





Технологические параметры производства бисквитов безглютеновых

Эльвира А. Пьяникова	¹	alia1969@ya.ru	 0000-0003-4424-7323
Анна Е. Ковалева	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Ольга А. Кривдина	²	o_krivdina@mail.ru	 0000-0000-000-0000
Анастасия С. Рязанцева	¹	an.ryazantseva2016@ya.ru	 0000-0000-000-0000





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

² Курский институт кооперации (филиал) АНО ВО Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Радищева, 116 А, г. Курск, 305004, Россия

Аннотация. Разработаны технологические параметры производства бисквитов, относящихся к безглютеновым, т.к. пшеничная мука, содержащая глютен, заменена на безглютеновые - овсяную и кукурузную. Также произведена замена традиционно используемых для бисквитов яиц или меланжа на нуттовую муку, замоченную в минеральной газированной воде. Эта замена ингредиентов повлияла на технологию производства. Замачивание нуттовой муки в минеральной газированной воде осуществлялось при комнатной температуре на открытом воздухе в течение 15 минут. Что позволило содержащийся в нуттовой муке растительный белок связать с помощью воды для придания вязкой текстуры. В отличие от классической технологии производства в разработанной: исключается операция взбивания; выпекание бисквитного полуфабриката осуществляется в два этапа. На первом этапе выпекание осуществлялось при температуре 180⁰С в закрытой форме в течение 10 минут, чтобы влага не испарялась, и он не пересыхал. А затем, при этой же температуре бисквит выпекался в течение 15 минут в открытой форме для испарения лишней влаги. Добавление муки овсяной, кукурузной и нуттовой позволит расширить рацион питания больных симптомами непереносимости глютена. Проникновение глютена в организм становится причиной нарушения процесса всасывания питательных элементов (макро- и микроэлементов, витаминов), ухудшения общего состояния человека. В результате этого нарушается работа желудочно-кишечного тракта. Совершенствование технологий производства безглютеновых изделий на основе вносимых ингредиентов расширит ассортимент безглютеновых продуктов питания отечественного производства и позволяет их сделать доступными для широкого круга потребителей. Проблема производства безглютеновой продукции остается объектом повышенного внимания со стороны производителей и потребителей.

Ключевые слова: бисквит безглютеновый, технология производства, мука овсяная, мука кукурузная, мука нуттовая, сахарозаменитель, вода минеральная

Technological parameters for the production of gluten-free biscuits

Elvira A. Pyanikova	¹	alia1969@ya.ru	 0000-0003-4424-7323
Anna E. Kovaleva	¹	a.e.kovaleva@ya.ru	 0000-0001-7807-1755
Olga A. Krivdina	²	o_krivdina@mail.ru	 0000-0000-000-0000
Anastasia S. Ryazantseva	¹	an.ryazantseva2016@ya.ru	 0000-0000-000-0000

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

² Kursk Institute of cooperation (branch) ANO VO Belgorod University of cooperation, Economics and law, Radishchev str., 116A, Kursk, 305004, Russia

Abstract. Technological parameters for the production of gluten-free biscuits have been developed. wheat flour containing gluten has been replaced with gluten-free oat and corn flour. Also, eggs or melange traditionally used for biscuits were replaced with chickpea flour soaked in mineral carbonated water. This substitution of ingredients influenced the production technology. Soaking of chickpea flour in mineral carbonated water was carried out at room temperature in the open air for 15 minutes. This allows the vegetable protein contained in chickpea flour to bind with water to give a viscous texture. In contrast to the classical production technology, the developed one: excludes the whipping operation; baking biscuit semi-finished product is carried out in two stages. At the first stage, baking was carried out at a temperature of 180 C in a closed tin for 10 minutes so that the moisture does not evaporate and it does not dry out. And then, at the same temperature, the biscuit was baked for 15 minutes in an open tin to evaporate excess moisture. The addition of oatmeal, corn and chickpea flour can expand the diet of patients with symptoms of gluten intolerance. The penetration of gluten into the body becomes the cause of a disruption in the absorption of nutrients (macro- and micro elements, vitamins), and a deterioration in the general condition of a person. As a result, the work of the gastrointestinal tract is disrupted. Improvement of technologies for the production of gluten-free products based on introduced ingredients expands the range of gluten-free food products of domestic production and allows them to be made available to a wide range of consumers. The problem of producing gluten-free products remains a high priority for producers and consumers.

