

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ В РЕЦЕПТУРЕ БИСКВИТА ШОКОЛАДНОГО С ПОНИЖЕННОЙ КАЛОРИЙНОСТЬЮ

Э.А. Пьяникова¹, pyanikovaelvira@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>
А.Е. Ковалева¹, a.e.kovaleva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>
А.А. Заикин¹, alexkurskuu2427@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-2566-6427>
Е.Е. Павлова¹, pavlova.ekaterina0902@gmail.com
О.В. Евдокимова², evdokimova_oxana@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0393-2327>

¹ Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

² Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
Орёл, Россия

Аннотация. Бисквит как мучное кондитерское изделие, в составе которого присутствуют высококалорийные ингредиенты (масло сливочное, яйца, сахар, какао-порошок), нельзя отнести к низкокалорийным продуктам. С целью получения продукта с пониженной калорийностью была произведена замена высококалорийных продуктов менее калорийным сырьем. Сахар был заменен на сахарозаменитель Prebiosweet с нулевой калорийностью; часть пшеничной муки высшего сорта – на кукурузную муку с калорийностью 331 ккал (в соотношении 1:3), сливочное масло – на масло растительное (в соотношении 1:1); яйца – на яблочные выжимки; частично какао-порошок – на кэроб (в соотношении 1:2). В работе представлены результаты химического состава трех образцов бисквита шоколадного в сравнении с контрольным образцом, полученные расчетным методом. Снижение калорийности в образце № 2, по сравнению с контрольным образцом, составило 27 %. В образцах № 3 и № 4 снижение калорийности составило соответственно 42,8 и 63 %. В сравнении с контрольным образцом (образец № 1) их энергетическая ценность сокращается более чем на 30 %. Полученные результаты не позволяют данные образцы считать низкокалорийными, так как они содержат более 40 ккал на 100 г продукта. Но в соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 бисквиты шоколадные относятся к пищевым продуктам со сниженной калорийностью. Соотношение белков, жиров и углеводов в сбалансированном рационе должно соответствовать пропорции 1:1:4, то есть на 1 часть белков в рационе должно приходиться столько же жиров и в 4 раза больше углеводов. По результатам проведенных исследований наиболее сбалансированным является образец № 4, у которого данное соотношение составляет 1:1:4,2.

Ключевые слова: бисквит шоколадный, энергетическая ценность, сахарозаменитель, яблочные выжимки, кэроб, кукурузная мука

Для цитирования: Обоснование использования ингредиентов в рецептуре бисквита шоколадного с пониженной калорийностью / Э.А. Пьяникова, А.Е. Ковалева, А.А. Заикин и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2025. Т. 13, № 2. С. 34–43. DOI: 10.14529/food250204

Original article

DOI: 10.14529/food250204

JUSTIFICATION OF THE USE OF INGREDIENTS IN THE RECIPE OF A LOW-CALORIE CHOCOLATE SPONGE CAKE

E.A. Pyanikova¹, pyanikovaelvira@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

A.E. Kovaleva¹, a.e.kovaleva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

A.A. Zaikin¹, alexkurskuu2427@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-2566-6427>

E.E. Pavlova¹, pavlova.ekaterina0902@gmail.com

O.V. Evdokimova², evdokimova_oxana@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0393-2327>

