

Юлия Юрьевна Никонорова<sup>1</sup>, Мадина Карипулловна Садыгова<sup>2</sup>, Олеся Анатольевна Малахова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Самарский ФИЦ РАН, Кинель, Самарская область, Россия

<sup>2</sup>Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

<sup>3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Самарская область, Россия

<sup>1</sup>yuliya\_zinkova12@mail.ru

<sup>2</sup>sadigova.madina@yandex.ru

<sup>3</sup>teselkina1986@mail.ru

## ВЛИЯНИЕ ТЕКСТУРИРОВАННОЙ СОРГОВОЙ МУКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВ КЕКСОВ

Цель исследования – экспериментальное обоснование возможности применения продуктов переработки зерна сорго региональной селекции. Объект исследования – сорговый кекс с низким содержанием жира и повышенным белком в сухих веществах, добавлением текстурированной муки из зерна сорго. Контрольный образец 1 – кекс «Столичный» из муки высшего сорта для хлебопечения из пшеницы. В процессе исследования были использованы два новых вида кексов – «Дивный» и «Сортик». В рецепте кекса «Дивный» была применена цельнозерновая мука из сорговой муки, а в рецепте «Сортик» часть этой муки была заменена текстурированной мукой из зерна сорго в пропорции девятью к десяти. Оба новых вида кексов были приготовлены без добавления сливочного масла, которое обычно используется в рецептах. На основании проведенных лабораторных испытаний оптимизирован рецептурный состав кекса на основе текстурированной сорговой муки. Исследования показывают, что при употреблении 100 г разработанных обогащенных продуктов можно получить до 29 % необходимого ежедневного потребления белка, 9 % жира, 19 % углеводов и 14 % пищевых волокон. В рецептуре кексов можно успешно использовать зерна сорго сорта Вера и текстурированную сорговую муку, что позволяет значительно улучшить органолептические характеристики изделий. Эксперименты показали, что исключение жирового продукта из рецептуры не сказывается на качестве изделий, однако содержание жира в таких продуктах уменьшается в 4–5 раз, что способствует более рациональному использованию сырьевых ресурсов и делает изделия более диетическими. Такой подход обогащению продуктов позволяет не только удовлетворить потребности организма в основных питательных веществах, но также сделать продукты более полезными и пригодными для здорового питания.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, сорговые кексы, текстурированная мука

**Для цитирования:** Никонорова Ю.Ю., Садыгова М.К., Малахова О.А. Влияние текстурированной сорговой муки на показатели качества кексов // Вестник КрасГАУ. 2026. № 1. С. 283–294. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-1-283-294.

Yulia Yuryevna Nikonorova<sup>1</sup>, Madina Karipullovna Sadygova<sup>2</sup>, Olesya Anatolyevna Malakhova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Samara FRC of the RAS, Kinel, Samara Oblast, Russia

<sup>2</sup>Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

<sup>3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Samara Region, Russia

<sup>1</sup>yuliya\_zinkova12@mail.ru

<sup>2</sup>sadigova.madina@yandex.ru

<sup>3</sup>teselkina1986@mail.ru

## TEXTURED SORGHUM FLOUR EFFECT ON CAKES QUALITY

*The objective of the study is to experimentally validate the feasibility of using regionally selected sorghum grain byproducts. The object of the study was a low-fat, high-protein sorghum cake containing textured sorghum flour. Control sample 1 was a Stolichny cake made from premium wheat flour. Two new types of cakes, Divny and Sortik, were used in the study. The Divny cake recipe used whole-grain sorghum flour, while the Sortik recipe substituted some of this flour with textured sorghum flour in a 90 : 10 ratio. Both new cakes were prepared without the addition of butter, which is typically used in recipes. Based on laboratory testing, the recipe for a cake based on textured sorghum flour was optimized. Research shows that consuming 100 grams of the developed fortified products can provide up to 29 % of the daily protein requirement, 9 % of fat, 19 % of carbohydrates, and 14 % of dietary fiber. Vera sorghum grains and textured sorghum flour can be successfully used in muffin recipes, significantly improving the organoleptic characteristics of the products. Experiments have shown that excluding the fat from the recipe does not affect the quality of the products, but the fat content in such products is reduced by 4–5 times, which facilitates more efficient use of raw materials and makes the products more dietary. This approach to food fortification not only satisfies the body's needs for essential nutrients but also makes the products more nutritious and suitable for healthy eating.*

