яблочную выжимку привлекательным вариантом для использования в производстве других продуктов питания [8].

Яблочные выжимки представляют собой ценный источник биологически активных соединений. Среди них выделяются витамины группы В, С, РР, Е, β-каротин, тритерпеновые соединения, а также разнообразные минеральные вещества и пищевые волокна, включая пектиновые вещества [9, 10].

Благодаря своему богатому полифенольному составу, идентичному яблочному (включающему гидроксикоричные кислоты, дигидрохалконы и флавонолы [11]), яблочные выжимки проявляют сильные антиоксидантные свойства. Дополнительно они содержат аскорбиновую кислоту.

Замена какао-порошка на порошок плодов рожкового дерева целесообразна, поскольку его низкое содержание жира (0,2–0,8%) позволяет снизить калорийность бисквита шоколадного, сохраняя при этом его органолептические свойства, такие как вкус и цвет, благодаря их сходству с какао. Порошок плодов рожкового дерева, обладая высокой сладостью, выступает в роли натурального подсластителя.

Богатый белками (1–5%) и клетчаткой (9–13%), порошок плодов рожкового дерева также является ценным источником минералов, включая кальций, калий, магний и фосфор (1–6%), а также содержит значительное количество ненасыщенных жирных кислот и аминокислот в разнообразных пропорциях [12].

Кукурузная мука отличается от пшеничной меньшим содержанием жира и большим количеством клетчатки. Низкое содержание жира обеспечивает ей более длительный срок хранения, поскольку она менее подвержена прогорканию из-за окисления. Это делает кукурузную муку перспективным заменителем пшеничной в пищевой промышленности, открывая хорошие перспективы как для ее использования в качестве пищевого продукта, так и промышленного сырья [13]. Кукурузная мука также богата крахмалом (64–78% в сухом виде), а также содержит белок, жиры, витамины и минералы [14].

Цель исследования – подбор низкокалорийных ингредиентов в определенном количестве, корректировка технологических операций и режимов для получения бисквита шоколадного с пониженной калорийностью в контексте концепции устойчивого производства продуктов питания.

Материалы и методы

В качестве контрольного образца для разработки рецептуры бисквита шоколадного была

выбрана классическая рецептура и технология приготовления бисквита «Прага». Источником послужил «Сборник технических нормативов» на продукцию кондитерского питания, составленный под редакцией М.П. Могильного.

Для снижения калорийности бисквитов необходимо провести замену высококалорийных ингредиентов на менее калорийные и натуральные компоненты, что соответствует концепции устойчивого производства продуктов питания. Для разрабатываемого бисквита шоколадного с пониженной калорийностью использовалось следующее сырье: смесь муки пшеничной высшего сорта с мукой кукурузной, сахарозаменитель «Prebiosweet Fibre», яблочные выжимки свежемороженые, смесь какао-порошка с порошком плодов рожкового дерева, ванилин, разрыхлитель, растительное масло, вода питьевая в соответствии с «Указаниями к рецептурам на кондитерские изделия по взаимозаменяемости сырья». Количественное соотношение ингредиентов подбиралось экспериментально, с учетом качественных показателей: образец № 1 – классическая рецептура бисквита «Прага»; образец № 2 (разрабатываемый образец) – с заменой сахара на сахарозаменитель, яиц – на яблочные выжимки и масло растительное, части какао-порошка – на порошок плодов рожкового дерева, части муки пшеничной высшего сорта – на муку кукурузную.

Рецептуры бисквитов шоколадных

Таблица 1.

Recipes of chocolate biscuits

Table 1.

Ингредиент Ingredient	Количество сырья, добавляемого в рецептуру The amount of raw materials added to the formulation			
	Образец № 1 Sample No. 1		Образец № 2 Sample No. 2	
	г g	%	г g	%
Мука пшеничная высшего сорта Wheat flour of the highest grade	237.6	17.5	75	25.6
Масло сливочное Butter	78.4	5.8	-	-
Сахар Sugar	309.8	22.8	-	-
Какао-порошок Cocoa powder	48.0	3.5	10	3.4
Яйца куриные Chicken eggs	686.6	50.4	-	-
Кукурузная мука Corn flour	-	-	40	13.6
Растительное масло Vegetable oil	-	-	10	3.4
Яблочные выжимки Apple squeezes	-	-	20	6.8
Сахарозаменитель «Prebiosweet Fibre» Sweetener "Prebiosweet Fiber"	-	-	5	1.7
Разрыхлитель Baking powder	-	-	4	1.4
Ванилин Vanillin	-	-	2	0.7
Порошок плодов рожкового дерева Carob Fruit Powder	-	-	7	2.4
Питьевая вода Drinking water	-	-	115	41.0
Итого Total	1360.4	100.0	293	100.0