¹ Southwestern State University, Kursk, Russia

² Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

Abstract. Biscuit, as a flour confectionery product, which contains high-calorie ingredients (butter, eggs, sugar, cocoa powder) cannot be classified as low-calorie products. In order to obtain a low-calorie product, high-calorie products were replaced with lower-calorie raw materials. Sugar was replaced with the Prebiosweet sugar substitute with zero calories; part of the premium wheat flour was replaced with corn flour with a calorie content of 331 kcal (in a ratio of 1:3), butter was replaced with vegetable oil (in a ratio of 1:1); eggs – for apple pomace; partially cocoa powder is applied to carob (in a ratio of 1:2). The paper presents the results of the chemical composition of three samples of chocolate sponge cake in comparison with the control sample, obtained by the calculation method. The reduction in caloric content in sample No. 2, compared with the control sample, was 27 %. In samples No. 3 and No. 4, the reduction in caloric content was 42.8 % and 63 %, respectively. In comparison with the control sample (sample No. 1), their energy value is reduced by more than 30 %. The results obtained do not allow these samples to be considered low-calorie, since they contain more than 40 kcal per 100 g of product. However, in accordance with GOST R 55577-2013, chocolate biscuits are classified as low-calorie foods. The ratio of proteins, fats and carbohydrates in a balanced diet should correspond to a ratio of 1:1:4, that is, 1 part of the proteins in the diet should contain the same amount of fat and 4 times more carbohydrates. According to the results of the conducted studies, sample No. 4 is the most balanced, in which this ratio is 1:1:4.2.

Keywords: chocolate sponge cake, energy value, sweetener, apple pomace, carob, corn flour

For citation: Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Zaikin A.A., Pavlova E.E., Evdokimova O.V. Justification of the use of ingredients in the recipe of a low-calorie chocolate sponge cake. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2025, vol. 13, no. 2, pp. 34–43. (In Russ.) DOI: 10.14529/food250204

Введение

Бисквитные полуфабрикаты как основа для тортов и пирожных достаточно известны в России и пользуются популярностью из-за привлекательного внешнего вида и хороших вкусовых достоинств, поэтому обогащение их функциональными ингредиентами целесообразно и может составлять определённый интерес для предприятий кондитерской отрасли [1].

Бисквит – это разновидность мучных кондитерских изделий, производимая как традиционным, так и промышленным способом [2]. Бисквиты содержат большое количество питательных веществ, таких как белок, жир/масло и большое количество углево-

дов. Однако они содержат небольшое количество витаминов, минералов и пищевых волокон, необходимых для обмена веществ в организме [3]. По этой причине исследования были направлены на снижение калорийности бисквитов.

Сахар – один из основных ингредиентов, используемых при производстве бисквитов. Основные функции сахара, используемого в качестве подсластителя, – повышение калорийности продукта, продление срока хранения и улучшение его текстуры [3]. В качестве замены данного калорийного ингредиента был использован подсластитель Prebiosweet Fibre.

Функциональный подсластитель Prebiosweet Fibre 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 подобранная формула обеспечивает приятный сладкий вкус, а функциональный ингредиент инулин обеспечивает дополнительную ценность продукта для пищеварения. Растительные растворимые пищевые волокна содержат инулин. Это пребиотик, полученный из корней цикория, стимулирующий рост и развитие полезной кишечной микрофлоры.

Сахарозаменитель Prebiosweet Fibre подходит для диетического питания и похудения, также не повышает уровень сахара в крови и не стимулирует выработку инсулина. Согласно заявленной производителем характеристики подходит для выпечки, для напитков, и десертов. Термостабильный (можно печь, замораживать и пр.). Выпускается по ТУ 9229-041-53757476-15. При оценке органолептических показателей было выявлено, что сахарозаменитель обладает нейтральным запахом, сладкий на вкус, по консистенции легкий сыпучий порошок белого цвета.

Яйца в бисквитах играют ключевую роль в формировании конечного качества и структуры готового изделия. В изделиях яйца могут выступать в качестве усилителя цвета благодаря своим свойствам гелеобразования и пенообразования. Воздушная текстура бисквита достигается за счёт стабилизированных пузырьков воздуха, образующихся в белковых структурах яйца, известных как пенообразование [2]. При разработке бисквита шоколадного со сниженной калорийностью яйца заменялись на масло растительное (образцы № 2 и № 3) и на масло растительное и яблочные выжимки (образец № 4).

Яблоко является четвёртым по популярности фруктом в мире. В результате промышленной переработки яблок остаётся яблочная выжимка, которая составляет от 25 до 30 % от общего веса яблок [4]. Однако яблочная выжимка является побочным продуктом с высоким содержанием питательных веществ, что делает ее привлекательным вариантом для

использования в производстве других продуктов питания [5].