Keywords: gluten-free sponge cake, production technology, oat flour, corn flour, chickpea flour, sweetener, mineral water

Для цитирования

Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Кривдина О.А., Рязанцева А.С. Технологические параметры производства бисквитов безглютеновых // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 4. С. 63–69. doi:10.20914/2310-1202-2021-4-63-69

For citation

Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Krivdina O.A., Ryazantseva A.S. Technological parameters for the production of gluten-free biscuits. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 4. pp. 63–69. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-4-63-69

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

Введение

Пищевая ценность подавляющего большинства видов мучных кондитерских изделий, вырабатываемых по традиционным рецептурам, не отвечает современным требованиям науки о питании [1]. Она отличается высоким содержанием простых углеводов, жиров и не содержит достаточного количества белка, витаминов, макро- и микроэлементов. Поэтому основной задачей при выработке данной группы продукции является повышение пищевой и биологической ценности, использование доступного для производства сырья и сохранение основных технологических показателей, узнаваемых для потребителя [2]. Последнее объясняется недостаточной информированностью населения о свойствах и способах употребления специализированной группы продуктов и как следствие отсутствием мотивации к приобретению. Такие продукты разрабатываются с целью коррективы и улучшения пищевого статуса населения в рамках государственной политики в области здорового питания. Существуют критерии, которым следуют при разработке новых видов продуктов: безопасность для потребителя; высокая пищевая ценность; привлекательный внешний вид.

Одной из причин разработки и производства продуктов, в которых компоненты традиционной рецептуры заменяются альтернативными, стал рост алиментарно-зависимых заболеваний, а также, спрос на данную группу продукции у населения ведущего активный образ жизни или отказавшихся от потребления продуктов содержащих глютен [3].

Учеными и специалистами установлено, что единственным приемлемым средством для лечения целиакии является диета свободная от глютена, которой необходимо придерживаться всю жизнь [4]. Соблюдать безглютеновую диету затруднительно особенно детям [5–8]. Ребенок не осознает, что ему нельзя съесть, например, кусочек торта или пирожного, изготовленного из пшеничной муки. Поэтому актуальным является разработка мучных кондитерских изделий – бисквитов – из муки, не содержащей глютен.

В России объем продаж безглютеновой продукции оценивается в 63,4 млн долл., что значительно ниже уровня продаж в странах – лидерах потребления: в 36 раз меньше, чем в США, в 5 раз меньше, чем в Великобритании, но в 2 раза больше, чем в Швеции [9].

Цель работы – разработка технологических параметров производства бисквитов безглютеновых.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись известные технологии производства бисквитных полуфабрикатов, анализ которых выявил следующие направления их совершенствования:

- применение натурального растительного сырья;
- замена пшеничной муки, содержащей глютен, на овсяную и кукурузную, соотношения которых были выведены в результате опытных проработок рецептуры;
- замена сахара на сахарозаменитель, в состав которого входит подсластитель эритрит и экстракт стевии;
- замена яиц растительным сырьем, содержащим достаточное количество белка.

Сначала была изучена классическая рецептура (таблица 1) и технология производства бисквитных полуфабрикатов.

Таблица 1.

Рецептура бисквита классического в расчете на 100 г. муки

Table 1.

The recipe of a classic biscuit per 100 g of flour

Ингредиенты Ingredients	Количество ингредиентов Number of ingredients
Яйца Egg	167
Сахар Sugar	100
Мука Flour	100

Производство бисквита классического осуществляется по следующей схеме. Для приготовления бисквита пшеничную муку просеивают 2 раза через сито диаметром не более 2,5 мм для насыщения кислородом и равномерного распределения в тесте. Вымытые и просушенные яйца разделяют на желтки и белки. Затем желтки взбивают взбивальной машиной с 2/3 части сахара-песка до полного растворения кристалликов сахара. Полученная масса становится светлой и густой.