Замена стандартных ингредиентов традиционной рецептуры на менее калорийные аналоги требует адаптации производственных технологий и строгого соблюдения режимов переработки каждого компонента. Это обеспечивает создание качественного продукта с пониженной пищевой ценностью с оптимизированными характеристиками. Технология приготовления разрабатываемого бисквита

шоколадного с пониженной калорийностью с использованием альтернативных компонентов включает следующие технологические операции:

- подготовка основного сырья;
- предварительная обработка дополнительных компонентов;
- получение мацерата из яблочных выжимок;
- формирование сухой смеси;

- приготовление теста;
- выпечка;
- охлаждение.

Мука пшеничная высшего сорта и мука кукурузная используются в соотношении 1:2. Это сочетание позволяет сохранить необходимую структуру теста, обеспечивая достаточную пористость и эластичность изделия, одновременно снижая содержание углеводов. Кукурузная и пшеничная мука подвергаются тщательному смешиванию, просеиванию и магнитной очистке перед добавлением в рецептуру.

Порошок плодов рожкового дерева и какао-порошок применяются в соотношении 1:1,4. Использование порошка плодов рожкового дерева снижает общую калорийность продукта благодаря меньшему содержанию жиров и сахаров, сохраняя аромат шоколада. Смесь порошка плодов рожкового дерева и какао также проходит этап просеивания для равномерного распределения частиц.

Яблочные выжимки свежемороженные после полного размораживания в упаковке при комнатной температуре (+22 °С) протирают через сито протирочной машины для удаления семян и перегородок. Яблочные выжимки служат источником клетчатки и натуральных антиоксидантов, улучшают вкусовые качества и способствуют снижению общей энергетической ценности изделия.

Сахарозаменитель, разрыхлитель и ванилин подвергается предварительной подготовке также, как и мука.

Получение мацерата из яблочных выжимок является одним из основных этапов, влияющих на качество конечного продукта. Для этого подготовленные яблочные выжимки заливаются растительным маслом в соотношении 1:4,5, чтобы обеспечить полное покрытие сырья. Важно поддерживать температуру нагрева не выше +40 °С. Чтобы избежать разрушения полезных соединений и ферментов. Уровень воды в водяной бане должен всегда быть от 3 до 5 см. Процесс экстрагирования проводится путем постепенного нагревания на водяной бане, периодически помешивая продукт. Продолжительность нагревания составляет от 20 минут до 2-х часов, что зависит от исходного состояния яблочного сырья и желаемой концентрации экстрактивных веществ.

Подготовленные сухие ингредиенты (мука пшеничная высшего сорта и кукурузная, смесь из порошка плодов рожкового дерева и какао-порошка, сахарозаменитель, разрыхлитель и ванилин) тщательно перемешиваются до достижения однородной массы. Качество готовой смеси оценивается визуально: отсутствие

крупных комков свидетельствует о правильном выполнении операции.

Мацерат из яблочных выжимок смешивается с водой и полученной ранее сухой смесью. Тесто перемешивается в течение 2–3 минут на низкой скорости тестомесильной машины. Важным этапом является контроль уровня влажности теста, который должен составлять около 36–38%. Именно этот показатель влияет на формирование необходимой структуры бисквита.

Готовым полуфабрикатом наполняют подготовленные формы или специальные листы. Температурный режим выпечки составляет 160–170 °С, длительность процесса составляет 20 минут.

Готовность проверяется с использованием деревянной шпажки, которая после погружения в середину бисквита остается немного влажной. Бисквит шоколадный должен быть сочным, слегка влажноватым изнутри.