Яблочные выжимки являются богатым источником биологически активных веществ, таких как витамины С, Р, Е, β-каротин, три-терпеновые соединения, витамины группы В, минеральные элементы (после отжатия сока в выжимках остается почти половина общего количества важнейших минеральных элементов), пищевые волокна, в том числе пектиновые вещества [6, 7].

Также яблочные выжимки обладают сильными антиоксидантными свойствами, а их состав полифенолов аналогичен составу полифенолов яблок и включает гидроксикоричные кислоты, дигидрохалконы и флавонолы [8, 9], а также аскорбиновую кислоту. Они также считаются хорошим источником пищевых волокон, в том числе значительного количества пектина с более полезными функциональными свойствами, чем у других фруктовых выжимок [10]. Таким образом, их использование в качестве функционального ингредиента может способствовать снижению риска развития ряда заболеваний (диабета, гиперхолестеринемии или ожирения) [11].

Замена какао-порошка на кэроб обоснована тем, что он схож по вкусу и цвету с какао-порошком, но в отличие от какао-порошка содержание жира в нем очень низкое (0,2–0,8 %). За счет этого понижается калорийность бисквита шоколадного, а органолептические свойства (вкус и цвет) сохраняются. Кэроб – продукт, получаемый из плодов рожкового дерева. Из-за высокого содержания сахара порошок рожкового дерева используется в качестве подсластителя. Содержание белка в плодах рожкового дерева варьируется от 1 до 5 %, сырой клетчатки очень – от 9 до 13 % от общей массы плода. Также они богаты минералами (1–6 %), такими как кальций, калий, магний и фосфор. Мука из рожкового дерева содержит большое количество ненасыщенных жирных кислот. Кроме того, она содержит большое количество аминокислот в различных концентрациях [12].

Кукурузная мука содержит меньше жира по сравнению с пшеничной мукой, но в ней больше клетчатки. Благодаря низкому содержанию жира кукурузная мука хранится дольше, так как она не становится прогорклой из-за окисления жира. Поэтому кукурузную муку можно использовать в качестве заменителя пшеничной муки при производстве пищевых

продуктов. В связи с этим она имеет хорошие перспективы в качестве пищевого продукта и промышленного сырья [13].

Кукуруза является важнейшим источником пищи для человека и ключевым компонентом промышленного сырья. Кукурузная мука богата крахмалом (64–78 % в сухом виде) и содержит белок, жир, витамины и минералы [14].

Целью данного исследования является изучение влияния замены высококалорийного сырья менее энергоемкими, но биологически полноценными продуктами для получения бисквита шоколадного с пониженной калорийностью.

Объекты и методы исследований

В основу разработки бисквита шоколадного со сниженной калорийностью была положена следующая концепция:

- применение только натурального сырья;
- произвести замену сахара на сахарозаменитель Prebiosweet, в состав которого входит подсластитель эритрит, инулин, сукралоза;
- произвести замену части пшеничной муки высшего сорта на кукурузную муку, соотношения которых были выведены в результате опытных проработок рецептуры и составили 1:3;
- произвести замену сливочного масла на масло растительное;
- произвести замену яиц на яблочные выжимки;
- произвести частичную замену какао-порошка на кэроб в соотношении 1:2.

В качестве контрольного образца (образец № 1) выбрана классическая рецептура бисквита «Прага» из сборника рецептов на продукцию кондитерского питания «Сборник технических нормативов» под редакцией М.П. Могильного. На основе данной рецептуры были разработаны три рецептуры образцов бисквита шоколадного с пониженной калорийностью, представленные в табл. 1.

В рецептурах бисквита шоколадного с пониженной калорийностью произведена замена ряда ингредиентов: в образце № 2 сахар заменен на сахарозаменитель, яйца и масло сливочное – на масло растительное; в образце № 3 сахар заменен на сахарозаменитель, яйца и масло сливочное – на масло растительное, часть какао-порошка – на кэроб; в образце № 4 сахар заменен на сахарозаменитель, яйца и масло сливочное – на яблочные выжимки и масло растительное, часть какао-порошка – на

кэроб, часть муки пшеничной высшего сорта – на муку кукурузную [15].