**Keywords:** flour confectionery, sorghum cakes, textured flour

**For citation:** Nikonorova YuYu, Sadygova MK, Malakhova OA. Textured sorghum flour effect on cakes quality. *Bulletin of KSAU*. 2026;(1):283-294. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-1-283-294.

**Введение.** При создании специализированных продуктов питания в пищевой промышленности актуальным становится поиск компонентов с подтвержденными функциональными характеристиками, которые можно использовать в рецептуре [1].

В современном обществе привлекают внимание вопросы о здоровом питании и внедрении изменений в пищевой рацион. Часто обсуждается идея «здоровых продуктов». По мнению В.М. Позняковского, пищевые товары, соответствующие всем показателям безопасности качества, которые соответствуют всем нормативно техническим документам и удовлетворяют пищевые потребности человека в питательных веществах, считаются продуктами функционального здорового питания [2].

В настоящее время продукты кондитерского производства из муки пользуются огромной популярностью, так как они обладают привлекательным внешним видом, приятным вкусом и ароматом, а также легко усваиваются организмом. Кексы, являющиеся частью повседневного рациона, востребованы потребителями. Тем не менее, большинство изделий кондитерского производства из муки имеют невысокую пищевую ценность и содержат много сахара [3].

В современной сфере инновационных пищевых технологий актуальным стало исследование возможностей улучшения свойств мучных десертов – печенья, кексов, медовиков и бисквитов – с использованием инновационных ма-

териалов. Это связано с поиском новых источников сырья, способных обогатить продукты необходимыми питательными веществами. Проблема обогащения хлебобулочных изделий микроэлементами, которые могут быть получены не только из злаков и семян других культур, остается актуальной и требует дальнейших исследований [4].

В последнее время вызывает значительный интерес растение амарант, которое, согласно древним данным, входило в рацион человека, и может служить дополнительным источником сырья в производстве хлебобулочных изделий. Многие авторы подчеркивают возможность использования муки из проса, сорго и семян в составе композиций, анализируя их текстурные свойства и вкусовые качества, особенно при выпечке слоеного хлеба. Важно отметить, что улучшение физиологической ценности зерен данных культур благоприятно сказывается на пищевой ценности выпечки, что достигнуто в результате селекционных достижений [7, 8].

Исследование С.И. Лукиной с соавторами (2012) выявило, что использование нетрадиционной муки из зерна нута в производстве кексов улучшают все пищевые показатели, имеет теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение. Сравнительный анализ свидетельствует о значительном увеличении содержания белков на 1,5 раза и пищевых волокон на 2,5 раза в кексе «Атлет», в то время как углеводы снизились на 16 %. Сравнимые

кексы имеют на 32 % больше белка и на 14 % меньше жиров, чем контрольный вариант. Повышение содержания пищевых волокон достигло 1,6-кратного прироста. Экспериментальные образцы показывают 12 % повышенную биологическую ценность и 6 % сниженную энергетическую ценность для кекса "Атлет" и 8 % для кекса «Ароматный» по сравнению с контрольной группой [9].

Исследования показали, что смешивание незрелой банановой муки с кунжутной и сорговой мукой в пропорциях от 30 до 65 % позволяет создать кондитерские изделия без глютена с отличными вкусовыми характеристиками [10]. Установлено, что добавление 10 % банановой муки вместо части рисовой муки способствует обогащению продукта пищевыми волокнами до 14 % и улучшает его сенсорные свойства. Оптимальные пропорции различных видов муки изучены, и выявлено, что доля кунжутной муки в смеси не должна превышать 5 % [11].

