

Влияние выжимок из тыквы на процесс ферментации теста для крекера

И. И. Зайцева, С. А. Шеламова^{ORCID}, Н. М. Дерканосова*^{ORCID}

Дата поступления в редакцию: 12.03.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»
394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1

*e-mail: kommerce05@list.ru



© И. И. Зайцева, С. А. Шеламова, Н. М. Дерканосова, 2019

Аннотация. Выраженный дефицит пищевых волокон относится к одной из наиболее обсуждаемых проблем сбалансированности рационов питания населения. Введение в состав продуктов питания натуральных по происхождению богатых пищевыми волокнами сырьевых ингредиентов является одним из путей повышения пищевого статуса населения. К числу таких сырьевых ингредиентов относятся высушенные выжимки из плодов и овощей, являющихся вторичным продуктом сока прямого отжима. Предварительные сравнительные исследования состава и функционально-технологических свойств выжимок позволили выбрать в качестве ингредиента рецептуры крекера выжимки из тыквы. Целью настоящего этапа исследований было установление влияния выжимок из тыквы на процесс ферментации теста как один из основных факторов, определяющих качество готовых изделий. В рамках поставленной цели была обоснована рациональная дозировка выжимок из тыквы (83,53 кг на тонну готовой продукции), рассчитана производственная рецептура, установлено влияние выжимок на процесс кислотонакопления и формоустойчивость при ферментации теста, определены характеристики дрожжевой микрофлоры. Для подтверждения результатов изучения процесса ферментации крекерного теста проведены пробные выпечки, дана сравнительная характеристика качества контрольного образца и крекера с внесением в рецептурный состав выжимок из тыквы. Установлено, что введение выжимок из тыквы в рецептурный состав крекера создает благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжевой микрофлоры, что приводит к интенсификации биотехнологических процессов, частично нивелирующих укрепляющее действие пищевых волокон выжимок из тыквы на тесто для крекера, и обеспечивает качество готовых изделий на уровне контроля и стандартизированных норм.

Ключевые слова. Крекер, ферментация, выжимки из тыквы, реологические свойства, мучные кондитерские изделия

Для цитирования: Зайцева, И. И. Влияние выжимок из тыквы на процесс ферментации теста для крекера / И. И. Зайцева, С. А. Шеламова, Н. М. Дерканосова // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 470–478. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-470-478>.

Original article

Available online at <http://fppt.ru/eng>

Effect of Pumpkin Husks on Cracker Dough Fermentation

I.I. Zaitseva, S.A. Shelamova^{ORCID}, N.M. Derkanosova*^{ORCID}

Received: March 12, 2019
Accepted: August 30, 2019

Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University,
1, Michurina Str., Voronezh, 394087, Russia

*e-mail: kommerce05@list.ru



© I.I. Zaitseva, S.A. Shelamova, N.M. Derkanosova, 2019

Abstract. An acute deficiency of food fibers is one of the most urgent problems of balanced diet. Food status can be increased by fortifying food formulae with natural raw ingredients that are rich in alimentary fibers. Dry residue of fruit and vegetable husks is a by-product of mother juice. Pumpkin husks were selected as an ingredient for cracker dough as a result of preliminary comparative researches of its structure and functional and technological properties. Pumpkin husks are a powdery product of cream color with an orange shade, humidity = 5.3%, cellulose = 19.6%, hemicelluloses = 3.5%, pectin = 5.4%. The research objective was to establish the effect of pumpkin husks on the dough fermentation process, since fermentation is one of the major factors that define the quality of the finished product. Methods of mathematical planning were used to calculate the optimal dose of pumpkin husks as 83.53 kg per ton of finished product. A set of experiments defined the biotechnological processes during dough maturation. Pumpkin husks proved to promote acid accumulation; they also increased the quantity of yeast cells and budding yeast cells. The effect can be due to the high content of digestible yeast cells of sugars. In addition, pumpkin husks are rich in magnesium, phosphorus, zinc, and other substances that produce a favorable impact on yeast microflora. The experimental dough sample demonstrated a better dimensional stability, which is connected with redistribution of moisture due to the water absorbing properties of food fibers and the reducing

sugars in pumpkin husks. The cracker dough with pumpkin husks had a better plasticity, which helped to form the layered structure of the finished products. The effect can be explained by the more intensive process of acid accumulation. The results of the biotechnological fermentation processes of the cracker dough with pumpkin husks were confirmed by test baking. The paper features a comparative analysis of the crackers with pumpkin husks and the control sample. Introduction of pumpkin husks into the cracker formulation proved to have a favorable effect on the activity of yeast microflora, which improved the biotechnological processes and partially leveled the strengthening effect of food fibers of pumpkin husks on the cracker dough. As a result, the quality of the finished products met the standard requirements.