Готовый бисквит выдерживается на стеллажах для охлаждения в течение 20–30 минут, что способствует улучшению вкуса и аромата, стабилизации внутренней влаги и выравниванию температуры внутри изделия. Затем готовый бисквит перемещают в зону охлаждения и выдерживают в течение 8–10 часов при температуре 20 ± 2 °С перед поступлением в продажу.

Исследования органолептических и физико-химических показателей приготовленных бисквитов шоколадных выполнены на базе кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет». Бисквит шоколадный относится к мучным кондитерским изделиям, и по органолептическим показателям вырабатываемые образцы должны соответствовать требованиям нормативных документов: ГОСТ 14621–78 «Рулеты бисквитные. Технические условия», ОСТ 10–060–95 «Торты и пирожные. Технические условия», ТТК7665 «Сборник рецептур на торты, пирожные, кексы и рулеты для технологий пищевой промышленности».

Результаты и обсуждение

В ходе экспериментального исследования, включавшего выпекание опытных партий образцов, была установлена оптимальная рецептура бисквита шоколадного с пониженной калорийностью. Критериями оптимизации служили органолептические и физико-химические показатели. Детальный анализ органолептических характеристик исследуемых образцов шоколадных бисквитов, выполненный с применением методики оценки по параметрам влияния, представлен в таблице 2 [15].

По итогам проведенной экспертной оценки образец № 2 показал наилучшие органолептические свойства, что подтверждается высокой оценкой по балльной шкале (24,6 балла) и с использованием

методики по параметрам влияния (4,748). Эксперты отметили его идеальную форму без дефектов, а также оптимальную толщину бисквита (45 мм), соответствующую стандартам.

Таблица 2.

Оценка образцов бисквитов шоколадных по органолептическим показателям с использованием методики оценки по параметрам влияния

Table 2.

Evaluation of samples of chocolate biscuits according to organoleptic parameters using the assessment method according to the influence parameters

Показатель Indicator	Вес критерия Criterion weight	Результаты Results					
		Образец № 1 Sample No. 1			Образец № 2 Sample No.2		
		Балл Mark	Оценка Evaluation	Балл Mark	Оценка Evaluation		
Внешний вид Appearance	0.26	5.0	1.3	5.0	1.3		
Консистенция Consistency	0.25	4.8	1.2	4.8	1.2		
Вкус Taste	0.29	4.8	1.248	4.8	1.248		
Цвет Colour	0.08	5.0	0.4	5.0	0.4		
Запах Smell	0.12	4.8	0.576	5.0	0.6		
Итого Total	1.00	24.4	4.724	24.6	4.748		

Замена трети пшеничной муки на кукурузную положительно сказалась на структуре: тесто, благодаря лучшей влагоемкости кукурузной муки, сформировало равномерную, пористую, мягкую и упругую текстуру без пустот. Какао-порошок и порошок плодов рожкового дерева, обладающие невысокой влажностью, не повлияли на текстуру, но оказали положительное влияние на цвет и аромат бисквита. Коричневый цвет образца № 2 оказался чуть светлее, чем у образца № 1, из-за внесения в рецептуру кукурузной муки, обладающей светло-желтым цветом. Сочетание порошка плодов рожкового дерева и какао-порошка придало бисквиту насыщенный шоколадный вкус, причем порошок плодов рожкового дерева смягчил его благодаря своей естественной сладости. Увеличение пористости образца № 2 обусловлено использованием кукурузной муки, которая, имея низкое

содержание клейковины, делает выпечку более рассыпчатой, легкой, нежной и воздушной.

В яблочных выжимках сохраняется содержание большого количества необходимой для пищеварения клетчатки, и сохраняется яблочный вкус и аромат, который усиливаются при настаивании в масле растительном, что придает готовой выпечке аромат, и бисквит становится более рыхлой структуры.

Образец № 1 немного уступал по баллам образцу № 2: он набрал 24,4 балла и 4,724 соответственно. Экспертами было отмечено отсутствие ярко выраженного шоколадного вкуса и запаха, в консистенции бисквита были обнаружены пустоты.

По окончании дегустационной оценки было проведено исследование физико-химических показателей качества бисквитов шоколадных. Результаты проведенного исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Физико-химические показатели качества бисквитов шоколадных

Table 3.