Результаты и их обсуждение

На пищевую ценность мучных кондитерских изделий влияет их химический состав, а следовательно, она определяется веществами, входящими в состав основного и дополнительного сырья, используемого при их производстве (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2012).

В табл. 2 представлен сравнительный анализ пищевой ценности разработанных образцов бисквитов шоколадных с пониженной калорийностью по содержанию нутриентов.

Замена муки пшеничной, яиц, масла сливочного, какао-порошка на более низкокалорийное сырье показала, что происходит снижение содержания в готовом продукте бисквите шоколадном практически всех нутриентов, за исключением пищевых волокон и витамина С. Пищевые волокна отсутствуют во всех образцах, кроме образца № 4. Появление пищевых волокон обусловлено их наличием в исходном сырье: кукурузной муке (7,3 г/100 г продукта), яблочных выжимках (6,5 г/100 г продукта), кэробе (39,8 г/100 г продукта). Содержание пищевых волокон в готовом продукте с учетом термической обработки составило 6,0 % от суточной потребности.

Появление в образце № 4 витамина С связано с введением в рецептуру яблочных выжимок. Количественное содержание аскорбиновой кислоты в яблочных выжимках составило 22,0 мг/100 г [16]. С учетом термической обработки при 160–170 °С (витамин С частично разрушается при температуре более 40 °С), но при этом использовании в рецептуре свежемороженых яблочных выжимок, часть этого витамина в бисквите шоколадном сохраняется – 0,18 мг/100 г.

Энергетическая ценность продуктов рассчитывается на 100 г съедобной части и составляет для образца № 4 – 594 кДж.

Пищевая и энергетическая ценность бисквитов шоколадных с пониженной калорийностью составила: в образце № 1 (контрольном образце) – 385 ккал, в образце № 2 – 280 ккал, в образце № 3 – 220 ккал, в образце № 4 – 142 ккал.

Значительное снижение калорийности происходит за счет введения в рецептуру вместо сахара сахарозаменителя Prebiosweet, замены части пшеничной муки высшего сорта на кукурузную, сливочного масла, яиц и какао-порошка на продукты с более низким содержанием калорий.

Таблица 1

Рецептуры бисквитов шоколадных с пониженной калорийностью

Наименование сырья	Количество сырья вносимого в рецептуру							
	образец № 1		образец № 2		образец № 3		образец № 4	
	г	%	г	%	г	%	г	%
Мука пшеничная высшего сорта	237,6	17,5	115	39,2	115	39,2	75	25,6
Масло сливочное	78,4	5,8	–	–	–	–	–	–
Сахар	309,8	22,8	–	–	–	–	–	–
Какао-порошок	48,0	3,5	17	5,8	10	3,4	10	3,4
Яйцо	686,6	50,4	–	–	–	–	–	–
Мука кукурузная	–	–	–	–	–	–	40	13,6
Масло растительное	–	–	35	12,0	35	12,0	10	3,4
Яблочные выжимки	–	–	–	–	–	–	20	6,8
Сахарозаменитель Prebiosweet	–	–	5	1,7	5	1,7	5	1,7
Разрыхлитель	–	–	4	1,4	4	1,4	4	1,4
Ванилин	–	–	2	0,7	2	0,7	2	0,7
Кэроб	–	–	–	–	7	2,4	7	2,4
Вода питьевая	–	–	115	39,2	115	39,2	115	41,0
Итого	1360,4	100	293	100	293	100	293	100