Keywords. Cracker, fermentation, pumpkin husks, rheological properties, flour confectionery

For citation: Zaitseva II, Shelamova SA, Derkanosova NM. Effect of Pumpkin Husks on Cracker Dough Fermentation. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):470–478. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-470-478>.

Введение

Одной из задач, определенных Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, является возрождение производства пищевых ингредиентов. При этом поставленная задача напрямую связана с вопросами выпуска пищевой продукции, отвечающей критериям качества и принципам здорового питания. Обсуждая вопросы пищевого статуса населения России, необходимо отметить, что в этом направлении могут рассматриваться вопросы корректировки пищевых продуктов в части содержания витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот [1–5]. При чем, как правило, больший эффект достигается от применения поликомпонентных ингредиентов, к которым по праву относятся продукты переработки плодов и овощей [6–20].

Целью исследований явилось изучение влияния выжимок из тыквы на биотехнологические процессы созревания теста для крекера. Крекер является достаточно популярной у потребителей группой пищевой продукции, но отличается высокой калорийностью и низким содержанием нутриентов, дефицитных в рационах питания.

Объекты и методы исследования

Выбор обогащающего ингредиента из плодовой и овощной группы обусловлен доверием потребителей к натуральным по происхождению видам сырья [21, 22].

В исследованиях в качестве ингредиента крекера применяли выжимки из тыквы, на стадии обоснования выбора – выжимки из тыквы, яблок и айвы, полученные низкотемпературным высушиванием вторичных продуктов сока прямого отжима, по технологии, разработанной профессором А. А. Емельяновым [23].

Исследования состава, в том числе методом адсорбционной инфракрасной спектроскопии, функционально-технологических свойств позволили сделать рекомендации по направлениям использования высушенных выжимок [24, 25]:

– основу пищевых волокон исследованных выжимок составляет целлюлоза; изменения, наблюдаемые в спектрах выжимок относительно целлюлозы, связаны с присутствием пектиновых веществ и азотсодержащих витаминов, аминокислот и пептидов;
– выжимки из яблок, айвы и тыквы могут выступать

как фитосорбенты тяжелых металлов и радионуклидов, но с разной степенью эффективности;

– максимальной жиросвязывающей способностью обладают выжимки из айвы, растворимостью – из тыквы; значения водосвязывающей способности распределяются в последовательности: выжимки из айвы > из тыквы > из яблок.

Выжимки из тыквы, яблок и айвы обладают совокупностью свойств, позволяющих рекомендовать их как ингредиент мучных кондитерских изделий. При этом показатели состава и функционально-технологических свойств варьируются в зависимости от сырьевого источника. С учетом приоритетности по содержанию водорастворимых веществ, способных выступать субстратом для дрожжевых клеток в процессе созревания теста, и практической доступности сырьевого источника в дальнейших исследованиях были выбраны выжимки из тыквы. Предварительные исследования зависимости функционально-технологических свойств от гранулометрического состава выжимок позволили рекомендовать их предварительное измельчение до размеров частиц от 63 до 125 мкм.

Выжимки из тыквы сорта «Мускатная» представляют собой мелкодисперсный порошкообразный продукт кремового с оранжевым оттенком цвета, влажностью 5,3 %, с содержанием целлюлозы 19,6 %, гемицеллюлоз 3,5 %, пектина 5,4 %. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в выжимках составляет $3,5 \times 10^3$, что подтверждает их соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по этому показателю.

Выжимки из тыквы использовали как рецептурный ингредиент крекера. В качестве контроля была принята рецептура крекера «Заказной», что связано с введением в его стандартизированную рецептуру кукурузного масла и минимального количества сахара [26]. Контрольную и опытную пробы крекера готовили на дрожжах.

В крекерном тесте определяли титруемую и активную кислотность – потенциметрическими методами, формоустойчивость – по расплываемости шарика теста. Общее количество, количество почкующихся клеток и состояние дрожжевых клеток – методом Бургвица прямого подсчета окрашенных препаратов [32].

Рациональную дозировку выжимок из тыквы устанавливали методом полнофакторного планирования эксперимента – центрального рототабельного униформпланирования с оптимизацией результатов методом «ридж-анализа», который базируется на методе неопределенных множителей Лагранжа [27, 28].