Physico-chemical quality indicators of chocolate biscuits

Показатель Indicator	ГОСТ 14621–78	ТУ9130–001–37676459–2017	Образец Sample	
			1	2
Влажность, % Humidity, %	В соответствии с рецептурами в соответствии с допускаемыми отклонениями	10–45	25,5	27,5
Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте, %, не более Mass fraction of ash insoluble in 10% hydrochloric acid, %, max	0.1	0.1	0.1	0.1
Толщина пласта выпекаемого полуфабриката, мм Толщина пласта выпекаемого полуфабриката, мм	6.0–9.0	В соответствии с рецептурами от 3.0 и более	6.0	6.1
Плотность, г/см ³ для изделий массой не более 100г, не более Density, g/cm ³ for products weighing not more than 100g, not more than	-	0.55	0.57	0.46
Щелочность в изделиях, приготовленных на химических разрыхлителях, град., не более Alkalinity in products prepared with chemical baking powder, deg., no more	-	2.0	1.6	2.0

Как видно, из данных таблицы 3 по показателю «влажность» исследуемые образцы находятся в пределах, допустимых нормативной документацией. Повышение влажности в образце № 2 связано с введением в рецептуру воды, растительного масла и введением свежемороженых яблочных выжимок. У разработанного образца влажность приближена к контрольному образцу, что говорит о хорошо подобранном количественном составе ингредиентов.

Значение показателя «массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте» ни в контрольном образце, ни в разработанном не превышает 0,1%, что соответствует нормам ГОСТ 14621–78 и ТУ9130–001–37676459–2017.

Физико-химический показатель «плотность» оказывает влияние на влажность бисквита и его размеры и зависит от рецептурных ингредиентов, влияющих на плотность и отличающихся «сочностью». Одним из таких ингредиентов являются яблочные выжимки свежемороженые. Исследования показали, что показатель «плотность» у обоих образцов соответствует установленным нормам.

Показатель «щелочность» также соответствует требованиям нормативной документации: у контрольного образца он равен 1,6 град., у разработанного образца бисквита – на граничном значении ТУ9130–001–37676459–2017 – 2,0 град.

Пищевая ценность и химический состав мучных кондитерских изделий зависит

от аналогичного состава рецептурных ингредиентов, используемых в их производстве (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2012). Пищевая ценность и витаминно-минеральный состав контрольного образца и образца бисквита шоколадного с пониженной калорийностью представлены в таблице 4.

Как показала замена традиционных ингредиентов на более низкокалорийное сырье, происходит снижение содержания в готовом продукте практически всех нутриентов, за исключением пищевых волокон, содержание которых в образце № 2 составило 6,0% от суточной нормы. Появление данного нутриента в образце бисквита связано с тем, что пищевые волокна входят в состав исходного сырья (кукурузной муки – 7,3 г/100 г продукта, яблочных выжимок – 6,5 г/100 г продукта и порошка плодов рожкового дерева – 39,8 г/100 г продукта).

Введение в рецептуру бисквита яблочных выжимок свежемороженых способствовало появлению в его составе витамина С. Исходное содержание витамина С в яблочном сырье составило 22 мг на 100 г. продукта. При термической обработке при температуре свыше 40 °С данный витамин частично разрушается. Так как бисквит шоколадный выпекался при 160–170 °С, то часть витамина в процессе выпекания разрушилась. В процессе лабораторных исследований было определено, что его содержание в готовом изделии составило 0,18 мг на 100 г.

Таблица 4.

Пищевая ценность и витаминно-минеральный состав образцов бисквитов шоколадных

Table 4.

Nutritional value and vitamin and mineral composition of chocolate sponge cake samples