Таблица 2

Сравнительный анализ содержания нутриентов в образцах бисквитов шоколадных

Нутриент	Суточная потребность	Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3		Образец № 4	
		Количество	% от суточной потребности	Количество	% от суточной потребности	Количество	% от суточной потребности	Количество	% от суточной потребности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Энергетическая ценность (ккал)	1532	385,0	29,0	280,6	21,0	220,2	9,8	142,0	11,0
Белки (г)	92	7,5	9,5	4,9	6,2	5,7	13,0	4,4	5,6
Жиры (г)	67	25,5	44,0	11,3	20,0	11,0	6,4	4,2	7,2
Углеводы (г)	140	30,8	26,0	39,4	33,0	26,1	10,0	23,0	19,0
Пищевые волокна (г)	20	0	0	0	0	0	0	1,2	6,0
Вода (г)	2722	35,8	1,5	42,7	1,8	56,5	2,3	67,7	2,9

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Витамины									
Витамин А, РЭ (мкг)	900	257,2	29,0	0	0	0	0	0	0
Витамин В1, тиамин (мг)	1,5	0,025	1,7	0,058	3,9	0,058	3,9	0,001	0,1
Витамин В2, рибофлавин (мг)	1,8	0,18	10,0	0,014	0,8	0,014	0,8	0,002	0,1
Витамин В4, холин (мг)	500	93,02	19,0	17,61	3,5	17,61	3,5	0	0
Витамин В5, пантотеновая (мг)	5	0,47	9,4	0,102	2,0	0,102	2,0	0	0
Витамин В6, пиридоксин (мг)	2	0,049	2,5 %	0,058	2,9	0,058	2,9	0	0
Витамин В9, фолаты (мкг)	400	2,461	0,6	9,18	2,3	9,18	2,3	0	0
Витамин В12, кобаламин (мкг)	3	0,183	6,1	0	0	0	0	0	0
Витамин С, аскорбиновая (мг)	90	0	0	0	0	0	0	0,18	0,2
Витамин D, кальциферол (мкг)	10	1,154	12,0	0	0	0	0	0	0
Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ (мг)	15	0,465	3,1	0,508	3,4	0,508	3,4	0,022	0,1
Витамин Н, биотин (мкг)	50	7,102	14,0	0,677	1,4	0,677	1,4	0	0
Витамин К, филлохинон (мкг)	120	1,9	1,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
Витамин РР, НЭ (мг)	20	1,3164	6,6	1,0162	5,1	1,0162	5,1	0,0562	0,3
Макроэлементы									
Калий, К (мг)	2500	53,03	2,1	41,79	1,7	0,05	0	13,98	0,6
Кальций, Са (мг)	1000	22,38	2,2	9,15	0,9	3,69	0,4	3,42	0,3
Кремний, Si (мг)	30	0	0	1,355	4,5	0	0	0	0
Магний, Mg (мг)	400	4,22	1,1	5,82	1,5	0,47	0,1	0,91	0,2
Натрий, Na (мг)	1300	48,89	3,8	115,49	8,9	228,01	18,0	217,58	17,0
Сера, S (мг)	1000	63,14	6,3	24,58	2,5	1,4	0,1	1,01	0,1
Фосфор, Р (мг)	800	72,3	9,0	29,4	3,7	0,4	0,1	2,3	0,3
Хлор, Cl (мг)	2300	54,84	2,4	183,07	8,0	351,59	15,0	335,3	15,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Микроэлементами									
Железо, Fe (мг)	18	0,93	5,2	0,46	2,6	0,017	0,1	0,162	0,9
Йод, I (мкг)	150	7,03	4,7	0,51	0,3	0	0	0	0
Кобальт, Co (мкг)	10	3,516	35,0	0,586	5,9	0,088	0,9	0,084	0,8
Марганец, Mn (мг)	2	0,0112	0,6	0,1944	9,7	0,002	0,1	0,0014	0,1
Медь, Cu (мкг)	1000	30,7	3,1	34,87	3,5	1,8	0,2	1,52	0,2
Молибден, Mo (мкг)	70	2,109	3,0	5,1	7,3	1,188	1,7	0,618	0,9

Образец № 2 по энергетической ценности нельзя отнести даже к продуктам с пониженной калорийностью, так как снижение калорийности составило 27 % по сравнению с образцом № 1.