Пробы крекера анализировали по органолептическим и физико-химическим показателям стандартизированными и специальными методами исследований: органолептические показатели – по ГОСТ 5897-90, массовую долю влаги – по ГОСТ 5900-2014, кислотность – по ГОСТ 5898-87, намокаемость – по ГОСТ 10114-80. По органолептическим показателям проводили комплексную 100-балльную оценку качества (КОК). Единичные показатели качества (вкус, поверхность и форма, вид в изломе, цвет, запах) оценивали по 5-балльной шкале с градацией 0,5 балла.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований для установления рациональной дозировки выжимок из тыквы была проведена серия выпечек крекера с рецептурным составом, заложенным в матрицу планирования эксперимента. В качестве факторов, оказывающих основное влияние на характеристики готовых изделий, были выбраны дозировка выжимок из тыквы (x_1) и кукурузного масла (x_2). Центральный уровень приведенных факторов составлял, соответственно, 12 и 20 г/100 г муки, интервал варьирования – 8 и 6 г/100 г муки. За выходные параметры процесса были приняты намокаемость крекера (y_1 , %) и комплексная оценка качества (y_2 , балл). Матрица и результаты планирования эксперимента представлены в таблице 1.

Обработка результатов экспериментального блока позволила получить регрессионные зависимости (1, 2):

Таблица 1. Матрица и результаты планирования

Table 1. Matrix and planning results

Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов, г/100 г муки		Выходные параметры	
X_1	X_2	x_1	x_2	Намокаемость, %	КОК, балл
				Y_1	Y_2
-1	-1	4	14	177	89,0
-1	+1	4	26	180	88,0
+1	-1	20	14	176	90,0
+1	+1	20	26	179	86,0
-1,414	0	0,7	20	172	70,0
+1,414	0	23,3	20	174	69,0
0	-1,414	12	11,5	170	68,0
0	+1,414	12	28,5	182	90,5
0	0	12	20	177	87,0
0	0	12	20	177,5	87,2
0	0	12	20	177,5	86,0
0	0	12	20	177,2	86,7

$$Y_1 = 177,042 + 0,103X_1 + 2,871X_2 + 0,000X_1X_2 - 1,159X_1^2 + 0,341 X_2^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 87,018 - 0,302X_1 + 3,352X_2 - 0,750X_1X_2 - 5,295X_1^2 - 0,422 X_2^2 \quad (2)$$

Использование полученных математических моделей для принятия оптимизационных решений методом неопределенных множителей Лагранжа позволили обосновать рациональные дозировки выжимок из тыквы и кукурузного масла. При этом из ряда близких по эффективности влияния на показатели качества готовых изделий было выбрано значение факторов, обеспечивающее максимальное обогащение готовых изделий пищевыми волокнами.

По результатам этого блока исследований разработана производственная рецептура крекера с выжимками из тыквы (табл. 2).

Однако при этом остался не изученным вопрос влияния выжимок на процесс созревания теста, который оказывает решающую роль в формировании реологических свойств полуфабриката, а в дальнейшем пористо-слоистой структуры крекера.

Очевидно, что введение пищевых волокон в рецептурный состав снижает количество клейковины, тем самым может оказывать влияние на формирование структуры и формы готового изделия. Кроме того, нами ранее установлена достаточно высокая водосвязывающая способность пищевых волокон из тыквы, что также может привести к дефициту

Таблица 2. Производственная рецептура крекера с выжимками из тыквы (крекер «Заказной новый»)

Table 2. Formulation for crackers with pumpkin husks ('New Special Order')

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		На загрузку на 100 кг муки		На 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	85,50	100,00	85,50	737,30	630,39
Сахар белый	99,85	1,25	1,25	9,23	9,22
Патока крахмальная	78,00	2,80	2,18	20,61	16,07
Соль поваренная пищевая	96,50	0,63	0,61	4,66	4,50
Дрожжи хлебопекарные сухие быстродействующие	92,00	0,40	0,37	2,96	2,73
Кукурузное масло	100,00	30,70	30,70	226,35	226,35
Выжимки из тыквы	94,00	11,34	10,65	83,53	78,52
Итого	–	147,12	131,26	1084,64	967,78
Выход	92,00	135,60	124,77	1000,00	920,00

воды для процесса набухания белковых веществ. В связи с этим, были проведены исследования влияния пищевых волокон тыквы сорта «Мускатная» на биотехнологические процессы созревания крекерного теста. В качестве контроля была использована проба теста, приготовленная по аналогичной рецептуре, но без введения пищевых волокон. В работе в качестве технологии крекера принята безопасная технология. Соответственно, биотехнологические процессы представлены в первую очередь спиртовым брожением. Одновременно в тесте протекает и изменение кислотности, которое, с одной стороны, может быть связано с растворением диоксида углерода, как продукта спиртового брожения. С другой, накоплением молочной, лимонной, яблочной и других кислот, что установлено в ряде исследований, касающихся биохимических исследований пшеничных полуфабрикатов [29, 30].