В другой емкости взбивают белки до устойчивых пиков, добавляют оставшийся сахар и взбивают данную массу до глянца и более плотной консистенции.

После этого взбитые белки добавляют к желтковой массе и при малом числе оборотов смешивают. Затем аккуратно добавляют просеянную муку в 2–3 приема и перемешивают на высоких оборотах.

Готовое тесто сразу разливают в алюминиевые или силиконовые формы, которые предварительно смазывают жиром или застилают бумагой. Противни и формы заполняют на 3/4 высоты, чтобы тесто при подъеме не перевалилось через борта и отправляют в предварительно разогретый до 190–200 °С духовой шкаф на 20–25 мин. Бисквит должен подняться и приобрести светло-коричневый цвет.

Готовность выпеченного продукта определяют путем протыкания изделия палочкой. У готового изделия на палочке ничего не должно оставаться (она должна быть чистая и сухая). Кроме этого, готовая выпечка пружинит при нажатии на нее. Готовый горячий бисквит достают из духового шкафа и оставляют в форме для остывания на 10 мин. Этого времени достаточно, чтобы между выпечкой и бортиками формы появилась небольшая щель, за счет которой бисквит легко можно будет вынуть. Опрокидывают бисквит на решетку для полного остывания и удаления излишней влаги [10–20].

Результаты и обсуждение

Для предложенной рецептуры бисквита (таблица 2) необходимо было разработать технологическую схему производства, адаптированную для кондитерского производства.

Схема производства разработанного бисквита отличается от классической схемы ввиду различного сырьевого состава (рисунок 1).

Таблица 2.

Рецептура бисквита из нетрадиционного растительного сырья

Table 2.

Sponge cake recipe from non-traditional vegetable raw materials

Ингредиенты Ingredients	Содержание компонентов в, % The content of the components in, %
Мука овсяная Oatmeal flour	9.6
Мука кукурузная Corn flour	22.4
Мука нутовая Chickpea flour	16.0
Сахарозаменитель FitParad № 8 Sweetener FitParad № 8	1.6
Ванилин Vanillin	0.8
Разрыхлитель Baking powder	1.6
Масло растительное Vegetable oil	16.0
Вода минеральная газированная Sparkling mineral water	32.0