В образцах № 3 и № 4 снижение калорийности составило 42,8 и 63 % соответственно, их энергетическая ценность сокращается более чем на 30 % по сравнению с аналогичным пищевым продуктом – образцом № 1. Таким образом, эти образцы можно отнести к пищевым продуктам со сниженной калорийностью, но нельзя считать низкокалорийным, так как они содержат более 40 ккал на 100 г продукта.

В работе был проведен анализ по содержанию белков, жиров и углеводов в разработанных образцах бисквитов шоколадных в сравнении с образцом № 1 (контрольным образцом). Соотношение белков, жиров и углеводов для разработанных образцов представлено в табл. 3.

Согласно данным Федерального исследовательского центра питания, биотехнологий и безопасности пищи, в сбалансированном рационе соотношение белков, жиров и углеводов должно соответствовать пропорции 1:1:4, то есть на 1 часть белков в рационе должно приходиться столько же жиров и в 4 раза

больше углеводов. Таким образом, наиболее сбалансированным является образец № 4, у которого данное соотношение составляет 1:1:4,2.

Таблица 3
Соотношение белков, жиров и углеводов для разработанных образцов

Образец	Соотношение: белки : жиры : углеводы
Образец № 1	1 : 3,4 : 4,1
Образец № 2	1 : 2,3 : 8
Образец № 3	1 : 1,9 : 4,6
Образец № 4	1 : 1 : 4,2

Снижение калорийности готового продукта происходит за счет подбора ингредиентов со сниженным количеством жиров и соответственно энергетической ценности.

Несмотря на потерю в пищевой ценности бисквит шоколадный является продуктом со сниженной калорийностью, что позволит использовать его в рационе людям, которые не могут отказать себе в мучных кондитерских изделиях.

Список литературы

1. Фомина Т.Ю., Калинина И.В. К вопросу использования черемуховой муки в производстве бисквитных полуфабрикатов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. Т. 4, № 3. С. 55–63. DOI: 10.14529/food160307.
2. Cerón-Carrillo Teresa Gladys, Morales-Paredes Yesbek Rocío, Santiesteban-López Norma Angélica. 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. 100390. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2021.100390.
3. Cüneyt Gökçe, Hüseyin Bozkurt, Medeni Maskan. 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. 100732. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2023.100732.
4. Возможности использования экотехнологий для минимизации продовольственных потерь / Н.В. Науменко, В.В. Ботвинникова, Л.П. Нилова и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2020. Т. 8, № 4. С. 69–76. DOI: 10.14529/food200409
5. Impacts of microwaves on the pectin extraction from apple pomace: Technological properties in structuring of hydrogels / Josiel Martins Costa, Wenli Wang, Pedro Y.S. Nakasu et al. // Food Hydrocolloids, 2025. Vol. 160. Part 1. 110766. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2024.110766.
6. Обоснование использования ингредиентов в рецептуре овсяного печенья и их влияние на его пищевую ценность / Э.А. Пьяникова, А.Е. Ковалева, О.В. Евдокимова и др. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2025. № 1. С. 64–72. DOI: 10.24412/2311-6447-2025-1-64-72.
7. Apple pomace as a functional component of sustainable set-type yogurts / I. Kłodova, N. Ngasakul, A. Kozlu et al. // LWT. 2024. Vol. 211. 116909. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.116909
8. Lavelli V., Corti S. Phloridzin and other phytochemicals in apple pomace: Stability evaluation upon dehydration and storage of dried product // Food Chemistry. 2011. Vol. 129 (4). P. 1578–1583. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.06.011
9. Investigating bioactive compounds in apple pomace: Potential to develop high added-value products from an industrial surplus / L.A. Pascoalino, T.C. Finimundy, T.C.S.P. Pires et al. // Food Bioscience. 2025. Vol. 63. 105664. DOI: 10.1016/j.fbio.2024.105664
10. Изучение районированных сортов плодовоовощной продукции для разработки технологий получения биоэкологических продуктов с функциональными свойствами / М.Т. Велямов, А.Б. Оспанов, Н.В. Попова и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10, № 1. С. 30–38. DOI: 10.14529/food220104
11. Cider apple pomace as a source of nutrients: Evaluation of the polyphenolic profile, antioxidant and fiber properties after drying process at different temperatures / B. Llavata, A. Picinelli, S. Simal, J.A. Cárcel // Food Chemistry: X. 2022. Vol. 15. 100403. DOI: 10.1016/j.fochx.2022.100403
12. Biochemical parameters of carob (*Ceratonia siliqua* L.) pods and seeds as affected by different geographical sites in Morocco / I. Ettaleb, J. Aoujdad, M. Ouajdi et al. // Food and Humanity. 2024. Vol. 3. 100391. DOI: 10.1016/j.foohum.2024.100391
13. Proximate Analysis and Digestibility of Modified Corn Flour / A. Sukainah, S. Lawa, R.P. Putra, R. Fadilah // Current Nutrition & Food Science. 2024. Vol. 20, Is. 7. P. 857–864. DOI: 10.2174/1573401319666230822161209
14. Structural, physicochemical, functional, and digestive properties of corn flour modified by plasma-activated water combined with hydrothermal treatments / F. Zou, Y. Zuo, C. Tan et al. // LWT. 2024. Vol. 210. 116858. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.116858.
15. Оценка качества бисквита шоколадного / Э.А. Пьяникова, А.Е. Ковалева, О.В. Евдокимова, А.Е. Павлова // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 4(34). С. 55–65. DOI: 10.24888/2541-7835-2024-34-4-55-65
16. Перфилова О.В. Яблочные выжимки как источник биологически активных веществ в технологии продуктов питания // Новые технологии. 2017. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yablochnye-vyzhimki-kak-istochnik-biologicheskii-aktivnykh-veschestv-v-tehnologii-produktov-pitaniya> (дата обращения: 23.05.2025)