Пищевые вещества Food substances	Суточная потребность Daily requirement	Образец № 1	Sample No. 1	Образец № 2	Sample No.2
		Количество Quantity	% от суточной потребности % of daily requirement	Количество Quantity	% от суточной потребности % of daily requirement
Энергетическая ценность, ккал Energy value	1532	385.0	29.0	142.0	11.0
Белки, г Proteins, g	92	7.5	9.5	4.4	5.6
Жиры, г Fats, g	67	25.5	44.0	4.2	7.2
Углеводы, г Carbohydrates, g	140	30.8	26.0	23.0	19.0
Пищевые волокна, г Dietary fiber, g	20	0	0	1.2	6.0
Витамин С (аскорбиновая), мг Vitamin C (ascorbic acid), mg	90	0	0	0.18	0.2
Витамин Е (альфа токоферол, ТЭ) мг Vitamin E (alpha tocopherol, TE) mg	15	0.465	3.1	0.022	0.1
Витамин РР (НЭ), мг Vitamin PP (NE)	20	1.3164	6.6	0.0562	0.3
Калий (К), мг Potassium (K), mg	2500	53.03	2.1	13.98	0.6
Кальций (Ca), мг Calcium (Ca), mg	1000	22.38	2.2	3.42	0.3
Магний (Mg), мг Magnesium (Mg), mg	400	4.22	1.1	0.91	0.2
Натрий (Na), мг Sodium (Na), mg	1300	48.89	3.8	217.58	17.0
Сера (S), мг Sulfur (S), mg	1000	63.14	6.3	1.01	0.1
Фосфор (P), мг Phosphorus (P), mg	800	72.3	9.0	2.3	0.3
Хлор (Cl), мг Chlorine (Cl), mg	2300	54.84	2.4	335.3	15.0
Железо (Fe), мг Iron (Fe), mg	18	0.93	5.2	0.162	0.9
Кобальт (Co), мкг Cobalt (Co), mcg	10	3.516	35.0	0.084	0.8
Марганец (Mn), мг Manganese (Mn), mg	2	0.0112	0.6	0.0014	0.1
Медь (Cu), мкг Copper (Cu), m	1000	30.7	3.1	1.52	0.2
Молибден (Mo), мкг Molybdenum (Mo), mcg	70	2.109	3.0	0.618	0.9

Пищевая и энергетическая ценность бисквита шоколадного с пониженной калорийностью снизилась и составила в разработанном образце № 2 142 ккал. Снижение калорийности в 2,7 раза связано с заменой в рецептуре бисквита сахара на сахарозаменитель «Prebiosweet Fibre», частичной замены пшеничной муки – на кукурузную, сливочного масла, яиц и какао-порошка – на менее калорийные ингредиенты.

В образце № 2 снижение калорийности составило 63%, энергетическая ценность сокращается более чем на 30% по сравнению с аналогичным пищевым продуктом – образцом № 1. Таким образом, разработанный бисквит шоколадный можно отнести к пищевым продуктам с пониженной калорийностью.

В работе был проведен анализ по содержанию белков, жиров и углеводов в разработанном образце бисквита шоколадного в сравнении с образцом № 1. Согласно методическим рекомендациям Федерального исследовательского центра питания, биотехнологий и безопасности пищи, научно обоснованное соотношение белков, жиров и углеводов в сбалансированном рационе составляет 1:1:4. Это означает, что для достижения сбалансированности необходимо, чтобы количество жиров было эквивалентно количеству белков, а углеводов – в четыре раза больше. В данном контексте разработанный образец бисквита шоколадного с пониженной калорийностью, демонстрирующий соотношение белки: жиры: углеводы – 1:1:4,2, подтверждает свою сбалансированность.

Заключение

В ходе разработки рецептуры и технологического процесса производства бисквита шоколадного с пониженной калорийностью были установлены следующие параметры:

– подобранные замены ингредиентов в рецептуре образца № 2 являются оптимальными для получения бисквита шоколадного с заданными показателями качества;

– в связи с заменой в рецептуре масла сливочного на растительное, яиц – на яблочные выжимки была исключена операция взбивания;

– в технологический процесс производства введена дополнительная операция – приготовление мацерата яблочных выжимок на растительном масле, позволяющая сохранить пищевую ценность и технологические характеристики яблочного сырья;

– снижена температура выпекания бисквита шоколадного с 205–225°C до 160–170°C и сокращено время выпекания в 40–45 мин. до 20 мин.;

– использование яблочных выжимок свежзамороженных придало готовому изделию вкусоароматические свойства, присущие яблочному сырью; кукурузная мука оказала влияние на структуру и состояние мякиша бисквита; произведенная замена части какао-порошка на порошок плодов рожкового дерева повлияла на вкусовые характеристики изделия, обеспечив более выраженный шоколадный вкус;

– исследованные физико-химические показатели качества образца шоколадного бисквита № 2 – влажность, массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте, пористость, плотность и щелочность – соответствуют требованиям нормативной документации;

– снижение калорийности бисквита шоколадного происходит за счет подбора низкокалорийных ингредиентов: калорийность разработанного образца в сравнении с контрольным снизилась на 243 ккал.