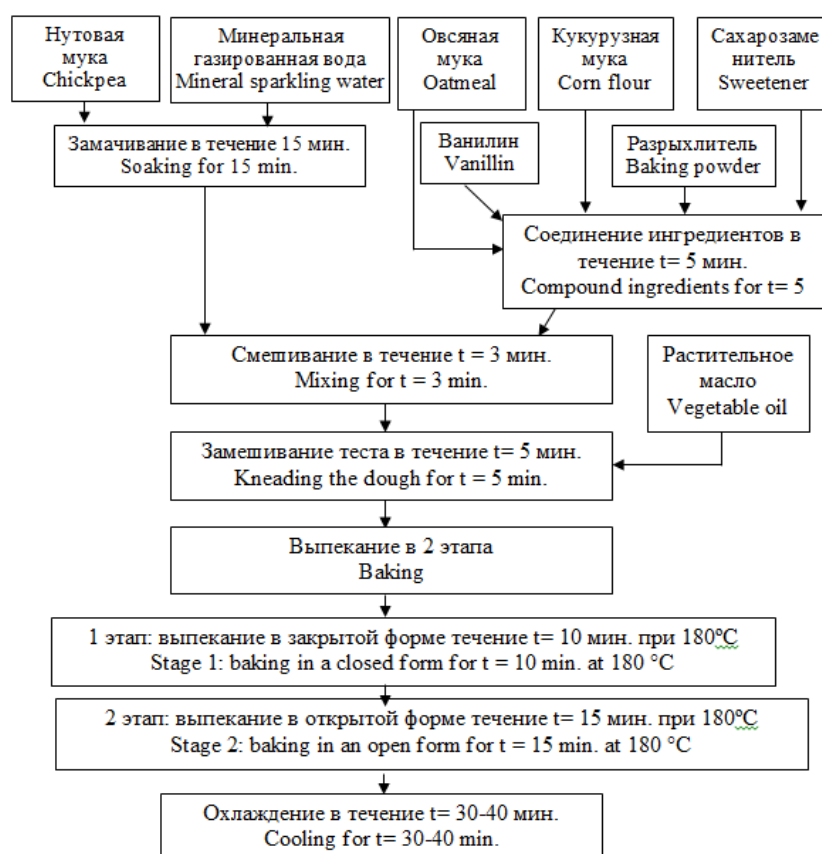


Рисунок 1. Схема производства бисквитного полуфабриката

Figure 1.. The scheme of production of biscuit semi-finished product

В соответствии с предлагаемой рецептурой были разработаны технологические параметры производства бисквитов из нетрадиционного растительного сырья со 100% заменой

пшеничной муки смесью других видов муки (овсяной и кукурузной), заменой яиц на нутовую муку и минеральную газированную воду, сахара – на сахарозаменитель FitParad № 8.

Бисквитное тесто готовят периодическим способом в тестомесильной машине планетарного действия.

Приготовление безглютенового бисквита начинается с подготовки сырья: нутовую, кукурузную и овсяную муку просеивают через сито с ячейками размером 1,6 мм. Просеивание производится для очистки муки от посторонних примесей, а также для рыхления и аэрации муки (насыщение кислородом). Все ингредиенты доводят до температуры 15–20 °С.

В нутовой муке содержится растительный белок, который нужно связать с помощью воды, для придания вязкой текстуры. Для этого производят замачивание нутовой муки в минеральной газированной воде и оставляют при комнатной температуре при открытом доступе воздуха на 15 минут. Готовят сухую смесь: подготовленную овсяную и кукурузную муку соединяют с сахарозаменителем FitParad № 8, ванилином и разрыхлителем и смешивают в течение 3–5 минут для равномерного распространения каждого из компонентов по всей массе сухой смеси. Затем в три подхода соединяют замоченную нутовую муку с сухой смесью, чтобы не образовывалось «комочков». В каждый подход добавляют 1/3 часть смеси сухих ингредиентов, тщательно перемешивают круговыми движениями от стенки емкости к середине в течение 1 минуты. Подходы 2 и 3 осуществляются аналогично подходу 1. В готовую смесь добавляют растительное масло комнатной температуры 20 °С. Растительное масло в выпечке играет роль смягчителя и увлажнителя.

Следующий этап в приготовлении бисквита – замешивание теста – длится в течение 5 минут.

Из емкости для хранения тесто насосом подают в турбомиксер непрерывного действия для аэрирования (насыщения большим количеством мельчайших пузырьков воздуха) под давлением. При производстве бисквитных полуфабрикатов рекомендуются следующие режимы работы турбомиксера: скорость вращения ротора – от 150 до 250 об/мин.; подача сжатого воздуха – от 35 до 45%; давление на мембранном клапане 2–2,5 бар.

При увеличении давления на мембранном клапане размер пузырьков воздуха, которыми насыщается тесто, уменьшается. Вследствие уменьшения размера пузырьков воздуха образуется более компактная и равномерная структура «губчатого» каркаса бисквитного полуфабриката после выпечки. Однако, чрезмерное увеличение давления на мембранном клапане в процессе аэрирования бисквитного теста может привести

к тому, что мелкие пузырьки воздуха вследствие их коагуляции начнут объединяться в более крупные пузыри, что повлечет за собой получение крупнопористой (иногда – с пустотами) структуры выпеченного полуфабриката.