Именно процесс кислотонакопления является наиболее значимым в технологии крекера, так как образующиеся кислоты могут оказывать влияние на структурно-механические свойства теста, вызывая частичный кислотный гидролиз белковых полимеров пшеничной муки. Изменение титруемой кислотности в процессе ферментации теста в течение 90 мин приведено в таблице 3.

Как показали результаты исследования, внесение выжимок из тыквы способствует интенсификации процесса кислотонакопления. Это может быть связано как с содержанием в выжимках тыквы высокого содержания усвояемых дрожжевыми клетками сахаров, так и наличием в их составе магния, фосфора, цинка и других факторов благоприятного воздействия на жизнедеятельность дрожжевых клеток. При этом, несмотря на повышение кислотности, готовые изделия могут соответствовать стандартизированным требованиям за счет сокращения продолжительности процесса ферментации.

Повышение кислотности теста, по-видимому, играет положительную роль с точки зрения влияния на упруго-эластичные свойства клейковины. Как показали наши исследования, внесение пищевых волокон в композитную смесь с мукой пшеничной хлебопекарной приводит к укреплению клейковины, что является нежелательным фактором формирования структурно-механических свойств теста для крекера. Повышенная кислотность может несколько ослабить

Таблица 3. Изменение титруемой кислотности в процессе ферментации теста для крекера

Table 3. Changes in titratable acidity during cracker dough fermentation

Наименование показателя	Титруемая кислотность теста, град	
	контрольного	с введением выжимок из тыквы
Титруемая кислотность после замеса, град	1,7	1,8
Титруемая кислотность в конце процесса ферментации теста, град	2,2	2,6



Рисунок 1. Динамика активной кислотности контрольной и опытной проб теста для крекера

Figure 1. Dynamics of active acidity in the control and the experimental dough samples

тесто, способствовать его слоению и формированию структуры готовых изделий.

Подтверждением результатов исследований по титруемой кислотности является изучение динамики активной кислотности крекерного теста (рис. 1).

Аналогично закономерности титруемой кислотности активная кислотность в процессе ферментации снижается. При этом процесс протекает более интенсивно в опытной пробе крекерного теста. Динамика процесса кислотонакопления позволяет рекомендовать сокращение процесса ферментации в опытной пробе до 45–60 мин.

Как установлено нами ранее, пищевые волокна из тыквы повышают автолитическую активность композитной смеси с мукой пшеничной хлебопекарной. Вместе с интенсификацией спиртового брожения этот фактор может оказать существенное влияние на форму тестовых заготовок и в последующем готовых изделий. В связи с этим в исследованиях процесса ферментации изучали влияние пищевых волокон из тыквы на формоустойчивость теста. Результаты исследований приведены на рисунке 2.

Как показали результаты исследований, опытные пробы теста в процессе ферментации значительно лучше сохраняют форму. Полученная закономерность согласуется с теоретическими механизмами, установленными профессором А. В. Зубченко [31]. Перераспределение влаги и, соответственно, снижение скорости диффузии при осмотическом набухании белков муки, связано с притягиваем молекул воды гидрофильными соединениями, к которым профессором А. В. Зубченко, в первую очередь, относит сахарозу. В нашем случае, это как редуцирующие сахара выжимок тыквы, так и их пищевые волокна, обладающие высокой водосвязывающей способностью.

Для оценки влияния рецептурного состава на дрожжевую микрофлору теста для крекера определяли общее количество, количество почкующихся клеток и состояние дрожжевых клеток [32].

Результаты исследования представлены в таблице 4.

В процессе ферментации количество дрожжевых клеток возрастает, появляются почкующиеся клетки.

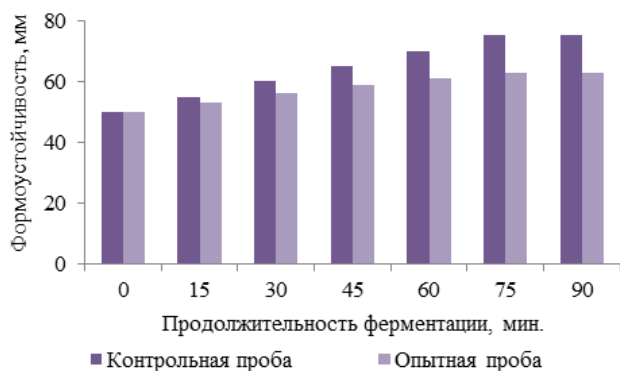


Рисунок 2. Формоустойчивость проб контрольного и опытного теста в процессе ферментации