Разработанная рецептура направлена на обеспечение населения качественной и доступной продукцией, соответствующей рациональным нормам потребления.

Литература

- 1 Garvey E.C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N. Aroma generation in sponge cakes: the influence of sucrose particle size and sucrose source // *Food Chemistry*. 2023. Vol. 417. Article 135860. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135860
- 2 Garvey E.C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N. Factors influencing the sensory perception of reformulated baked confectionary products // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020. Vol. 60. No. 7. P. 1160–1188. doi: 10.1080/10408398.2019.1566666
- 3 Cerón-Carrillo T.G., Morales-Paredes Y.R., Santiesteban-López N.A. Quality evaluation through sensory and image analysis of sponge cake crumb with three thermal egg pre-treatments // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2021. Vol. 25. Article 100390. doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100390
- 4 Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Евдокимова О.В. и др. Разработка рецептуры и технологии бисквита шоколадного со сниженной калорийностью // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2024. Т. 86. № 4 (102). С. 155–162. doi: 10.20914/2310-1202-2024-4-155-162
- 5 Gökçe C., Bozkurt H., Maskan M. The use of carob flour and stevia as sugar substitutes in sponge cake: optimization for reducing sugar and wheat flour in cake formulation // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2023. Vol. 32. Article 100732. doi: 10.1016/j.ijgfs.2023.100732
- 6 Науменко Н.В., Ботвинникова В.В., Нилова Л.П. и др. Возможности использования экотехнологий для минимизации продовольственных потерь // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. 2020. Т. 8. № 4. С. 69–76.
- 7 Costa J.M., Wang W., Nakasu P.Y.S. et al. Impacts of microwaves on the pectin extraction from apple pomace: technological properties in structuring of hydrogels // *Food Hydrocolloids*. 2025. Vol. 160. No. 1. Article 110766. doi: 10.1016/j.foodhyd.2024.110766

- 8 Klotjodva I., Ngasakul N., Kozlu A. et al. Apple pomace as a functional component of sustainable set-type yogurts // LWT. 2024. Vol. 211. Article 116909. doi: 10.1016/j.lwt.2024.116909
- 9 Pascoalino L.A., Finimundy T.C., Pires T.C.S.P. et al. Investigating bioactive compounds in apple pomace: potential to develop high added-value products from an industrial surplus // Food Bioscience. 2025. Vol. 63. Article 105664. doi: 10.1016/j.fbio.2024.105664
- 10 Ettaleb I., Aoujdad J., Ouajdi M., Arba M. et al. Biochemical parameters of carob (*Ceratonia siliqua* L.) pods and seeds as affected by different geographical sites in Morocco // Food and Humanity. 2024. Vol. 3. Article 100391. doi: 10.1016/j.foohum.2024.100391
- 11 Sukainah A., Lawa S., Putra R.P. et al. Proximate analysis and digestibility of modified corn flour // Current Nutrition & Food Science. 2024. Vol. 20. No. 7. P. 857–864. doi: 10.2174/1573401319666230518100318
- 12 Zou F., Zuo Y., Tan C. et al. Structural, physicochemical, functional, and digestive properties of corn flour modified by plasma-activated water combined with hydrothermal treatments // LWT. 2024. Vol. 210. Article 116858. doi: 10.1016/j.lwt.2024.116858
- 13 Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Евдокимова О.В. и др. Оценка качества бисквита шоколадного // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. Т. 34. № 4. С. 55–65.
- 14 Иванова К.В., Березовикова И.П., Варнавская О.Д. Мучные кондитерские изделия специализированного назначения в Республике Саха (Якутия) // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2025. doi: 10.20914/2310-1202-2025-2-23-29
- 15 Sabet Ghadam M., Hosseini E., Ashrafizadeh S.N. Effect of apple pomace powder addition on the physicochemical properties of oily cakes and ranking samples by Delphi fuzzy approach // Journal of Food Quality. 2023. Vol. 2023. Article 8111233. doi: 10.1155/2023/8111233
- 16 Parageorgiou M., Paraskevopoulou A., Pantazi F., Skendi A. Cake perception, texture and aroma profile as affected by wheat flour and cocoa replacement with carob flour // Foods. 2020. Vol. 9. No. 11. Article 1586. doi: 10.3390/foods9111586
- 17 Pawłowska K., Kuligowski M., Jasińska-Kuligowska I., Kidoń M. et al. Effect of replacing cocoa powder by carob powder in the muffins on sensory and physicochemical properties // Plant Foods for Human Nutrition. 2018. Vol. 73. P. 196–202. doi: 10.1007/s11130-018-0675-0
- 18 Захарова А.С., Конева С.И., Мелёшкина Л.Е. Влияние нетрадиционного сырья на формирование качества и пищевую ценность хлебобулочных изделий функционального назначения // Ползуновский вестник. 2023. № 3. С. 34–40. doi: 10.25712/astu.2072-8921.2023.03.004
- 19 Бабухадия К.Р., Бузык И.А., Неустроев А.О. Аспекты использования нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 1. С. 76–85. doi: 10.22450/19996837_2023_1_76
- 20 Новикова Ж.В., Сергеева С.М., Муханов Е.В. Разработка булочных изделий для здорового питания с применением растительного сырья // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т. 82. № 4. С. 188–195. doi: 10.20914/2310-1202-2020-4-188-195