При уменьшении давления на мембранном клапане размер пузырьков воздуха, которыми насыщается тесто увеличивается. Крупные воздушные поры в процессе выпечки обуславливают получение грубой крупнопористой структуры бисквитного полуфабриката. Поэтому при изменении скорости вращения ротора аэратора изменяется вязкость аэрированного бисквитного теста. При увеличении скорости вращения ротора аэратора насыщение теста воздухом происходит более равномерно. Вследствие этого в общем объеме аэрированного теста образуются более мелкие пузырьки воздуха и вязкость бисквитного теста увеличивается. При снижении скорости вращения ротора аэратора в общем объеме аэрированного теста образуются более крупные пузырьки воздуха, и вязкость бисквитного теста уменьшается.

Удельный вес бисквитного теста после аэрации должен находиться в диапазоне 0,52–0,58 г./см³. Аэрированное бисквитное тесто при помощи насоса через специальное распределительное устройство поступает для формирования на вальцовый экструдер. Формование бисквитного теста производится непосредственно на предварительно смазанные формы.

Оптимальный диапазон толщины бисквитного полуфабриката составляет 4,5–6,5 мм. Отформованное бисквитное тесто поступает в конвекционную печь. До рабочей температуры печь прогревается около часа. Печь нагревается за счет 3 камер сгорания. Бисквитный полуфабрикат выпекают при температуре 180 °С в закрытой форме в течение 10 минут, чтобы влага не испарялась, и он не пересыхал, и в течение 15 минут в открытой форме для испарения лишней влаги. Продолжительность и режим выпечки, представленные в таблице 3, могут меняться в зависимости от качественных показателей бисквитного полуфабрикаты и степени заполнения печи.

При этом необходимо учитывать следующее: при получении бисквитного полуфабриката с повышенной влажностью необходимо увеличивать температуры выпечки во 2 и 3 зоне печи (на 5–15 °С), а также открывать регулировочные заслонки влажности во 2 и в 3 зонах выпечки. При получении бисквитного полуфабриката с заниженной влажностью необходимо понижать температуру выпечки во 2 и в 3 зоне печи на 5–15 °С, а также закрывать регулировочные заслонки влажности во 2 и в 3 зонах выпечки на 5–15%.

Таблица 3.

Режимы выпечки бисквитных полуфабрикатов

Table 3.

Baking modes of biscuit semi-finished products

Вид бисквитного полуфабриката Type of biscuit semi-finished product	Температура на горелках, °C Temperature on the burners, °C			Открытие клапана подачи горячего воздуха, % (верхнего) Opening of the hot air supply valve, % (upper)			Открытие клапана впуска в печь свежего воздуха, % Opening of the fresh air inlet valve to the furnace, %		
	1 зона 1 zone	2 зона 2 zone	3 зона 3 zone	1 зона 1 zone	2 зона 2 zone	3 зона 3 zone	1 зона 1 zone	2 зона 2 zone	3 зона 3 zone
Бисквитный полуфабрикат Biscuit semi-finished product	270–345	250–320	135–190	60–67	20–35	20–35	10	10	10

Бисквитное тесто является влажным капиллярно-пористым коллоидным телом, физические и химические свойства которого в результате воздействия высокой температуры изменяются.

В процессе выпечки тесто превращается в новый продукт. Для него характерны: устойчивая структура, влажность и окраска, приятные вкус и аромат. Во время выпечки в тесте происходят следующие процессы: под действием высокой температуры изменяется влажность теста в результате испарения из наружных слоев. Температура внутри выпекаемого изделия достигает 100–108 °C. При прогреве до температуры 50–70 °C тесто набухает и клейстеризуется. Белки муки при температуре выше 80 °C полностью свертываются, обезжириваются, затвердевают и образуют «скелет» пористого изделия. Почти одновременно со свертыванием белков в тесте происходит разложение разрыхлителей, входящих в рецептуру бисквитного полуфабриката. В результате этого наблюдается разрыхление теста и увеличение его объема. Кроме того, в разрыхлении теста во время выпечки участвуют пары воды. Пористость также обеспечивается расширяющимися при нагревании пузырьками воздуха, которыми насыщено тесто. Вокруг этих пузырьков воздуха и свертываются белки, пена превращается в «губку» – в систему, в которой все воздушные ячейки связаны.