Figure 2. Dimensional stability in the control and the experimental dough samples during fermentation

При этом необходимо отметить, что активно процесс роста дрожжевых клеток может происходить в аэробных условиях. Крекерное тесто имеет низкую влажность, поэтому доступ кислорода воздуха ограничен. В этих условиях основным биотехнологическим процессом крекерного теста является спиртовое брожение. Растворение диоксида углерода в жидкой фазе с образованием угольной кислоты способствуют изменению реологических свойств теста. Оно становится более пластичным, что является положительным фактором с позиций частичной релаксации упругих напряжений при многократной прокатке теста и, соответственно, получения слоистой структуры готового изделия. Судя по форме дрожжевых клеток и их количеству в элементе поля зрения, можно предположить, что внесение в состав теста выжимок из тыквы создает достаточно благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжей, метаболиты которой способны оказывать влияние на реологические свойства теста для крекера.

Для подтверждения результатов исследований, полученных на этапе ферментации теста, были проведены пробные выработки опытного и контрольного образцов крекера (табл. 5).

Таблица 4. Результаты исследования влияния выжимок из тыквы на дрожжевую микрофлору теста для крекера

Table 4. Effect of pumpkin husks on the yeast microflora of the cracker dough

Проба теста	Количество полей зрения	Общее количество дрожжей		
		одиночных	почкующихся	всего
Контрольная проба после замеса	40	60 ± 3	–	60 ± 3
Опытная проба после замеса	40	57 ± 3	–	57 ± 3
Контрольная проба после ферментации	155	144 ± 6	5 ± 1	149 ± 6
Опытная проба после ферментации	155	187 ± 6	4 ± 1	191 ± 6

Таблица 5. Характеристика образцов крекера по органолептическим и физико-химическим показателям

Table 5. Sensory and physicochemical properties of the cracker samples

Наименование показателя	Наименование образца	
	крекер «Заказной»	крекер «Заказной новый»
Органолептические показатели		
Вкус и запах	Характерный для рецептурного состава крекера, без посторонних запахов	Без посторонних привкусов и запахов. Приятный тыквенный привкус, легкий запах тыквы
Цвет	Светло-кремовый	Равномерный, выраженный кремовый цвет
Форма	Круглая, без трещин, с наколами	
Поверхность	Маслянистая, без вздутий	
Вид на изломе	Пропеченное изделие слоистое, без следов непромеса	
Комплексная оценка качества (КОК), балл	82,5	90,5
Физико-химические показатели		
Намокаемость, %	175 ± 5	180 ± 5
Массовая доля влаги, %	5,5 ± 0,2	5,1 ± 0,2
Кислотность, град.	2,0 ± 0,1	2,4 ± 0,1

Результаты сравнительной оценки качественных показателей крекера показали, что введение в рецептурный состав выжимок из тыквы позволяет получить изделия, не уступающие контрольному образцу и соответствующие требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 4570-2014. При этом крекер с выжимками из тыквы содержит $3,40 \pm 0,17$ г/100 г пищевых волокон. В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности» по содержанию пищевых волокон крекер «Заказной новый» с внесением в рецептурный состав выжимок из тыквы может быть отнесен к продукту – источнику пищевых волокон.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что выжимки из тыквы, как сырьевой ингредиент – источник пищевых волокон, могут быть применены в технологии изготовления крекера. При этом входящие в состав выжимок из тыквы усвояемые сахара и микроэлементы создают благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжевых клеток, а пищевые волокна, связывая воду, способствуют формоустойчивости тестовых полуфабрикатов. Интенсификация кислотонакопления в тесте для крекера с введением выжимок из тыквы, с одной стороны, способствует частичному нивелированию укреплению

теста, повышению его пластичности, необходимой для релаксации упругих напряжений при слоении и формовании тестовых заготовок. С другой – позволяет рассматривать вопрос сокращения процесса ферментации теста. Показатели качества готовых изделий с внесением в рецептурный состав выжимок