С каждым годом интерес исследователей к текстурированной муке увеличивается. Ученые Красноярского ГАУ считают, что применение текстурированной муки в рецептурном составе мучных кондитерских и хлебобулочных изделий, улучшают технологические показатели качества готовых изделий. Такая нетрадиционная мука обладает водосвязывающей и жиросвязывающей способностью, а также богата углеводами, клетчаткой, белками, что значительно улучшает функциональность и усвояемость готовой продукции. Таким образом мука из экструдированного зерна играет важную роль в производстве хлебобулочных изделий и является интересным необычным сырьем для исследований [12, 13].

В технологии приготовления кексов предлагается использование текстурированной муки из сорго, которая является ценным источником питательных веществ. Сорго содержит витамины, минералы, белки, углеводы, полифенольные соединения. Тиамин, содержащийся в сорго, стимулирует аппетит, мышечный тонус, желудочную секрецию, улучшает функции головного мозга и нервной системы. Использование цельнозерновой муки сохраняет важные питательные вещества, такие как белки, аминокислоты, витамины В, РР, Е, зародыш зерна и пищевые волокна [14, 15].

**Цель исследования** – экспериментальное обоснование возможности применения продуктов переработки зерна сорго региональной селекции.

Использовались мука из цельного зерна сорго сорта Вера и текстурированная сорговая мука.

**Задачи:** анализ воздействия на качество кексов продуктов, полученных из переработки зерна сорго; определение физико-химических свойств кексов, в которых применялось нестандартное сырье; проведение микробиологических исследований кексов, приготовленных по различным технологиям – традиционной и альтернативной.

**Материалы и методы.** В эксперименте использовались разнообразные компоненты, которые представлены на рисунке 1. В ходе исследования использовался контрольный образец 1 – кекс «Столичный» из муки высшего сорта для хлебопечения из пшеницы [16].

В процессе исследования были использованы два новых вида кексов – «Дивный» и «Сортик». В рецепте «Дивный» кекса была применена цельнозерновая мука из сорговой муки, а в рецепте «Сортик» часть этой муки была заменена текстурированной мукой из зерна сорго в пропорции девятью к десяти. Оба новых вида кексов были приготовлены без добавления сливочного масла, которое обычно используется в рецептах. Изделия выпекали в лабораторной печи ШХЛ – 065 СПУ при  $t$  215–220 °С, предварительно тесто замешивали и в формах выпекали в объемах 0,06 кг.