Окончание процесса выпечки бисквита определяется следующим образом:

- цвет верхней корочки – золотисто-желтый с коричневым;

- после нажатия на изделия не должно оставаться углублений (вмятин).

Выпеченный бисквитный полуфабрикат перемещают на сетчатый поддон для свободного охлаждения. Температура поверхности выпеченного бисквитного полуфабриката после охлаждения должна составлять не более 30 °C. После чего продолжают охлаждение в холодильной камере с температурой 5–6 °C в течение 6–8 часов, для того чтобы влага равномерно распределилась по всему объему бисквитного полуфабриката.

Заключение

В ходе разработки технологического процесса производства безглютеновых бисквитов с заменой пшеничной муки, сахара и яиц на альтернативные ингредиенты растительного происхождения были установлены следующие технологические параметры:

- предварительное замачивание нутовой муки в минеральной воде в течение 15 минут;
- приготовление сухой смеси из овсяной, кукурузной муки, сахарозаменителя и ванилина и смешивании их в течение 5 минут;
- смешивание сухих и жидких компонентов рецептуры, введение растительного масла и замешивание теста в течение 5 минут, исключая операцию взбивания;
- формование в формы и выпекание бисквита в два этапа: в закрытой форме в течение 10 минут и в течение 15 минут в открытой форме. Температура выпекания 180 °C;
- охлаждение бисквита до температуры ниже 30°C, а затем охлаждение в холодильных камерах.

Литература

- 1 Киселёв В.М., Григорьева Н.Н., Зоркина Н.Н. Разработка рецептуры и технологии бисквитного полуфабриката повышенной пищевой ценности // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 4. С. 14–20.
- 2 Pryanikova E.A., Kovaleva A.E., Zaikina M.A. Innovative product as future vision for the development of the food industry at the turn of new industrialisation // 2nd International Scientific Conference on New Industrialization: Global, National, Regional Dimension (SICNI 2018) Advances in Social Science, Education and Humanities Research. V. 240. P. 480–484.
- 3 Щетинин М.П., Ходырева З.Ф. Формирование рецептурного состава бисквитного безглютенового полуфабриката // Проектирование и моделирование продуктов питания нового поколения. 2019. № 1. С. 106–115.