из тыквы подтверждают целесообразность их применения в технологии крекера.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Рогов, И. А. Медико-технологические аспекты разработки и производства функциональных пищевых продуктов / И. А. Рогов, Е. Н. Орешкин, В. Н. Сергеев // *Пищевая промышленность*. – 2017. – № 1. – С. 13–15.
2. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. В. Рисник [и др.] // *Вопросы питания*. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 113–124.
3. Technologies for enhancement of bioactive components and potential health benefits of cereal and cereal-based foods: Research advances and application challenges / A. S. M. Saleh, P. Wang, N. Wang [et al.] // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2019. – Vol. 59, № 2. – P. 207–227. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1363711>.
4. Birch, C. S. Ensuring the future of functional foods / C. S. Birch, G. A. Bonwick // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 54, № 5. – P. 1467–1485. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.
5. The use of bioactive components of plant raw materials from the far eastern region for flour confectionery production / E. Y. Osipenko, Y. Y. Denisovich, G. A. Gavrilova [et al.] // *AIMS Agriculture and Food*. – 2019. – Vol. 4, № 1. – P. 73–87. DOI: <https://doi.org/10.3934/agrfood.2019.1.73>.
6. Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий: монография / С. Я. Корякина, Н. А. Березина, Ю. В. Гончаров [и др.]. – Орел : ФГОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», 2011. – 264 с.
7. Научное обеспечение инновационных технологий при создании функциональных продуктов на основе овощных культур / М. С. Гинс, В. Ф. Пивоваров, В. К. Гинс [и др.] // *Овощи России*. – 2014. – Т. 22, № 1. – С. 4–9.
8. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий / Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова, И. В. Плотникова [и др.]. – Воронеж : ФГБОУ ВПО ВГУИТ, 2012. – 720 с.
9. Гурьянов, Ю. Г. Инновационные продукты здорового питания на основе местного сырья / Ю. Г. Гурьянов, В. М. Позняковский. – Кемерово : Кузбассвузиздат, 2013. – 191 с.
10. Parameters modelling of amaranth grain processing technology / N. M. Derkanosova, S. A. Shelamova, I. N. Ponomareva [et al.] // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – Vol. 327, № 2. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/327/2/022023>.
11. Improving the physicochemical properties of partially enhanced soluble dietary fiber through innovative techniques: A coherent review / H. Bader Ul Ain, F. Saeed, A. Ahmed [et al.] // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2019. – Vol. 43, № 4. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13917>.
12. Kırbaş, Z. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties / Z. Kırbaş, S. Kumcuoglu, S. Tavman // *Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 56, № 2. – P. 914–926. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>.
13. Gomes, M. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods / M. Gomes, M. M. Martinez // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2018. – Vol. 58, № 13. – P. 2119–2135. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>.
14. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace / K. Alba, W. MacNaughtan, A. P. Laws [et al.] // *Food Hydrocolloids*. – 2018. – Vol. 81. – P. 398–408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.023>.
15. Chemical composition and functional properties of pumpkin pomace-incorporated crackers / V. Kuchtová, J. Karovičová, Z. Kohajdová [et al.] // *Acta Chimica Slovaca*. – 2016. – Vol. 1, № 9. – P. 54–57. DOI: <https://doi.org/10.1515/acs-2016-0009>.
16. Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values / M. Tańska, B. Roszkowska, S. Czaplicki [et al.] // *Plant Foods for Human Nutrition*. – 2016. – Vol. 71, № 3. – P. 307–313. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0561-6>.
17. Majerska, J. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products / J. Majerska, A. Michalska, A. Figiel // *Trends in Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 88. – P. 207–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>.
18. Valorisation of grape pomace (cv. *Muscat*) for development of functional cookies development of functional cookies / R. Theagarajan, M. Narayanaswamy, L. Dutta [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 54, № 4. – P. 1299–1305. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14119>.
19. Sour cherry pomace extract encapsulated in whey and soy proteins: Incorporation in cookies / V. Tumbas Šaponjac, G. Četković, J. Čanadanović-Brunet [et al.] // *Food Chemistry*. – 2016. – Vol. 207. – P. 27–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.082>.
20. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace / A.-M. Reißner, S. Hamimi, A. Quiles [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2019. – Vol. 99, № 3. – P. 1284–1293. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>.
21. Разработка параметров проектирования обогащенных хлебобулочных изделий методом взаимосвязи переменных / Н. М. Дерканосова, А. Г. Буховец, Е. А. Лаптиева [и др.] // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2017. – Т. 46, № 5. – С. 109–115.