References

- 1 Garvey E.C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N. Aroma generation in sponge cakes: the influence of sucrose particle size and sucrose source. Food Chemistry. 2023. vol. 417. article 135860. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135860.
- 2 Garvey E.C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N. Factors influencing the sensory perception of reformulated baked confectionary products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2020. vol. 60. no. 7. pp. 1160–1188. doi: 10.1080/10408398.2019.1566666.
- 3 Cerón-Carrillo T.G., Morales-Paredes Y.R., Santiesteban-López N.A. Quality evaluation through sensory and image analysis of sponge cake crumb with three thermal egg pre-treatments. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2021. vol. 25. article 100390. doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100390.
- 4 Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Evdokimova O.V. et al. Development of recipe and technology of chocolate sponge cake with reduced calorie content. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2024. vol. 86. no. 4 (102). pp. 155–162. doi: 10.20914/2310-1202-2024-4-155-162 (in Russian).
- 5 Gökçe C., Bozkurt H., Maskan M. The use of carob flour and stevia as sugar substitutes in sponge cake: optimization for reducing sugar and wheat flour in cake formulation. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2023. vol. 32. article 100732. doi: 10.1016/j.ijgfs.2023.100732.
- 6 Naumenko N.V., Botvinnikova V.V., Nilova L.P. et al. Possibilities of using ecotechnologies to minimize food losses. Bulletin of SUSU. Series: Food and Biotechnology. 2020. vol. 8. no. 4. pp. 69–76. (in Russian).
- 7 Costa J.M., Wang W., Nakasu P.Y.S. et al. Impacts of microwaves on the pectin extraction from apple pomace: technological properties in structuring of hydrogels. Food Hydrocolloids. 2025. vol. 160. no. 1. article 110766. doi: 10.1016/j.foodhyd.2024.110766.
- 8 Klotjodva I., Ngasakul N., Kozlu A. et al. Apple pomace as a functional component of sustainable set-type yogurts. LWT. 2024. vol. 211. article 116909. doi: 10.1016/j.lwt.2024.116909.
- 9 Pascoalino L.A., Finimundy T.C., Pires T.C.S.P. et al. Investigating bioactive compounds in apple pomace: potential to develop high added-value products from an industrial surplus. Food Bioscience. 2025. vol. 63. article 105664. doi: 10.1016/j.fbio.2024.105664.
- 10 Ettaleb I., Aoujdad J., Ouajdi M., Arba M. et al. Biochemical parameters of carob (*Ceratonia siliqua* L.) pods and seeds as affected by different geographical sites in Morocco. Food and Humanity. 2024. vol. 3. article 100391. doi: 10.1016/j.foohum.2024.100391.
- 11 Sukainah A., Lawa S., Putra R.P. et al. Proximate analysis and digestibility of modified corn flour. Current Nutrition & Food Science. 2024. vol. 20. no. 7. pp. 857–864. doi: 10.2174/1573401319666230518100318.
- 12 Zou F., Zuo Y., Tan C. et al. Structural, physicochemical, functional, and digestive properties of corn flour modified by plasma-activated water combined with hydrothermal treatments. LWT. 2024. vol. 210. article 116858. doi: 10.1016/j.lwt.2024.116858.