- 4 Попов В.Г., Хайруллина Н.Г., Садыкова Х.Н. Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 121–128. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-121-128
- 5 Shepherd S.J., Gibson P.R. Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease // *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2013. V. 26. № 4. P. 349–358. doi: 10.1111/jhn.12018
- 6 Hoppe C., Trolle E., Gondolf U., Husby S. Gluten intake in 6–36-month-old Danish infants and children based on a national survey // *Journal of Nutritional Science*. 2013. V. 2. doi: 10.1017/jns.2013.1
- 7 Rai S., Kaur A., Chopra C.S. Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People // *Front. Nutr.* 2018. V. 5. P. 116. doi: 10.3389/fnut.2018.00116
- 8 Scherf K.A., Catassi C., Chirido F., Ciclitira P.J. et al. Recent Progress and Recommendations on Celiac Disease From the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity // *Front. Nutr.* 2020. V. 7. P. 29. doi: 10.3389/fnut.2020.00029
- 9 Kautto E., Rydén P.J., Ivarsson A., Olsson C. et al. What happens to food choices when a gluten-free diet is required? A prospective longitudinal population-based study among Swedish adolescent with coeliac disease and their peers // *Journal of nutritional science*. 2014. V. 3. doi: 10.1017/jns.2013.24
- 10 Каталог ТТК Технолог. Бисквит классический (ТТК2223). URL: <https://tekhnolog.com/2018/05/12/biskvit-klassicheskij-ttk2223/>
- 11 Majzoobi M., Poor Z.V., Jamalian J., Farahnaky A. Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder // *International Journal of Food Science & Technology*. 2016. V. 51. №. 6. P. 1369-1377. doi: 10.1111/ijfs.13104
- 12 Ammar I., Gharsallah H., Brahim A.B., Attia H. et al. Optimization of gluten-free sponge cake fortified with whey protein concentrate using mixture design methodology // *Food Chemistry*. 2021. V. 343. P. 128457. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128457
- 13 Krupa-Kozak U., Drabińska N., Rosell C.M., Fadda C. et al. Broccoli leaf powder as an attractive by-product ingredient: effect on batter behaviour, technological properties and sensory quality of gluten-free mini sponge cake // *International Journal of Food Science & Technology*. 2019. V. 54. №. 4. P. 1121-1129. doi: 10.1111/ijfs.13972
- 14 Curti M.I., Belorio M., Palavecino P.M., Camiña J.M. et al. Effect of sorghum flour properties on gluten-free sponge cake // *Journal of Food Science and Technology*. 2021. P. 1-12. doi: 10.1007/s13197-021-05150-0
- 15 de la Hera E., Martinez M., Oliete B., Gómez M. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice cakes // *Food and Bioprocess Technology*. 2013. V. 6. №. 9. P. 2280-2288. doi: 10.1007/s11947-012-0922-6
- 16 Krupa-Kozak U., Drabińska N., Rosell C.M., Piłat B. et al. High-Quality Gluten-Free Sponge Cakes without Sucrose: Inulin-Type Fructans as Sugar Alternatives // *Foods*. 2020. V. 9. №. 12. P. 1735. doi: 10.3390/foods9121735
- 17 Drabińska N., Ciska E., Szmatołowicz B., Krupa-Kozak U. Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes // *Food chemistry*. 2018. V. 267. P. 170-177. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.08.119
- 18 Sahagún M., Bravo-Núñez Á., Báscones G., Gómez M. Influence of protein source on the characteristics of gluten-free layer cakes // *Lwt*. 2018. V. 94. P. 50-56. doi: 10.1016/j.lwt.2018.04.014
- 19 Xu J., Zhang Y., Wang W., Li Y. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review // *Trends in Food Science & Technology*. 2020. doi: 10.1016/j.tifs.2020.07.017
- 20 Segundo C., Giménez A., Lobo M., Iturriaga L. et al. Formulation and attributes of gluten-free cakes of Andean corn improved with green banana flour // *Food science and technology international*. 2020. V. 26. №. 2. P. 95-104. doi: 10.1177/1082013219860361

References

- 1 Kiselev V.M., Grigorieva N.N., Zorkina N.N. Development of recipes and technologies for biscuit semi-finished products of increased nutritional value. *Technics and technology of food production*. 2010. no. 4. pp. 14–20. (in Russian).
- 2 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Zaikina M.A. Innovative product as future vision for the development of the food industry at the turn of new industrialization. 2nd International Scientific Conference on New Industrialization: Global, National, Regional Dimension (SICNI 2018) *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. vol. 240. pp. 480–484.
- 3 Shchetinin M.P., Khodyreva Z.F. Formation of recipe composition for biscuit gluten-free semi-finished product. Design and modeling of new generation food products. 2019. no. 1. pp. 106–115. (in Russian).
- 4 Popov V.G., Khairullina N.G., Sadykova Kh.N. Trends in the use of gluten-free flours in the production of functional products. *Proceedings of VSUET*. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 121–128. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-121-128 (in Russian).
- 5 Shepherd S.J., Gibson P.R. Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2013. vol. 26. no. 4. pp. 349–358. doi: 10.1111/jhn.12018
- 6 Hoppe C., Trolle E., Gondolf U., Husby S. Gluten intake in 6–36 month-old Danish infants and children based on a national survey. *Journal of Nutritional Science*. 2013. vol. 2. doi: 10.1017/jns.2013.1
- 7 Rai S., Kaur A., Chopra C.S. Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. *Front. Nutr.* 2018. vol. 5. pp. 116. doi: 10.3389/fnut.2018.00116
- 8 Scherf K.A., Catassi C., Chirido F., Ciclitira P.J. et al. Recent Progress and Recommendations on Celiac Disease From the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity. *Front. Nutr.* 2020. vol. 7. pp. 29. doi: 10.3389/fnut.2020.00029
- 9 Kautto E., Rydén P.J., Ivarsson A., Olsson C. et al. What happens to food choices when a gluten-free diet is required? A prospective longitudinal population-based study among Swedish adolescent with coeliac disease and their peers. *Journal of nutritional science*. 2014. vol. 3. doi: 10.1017/jns.2013.24
- 10 Catalog ТТК Technologist. Classic biscuit (ТТК2223). Available at: <https://tekhnolog.com/2018/05/12/biskvit-klassicheskij-ttk2223/> (in Russian).
- 11 Majzoobi M., Poor Z.V., Jamalian J., Farahnaky A. Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. *International Journal of Food Science & Technology*. 2016. vol. 51. no. 6. pp. 1369-1377. doi: 10.1111/ijfs.13104