22. O'Sullivan, M. G. *A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development: Innovative Technologies for the Food and Beverage Industry* / M.G. O'Sullivan. – Woodhead Publishing, 2016. – 370 p.
23. Емельянов, А. А. Составляющие мякоти тыквы / А. А. Емельянов, Е. А. Кузнецова // *Пиво и напитки*. – 2009. – № 4. – С. 40–43.
24. Исследование функционально-технологических свойств плодовых и овощных выжимок для обогащения хлебобулочных изделий / Н. М. Дерканосова, И. И. Зайцева, Е. А. Лаптиева [и др.] // *Хлебопродукты*. – 2016. – № 4. – С. 44–46.
25. Исследование состава пищевых волокон растительного происхождения / О. В. Перегончая, С. А. Соколова, Н. М. Дерканосова [и др.] // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2018. – Т. 51, № 4. – С. 21–25.
26. Сборник рецептур. Рецепты на печенье, галеты и вафли. – М. : Пищевая промышленность, 1969. – 334 с.
27. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. П. Грачев. – М. : Пищевая промышленность, 1979. – 198 с.
28. Дерканосова, Н. М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум / Н. М. Дерканосова, А. А. Журавлев, И. А. Сорокина. – Воронеж : ВГТА, 2011. – 195 с.
29. Козьмина, Н. П. Биохимия хлебопечения / Н. П. Козьмина. – М. : Пищевая промышленность, 1978. – 277 с.
30. Effect of organic acids on bread quality improvement / X. Su, F. Wu, Y. Zhang [et al.] // *Food Chemistry*. – 2019. – Vol. 278. – P. 267–275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.011>.
31. Зубченко, А. В. Технология кондитерского производства / А. В. Зубченко. – Воронеж : ВГТА, 2001. – 430 с.
32. Афанасьева, О. В. Микробиология хлебопекарного производства / О. В. Афанасьева. – СПб. : Береста, 2003. – 220 с.

References

1. Rogov IA, Oreshkin EN, Sergeev VN. Medical and Technological Aspects of the Development and Production of Functional Foods. *Food Industry*. 2017;(1):13–15. (In Russ.).
2. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Risnik DV, Nikityuk DB, Tutelyan VA. Micronutrient status of population of the Russian Federation and possibility of its correction. State of the problem. *Problems of Nutrition*. 2017;86(4):113–124. (In Russ.).
3. Saleh ASM, Wang P, Wang N, Yang S, Xiao Z. Technologies for enhancement of bioactive components and potential health benefits of cereal and cereal-based foods: Research advances and application challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019;59(2):207–227. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1363711>.
4. Birch CS, Bonwick GA. Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science and Technology*. 2019;54(5):1467–1485. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.
5. Osipenko EY, Denisovich YY, GavriloVA GA, Vodolagina EY. The use of bioactive components of plant raw materials from the far eastern region for flour confectionery production. *AIMS Agriculture and Food*. 2019;4(1):73–87. DOI: <https://doi.org/10.3934/agrfood.2019.1.73>.
6. Koryachkina SYa, Berezina NA, Goncharov YuV, Kuznetsova EA, Lazareva TN, Matveeva TV, et al. *Innovatsionnye tekhnologii khlebobulochnykh, makaronnykh i konditerskikh izdeliy: monografiya* [Innovative technologies of bakery, pasta, and confectionery: Monograph]. Orel: State University UNPK; 2011. 264 p. (In Russ.).
7. Gins MS, Pivovarov VF, Gins VK, Kononkov PF, Derkanosova NM. Science service of innovative technologies for development of functional food from vegetable crops. *Vegetable crops of Russia*. 2014;22(1):4–9. (In Russ.).
8. Magomedov GO, Oleynikova AYa, Plotnikova IV, Lobosova LA. *Funktional'nye pishchevye ingredienty i dobavki v proizvodstve konditerskikh izdeliy* [Functional food ingredients and additives in the confectionery production]. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies; 2012. 720 p. (In Russ.).
9. Gur'yanov YuG, Poznyakovskiy VM. *Innovatsionnye produkty zdorovogo pitaniya na osnove mestnogo syr'ya* [Innovative healthy food based on local raw materials]. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat; 2013. 191 p. (In Russ.).
10. Derkanosova NM, Shelamova SA, Ponomareva IN, Shurshikova GV, Vasilenko OA. Parameters modelling of amaranth grain processing technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018;327(2). DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/327/2/022023>.
11. Bader Ul Ain H, Saeed F, Ahmed A, Asif Khan M, Niaz B, Tufail T. Improving the physicochemical properties of partially enhanced soluble dietary fiber through innovative techniques: A coherent review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2019;43(4). DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13917>.
12. Kırbaş Z, Kumcuoglu S, Tavman S. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*. 2019;56(2):914–926. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>.
13. Gomes M, Martinez MM. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018;58(13):2119–2135. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>.
14. Alba K, MacNaughtan W, Laws AP, Foster TJ, Campbell GM, Kontogiorgos V. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. *Food Hydrocolloids*. 2018;81:398–408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.023>.
15. Kuchtová V, Karovičová J, Kohajdová Z, Minarovicova L. Chemical composition and functional properties of pumpkin pomace-incorporated crackers. *Acta Chimica Slovaca*. 2016;1(9):54–57. DOI: <https://doi.org/10.1515/acs-2016-0009>.