13 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Evdokimova O.V. et al. Quality assessment of chocolate sponge cake. Agro-Industrial Technologies of Central Russia. 2024. vol. 34. no. 4. pp. 55–65. (in Russian).

14 Ivanova K.V., Berezovikova I.P., Varnavskaya O.D. Specialized flour confectionery products in the Republic of Sakha (Yakutia). Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2025. [Online first]. doi: 10.20914/2310-1202-2025-2-23-29 (in Russian).

15 Sabet Ghadam M., Hosseini E., Ashrafizadeh S.N. Effect of apple pomace powder addition on the physicochemical properties of oily cakes and ranking samples by Delphi fuzzy approach. Journal of Food Quality. 2023. vol. 2023. Article 8111233. doi: 10.1155/2023/8111233.

16 Papageorgiou M., Paraskevopoulou A., Pantazi F., Skendi A. Cake perception, texture and aroma profile as affected by wheat flour and cocoa replacement with carob flour. Foods. 2020. vol. 9. no. 11. article 1586. doi: 10.3390/foods9111586.

17 Pałowska K., Kuligowski M., Jasińska-Kuligowska I., Kidoń M. et al. Effect of replacing cocoa powder by carob powder in the muffins on sensory and physicochemical properties. Plant Foods for Human Nutrition. 2018. vol. 73. pp. 196–202. doi: 10.1007/s11130-018-0675-0.

18 Zakharova A.S., Koneva S.I., Melyoshkina L.E. Influence of non-traditional raw materials on the formation of quality and nutritional value of functional bakery products. Polzunovsky Bulletin. 2023. no. 3. pp. 34–40. doi: 10.25712/astu.2072-8921.2023.03.004 (in Russian).

19 Babukhadiya K.R., Butsik I.A., Neustroev A.O. Aspects of the use of non-traditional raw materials in the production of bakery products. Far Eastern Agrarian Bulletin. 2023. vol. 17. no. 1. pp. 76–85. doi: 10.22450/19996837_2023_1_76 (in Russian).

20 Novikova Zh.V., Sergeeva S.M., Mukhanov E.V. Development of bakery products for healthy nutrition using plant raw materials. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2020. vol. 82. no. 4. pp. 188–195. doi: 10.20914/2310-1202-2020-4-188-195 (in Russian).

Сведения об авторах

Анна Е. Ковалева к.х.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, a.e.kovaleva@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

Эльвира А. Пьяникова к.т.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, alia1969@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

Оксана В. Евдокимова д.т.н., профессор, кафедра анатомии, физиологии и хирургии, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия, evdokimova_oxana@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0393-2327>

Иван В. Чуваев студент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, Россия, impost46impost@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Елена В. Овчинникова к.э.н., доцент, кафедра товароведно-технологических дисциплин, Курский институт кооперации (филиал) АНО ВО Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Радищева, д.116А, г. Курск, 305004, Россия, e.ov4innikova2011@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-675502764>

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

Anna E. Kovaleva Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, a.e.kovaleva@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

Elvira A. Pyanikova Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, alia1969@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

Oksana V. Evdokimova Dr. Sci. (Engin.), Department of Anatomy, Physiology and Surgery, Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Generala Rodina str., 69, Orel, 302019, Russia, evdokimova_oxana@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0393-2327>

Ivan V. Chuvaev student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040 Russia, impost46impost@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Elena V. Ovchinnikova Cand. Sci. (Econ.), assistant professor, department of commodity science and technology disciplines, Kursk Institute of cooperation (branch) ANO VO Belgorod University of cooperation, Economics and law, Radishchev str., 116A, Kursk, 305004, Russia, e.ov4innikova2011@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-675502764>

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 20/03/2026	После редакции 12/04/2026	Принята в печать 22/04/2026
Received 20/03/2026	Accepted in revised 12/04/2026	Accepted 22/04/2026