- 12 Ammar I., Gharsallah H., Brahim A.B., Attia H. et al. Optimization of gluten-free sponge cake fortified with whey protein concentrate using mixture design methodology. *Food Chemistry*. 2021. vol. 343. pp. 128457. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128457
- 13 Krupa-Kozak U., Drabińska N., Rosell C.M., Fadda C. et al. Broccoli leaf powder as an attractive by-product ingredient: effect on batter behaviour, technological properties and sensory quality of gluten-free mini sponge cake. *International Journal of Food Science & Technology*. 2019. vol. 54. no. 4. pp. 1121-1129. doi: 10.1111/ijfs.13972
- 14 Curti M.I., Belorio M., Palavecino P.M., Camiña J.M. et al. Effect of sorghum flour properties on gluten-free sponge cake. *Journal of Food Science and Technology*. 2021. pp. 1-12. doi: 10.1007/s13197-021-05150-0
- 15 de la Hera E., Martinez M., Oliete B., Gómez M. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice cakes. *Food and Bioprocess Technology*. 2013. vol. 6. no. 9. pp. 2280-2288. doi: 10.1007/s11947-012-0922-6
- 16 Krupa-Kozak U., Drabińska N., Rosell C.M., Piłat B. et al. High-Quality Gluten-Free Sponge Cakes without Sucrose: Inulin-Type Fructans as Sugar Alternatives. *Foods*. 2020. vol. 9. no. 12. pp. 1735. doi: 10.3390/foods9121735
- 17 Drabińska N., Ciska E., Szmatowicz B., Krupa-Kozak U. Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. *Food chemistry*. 2018. vol. 267. pp. 170-177. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.08.119
- 18 Sahagún M., Bravo-Núñez Á., Báscones G., Gómez M. Influence of protein source on the characteristics of gluten-free layer cakes. *Lwt*. 2018. vol. 94. pp. 50-56. doi: 10.1016/j.lwt.2018.04.014
- 19 Xu J., Zhang Y., Wang W., Li Y. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. doi: 10.1016/j.tifs.2020.07.017
- 20 Segundo C., Giménez A., Lobo M., Iturriaga L. et al. Formulation and attributes of gluten-free cakes of Andean corn improved with green banana flour. *Food science and technology international*. 2020. vol. 26. no. 2. pp. 95-104. doi: 10.1177/1082013219860361

Сведения об авторах


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

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


Анна Е. Ковалева к.х.н., доцент, 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>

Ольга А. Кривдина к.т.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, o_krivdina@mail.ru

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

Анастасия С. Рязанцева к.т.н., кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, an.ryazantseva2016@ya.ru

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

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


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

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


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>

Olga A. Krivdina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, commodity-technological disciplines department, Kursk Institute of cooperation (branch) ANO VO Belgorod University of cooperation, Economics and law, Radishchev str., 116A, Kursk, 305004, Russia, o_krivdina@mail.ru

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

Anastasia S. Ryazantseva Cand. Sci. (Engin.), commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, an.ryazantseva2016@ya.ru

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

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 20/10/2021	После редакции 12/11/2021	Принята в печать 29/11/2021
Received 20/10/2021	Accepted in revised 12/11/2021	Accepted 29/11/2021