References

1. Fomina T.Yu., Kalinina I.V. On the Use of Bird Cherry Flour in the Production of Biscuit Half-Finished Products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 3, pp. 55–63. (In Russ.) DOI: 10.14529/food160307
2. Cerón-Carrillo Teresa Gladys, Morales-Paredes Yesbek Rocío, Santiesteban-López Norma Angélica. 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. 100390. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2021.100390
3. Cüneyt Gökçe, Hüseyin Bozkurt, Medeni Maskan. 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. 100732. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2023.100732.
4. Naumenko N.V., Botvinnikova V.V., Nilova L.P., Sergeev A.A., Naumenko E.E., Stepanova D.S. Minimization of Food Losses with Ecotechnology Approaches Being Used. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 4, pp. 69–76. (In Russ.) DOI: 10.14529/food200409
5. Josiel Martins Costa, Wenli Wang, Pedro Y.S. Nakasu, Changwei Hu, Tânia Forster-Carneiro, Jason P. Hallett, Impacts of microwaves on the pectin extraction from apple pomace: Technological properties in structuring of hydrogels. *Food Hydrocolloids*, 2025, vol. 160, pt. 1. 110766. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2024.110766.
6. Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Evdokimova O.V., Ovchinnikova E.V., Molokoedova P.S. Justification of the use of ingredients in the formulation of oatmeal cookies and their effect on its nutritional value. *Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products*, 2025, no. 1, pp. 64–72. (In Russ.) DOI: 10.24412/2311-6447-2025-1-64-72
7. Klojdova I., Ngasakul N., Kozlu A., Karina D., Allende B. Apple pomace as a functional component of sustainable set-type yogurts. *LWT*, 2024, vol. 211. 116909. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116909>
8. Lavelli V., Corti S. Phloridzin and other phytochemicals in apple pomace: Stability evaluation upon dehydration and storage of dried product. *Food Chemistry*, 2011, vol. 129 (4), pp. 1578–1583. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.06.011
9. Pascoalino L.A., Finimundy T.C., Pires T.C.S.P., Pereira C., Barros L., Ferreira I.C.F.R., Oliveira M.B.P.P., Barreira J.C.M., Reis F.S. Investigating bioactive compounds in apple pomace: Potential to develop high added-value products from an industrial surplus. *Food Bioscience*, 2025, vol. 63. 105664. DOI: 10.1016/j.fbio.2024.105664.
10. Velyamov M.T., Ospanov A.B., Popova N.V., Velyamov Sh.M., Kurasova L.A., Tagayeva A.B., Sarsenova A.Zh., Kairbaeva A.E., Sadykova N.A. Study of zoned varieties of fruit and vegetable products for the development of technologies for obtaining bioecological products with functional properties. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2022, vol. 10, no. 1, pp. 30–38. (In Russ.) DOI: 10.14529/food220104
11. Llavata B., Picinelli A., Simal S., Cárcel J.A. Cider apple pomace as a source of nutrients: Evaluation of the polyphenolic profile, antioxidant and fiber properties after drying process at different temperatures. *Food Chemistry: X*, 2022, vol. 15. 100403. DOI: 10.1016/j.fochx.2022.100403.
12. 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. 100391. DOI: 10.1016/j.foohum.2024.100391.
13. Sukainah A., Lawa S., Putra R.P., Fadilah R. Proximate Analysis and Digestibility of Modified Corn Flour. *Current Nutrition & Food Science*, 2024, vol., iss.7, pp. 857–864. DOI: 10.2174/1573401319666230822161209
14. Zou F., Zuo Y., Tan C., Yang M., Wang L., Wang H. Structural, physicochemical, functional, and digestive properties of corn flour modified by plasma-activated water combined with hydrothermal treatments. *LWT*, 2024, vol. 210. 116858. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.116858.
15. Pyankova E.A., Kovaleva A.E., Evdokimova O.V., Pavlova A.E. Evaluation of the quality of a chocolate sponge cake. *Agroindustrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 4(34), pp. 55–65. (In Russ.) DOI: 10.24888/2541-7835-2024-34-4-55-65