16. Tańska M, Roszkowska B, Czaplicki S, Borowska EJ, Bojarska J, Dąbrowska A. Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2016;71(3):307–313. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0561-6>.
17. Majerska J, Michalska A, Figiel A. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in Food Science and Technology*. 2019;88:207–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>.
18. Theagarajan R, Narayanaswamy M, Dutta L, Moses JA, Chinnaswamy A. Valorisation of grape pomace (cv. *Muscat*) for development of functional cookies. *International Journal of Food Science and Technology*. 2019;54(4):1299–1305. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14119>.
19. Tumbas Šaponjac V, Četković G, Čanadanović-Brunet J, Pajin B, Djilas S, Petrović J, et al. Sour cherry pomace extract encapsulated in whey and soy proteins: Incorporation in cookies. *Food Chemistry*. 2016;207:27–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.082>.
20. Reißner A-M, Hamimi S, Quiles A, Schmidt C, Struck S, Hernando I, et al. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019;99(3):1284–1293. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>.
21. Derkanosova NM, Bukhovets AG, Laptiyeva EA, Zaytseva II. Development of the parameters of designing enriched bakery products by the method of interaction of variables. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff*. 2017;46(5):109–115. (In Russ.).
22. O'Sullivan MG. *A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development: Innovative Technologies for the Food and Beverage Industry*. Woodhead Publishing; 2016. 370 p.
23. Emel'yanov AA, Kuznetsova EA. Sostavlyayushchie myakoti tykvy [Components of pumpkin pulp]. *Beer and beverages*. 2009;(4):40–43. (In Russ.).
24. Derkanosova NM, Zaytseva II, Laptieva EA, Emel'yanov AA. Study of functionally-technological properties of fruit and vegetable pressing for the enrichment of bakery products. *Bread products*. 2016;(4):44–46. (In Russ.).
25. Peregonchaya OV, Sokolova SA, Derkanosova NM, Zaitseva II, Emelyanov AA. The study of the composition of food fibers of plant origin. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff*. 2018;51(4):21–25. (In Russ.).
26. Sbornik retseptur. Retsepty na pechen'e, galety i vafli [Collection of recipes. Cookies, biscuits, and waffles]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost; 1969. 334 p. (In Russ.).
27. Grachev YuP. *Matematicheskie metody planirovaniya ehksperimenta [Mathematical methods of experiment planning]*. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost; 1979. 198 p. (In Russ.).
28. Derkanosova NM, Zhuravlev AA, Sorokina IA. Modelirovanie i optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov pishchevykh proizvodstv. Praktikum [Modeling and optimization of technological processes in food production. Workshop]. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies; 2011. 195 p. (In Russ.).
29. Koz'mina NP. *Biokhimiya khlebopecheniya [Biochemistry of baking]*. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost; 1978. 277 p. (In Russ.).
30. Su X, Wu F, Zhang Y, Yang N, Chen F, Jin Z, et al. Effect of organic acids on bread quality improvement. *Food Chemistry*. 2019;278:267–275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.011>.
31. Zubchenko AV. *Tekhnologiya konditerskogo proizvodstva [Confectionery technology]*. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies; 2001. 430 p. (In Russ.).
32. Afanas'eva OV. *Mikrobiologiya khlebopekarnogo proizvodstva [Microbiology of baking production]*. St.Petersburg: Beresta; 2003. 220 p.


Сведения об авторах

Зайцева Ирина Игоревна

аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1

Шеламова Светлана Алексеевна

д-р техн. наук, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1, тел: +7(473) 253-86-51; 253-86-31, e-mail: pz@technology.vsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0028-7833>


Information about the authors

Irina I. Zaitseva


Postgraduate Student of the Department of Commodity Science and examination of goods, Emperor Peter I, Voronezh State Agrarian University, 1, Michurina Str., Voronezh, 394087, Russia

Svetlana A. Shelamova


Dr.Sci.(Eng.), Professor of Department of Commodity Science and examination of goods, Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University named after», 1, Michurina Str., Voronezh, 394087, Russia, phone: +7(473) 253-86-51; 253-86-31, e-mail: pz@technology.vsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0028-7833>

Дерканосова Наталья Митрофановна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой товароведения и экспертизы товаров, проректор по учебной работе, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1, тел.: +7(473) 253-86-51; 253-86-31, e-mail: kommerce05@list.ru; pz@technology.vsau.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4633-9280>

Natalia M. Derkanosova

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of Department of Commodity Science and Examination of Goods, Vice Rector for Academic Affairs, Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University, 1, Michurina Str., Voronezh, 394087, Russia, phone: +7(473) 253-86-51; 253-86-31, e-mail: kommerce05@list.ru; pz@technology.vsau.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4633-9280>