16. Perfilova O.V. Apple pomace as a source of biologically active substances in food technology. *New technologies*, 2017, no. 4. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yablochnyye-vyzhimki-kak-istochnik-biologicheskii-aktivnykh-veschestv-v-tehnologii-produktov-pitaniya> (accessed: 23.05.2025)

Информация об авторах

Пьяникова Эльвира Анатольевна, зав. кафедрой «Товароведение, технология и экспертиза товаров», кандидат технических наук, доцент, Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия; ryanikovaelvira@yandex.ru.

Ковалева Анна Евгеньевна, доцент кафедры «Товароведение, технология и экспертиза товаров», кандидат химических наук, доцент, Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия; a.e.kovaleva@yandex.ru

Заикин Александр Александрович, студент кафедры «Товароведение, технология и экспертиза товаров», Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия; alexkurskuu2427@gmail.com

Павлова Екатерина Евгеньевна, студент кафедры «Товароведение, технология и экспертиза товаров», Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия; pavlova.ekaterina0902@gmail.com

Евдокимова Оксана Валерьевна, проректор по учебной работе и молодежной политике, доктор технических наук, профессор, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия; evdokimova_oxana@bk.ru

Information about the authors

Elvira A. Pyanikova, Head of the Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Southwestern State University, Kursk, Russia; ryanikovaelvira@yandex.ru.

Anna E. Kovaleva, Associate Professor of the Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Southwestern State University, Kursk, Russia; a.e.kovaleva@yandex.ru

Alexander A. Zaikin, Student of the Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, Southwestern State University, Kursk, Russia; alexkurskuu2427@gmail.com

Ekaterina E. Pavlova, Student of the Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, Southwestern State University, Kursk, Russia; pavlova.ekaterina0902@gmail.com

Oksana V. Evdokimova, Vice-Rector for Academic Affairs and Youth Policy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia; evdokimova_oxana@bk.ru

Статья поступила в редакцию 27.03.2025

The article was submitted 27.03.2025