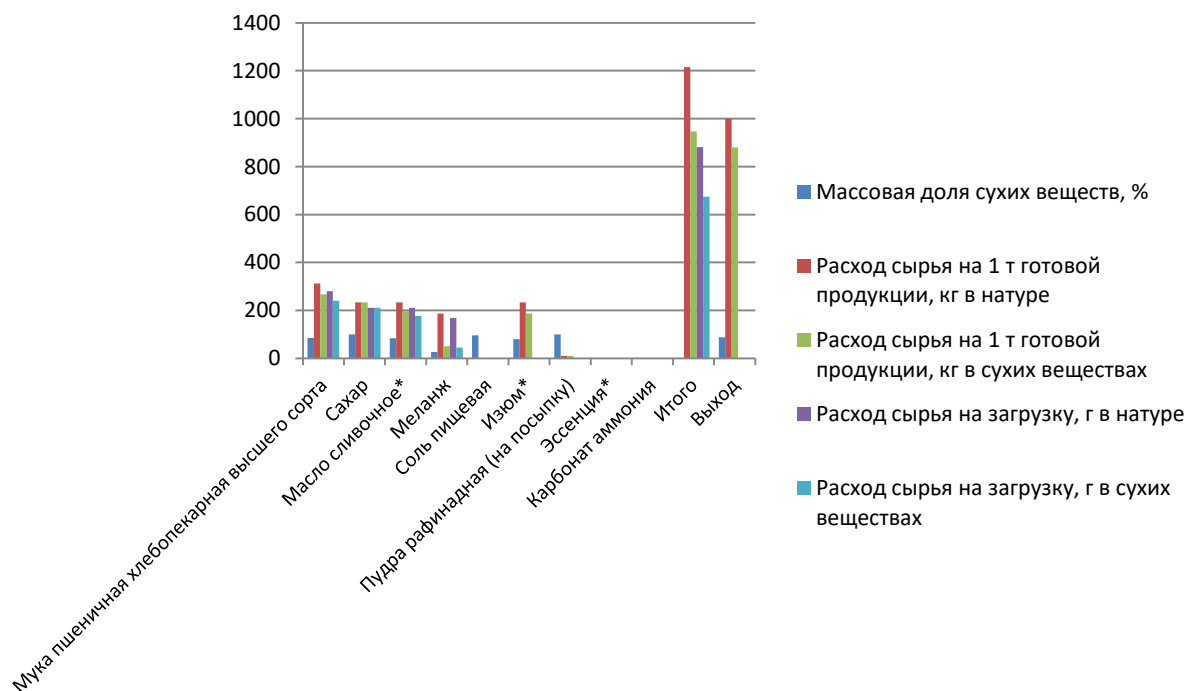
Исследование пищевого состава основного сырья проводилось с применением различных методов:

- калий, натрий, магний, кальций и фосфор анализировали при помощи капиллярного хроматографа в соответствии с методиками М 04-73-2011, М 04-65- 2010;
- оценку содержания белка проводили методом Къельдаля в соответствии с ГОСТ 26889-86;
- массовую долю жира определяли экстракционно-весовым методом согласно ГОСТ 31902- 2012.

Для оценки органолептических качеств уже готовых изделий используется стандарт ГОСТ 5897-90.

Для оценки качества была применена система балльного анализа, а также профильное исследование с использованием дескрипторов [13]. Кекс «Столичный», которая применяется в качестве основы для производства изделий в соответствии с технологической инструкцией [17].

Компоненты рецептуры варьировались в зависимости от вариантов опыта. (табл. 1).



Примечание: (\*) – изюм и эссенцию удаляли из рецептуры контрольного образца, а маргарин использовали вместо масла сливочного

Рис. 1. Рецепт приготовления теста для кекса «Столичный»  
Recipe for making dough for Stolichny cupcake

Таблица 1

Матрица исследования  
Research matrix

Вариант	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	Мука из цельносомолотого зерна сорго	Текстурированная сорговая мука	Молочный жир
«Столичный» – контрольный образец	100	–		100
«Дивный» – опытный образец 1	–	100	–	–
«Сортик» – опытный образец 2	–	90	10	–

В опытных образцах исключили сливочное масло. Иллюстрация с номером 2 демонстрирует процесс создания кекса с использованием технологической схемы.

Для оценки качества готовых изделий использовались различные методы анализа [18]. Органолептические характеристики, такие как цвет, вкус, запах, структура, поверхность и форма, были оценены с помощью дескрипторно-профильного метода и балловой системы по ГОСТ 5897-90. Физико-химические показатели кексов были изучены различными методами испытаний: по ГОСТ 5900-14 п.7 – со-

держание влаги, по ГОСТ 31902-2012 – содержание жира. Анализ щелочности проводили по ГОСТ 5898-2022. Микробиологические характеристики определялись по разным критериям: по ГОСТ 33536-2015 – общее количество КМА-ФАнМ (мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов), по ГОСТ 31747-2012 – определяли группы бактерий кишечной палочки, по ГОСТ 31659-2012 – определяли количество бактерий Salmonella, а также по ГОСТ 10444.12-2013 – общее количество плесень и дикие дрожжи.



Рис. 2. Схема технологии производства кексов  
The scheme of cupcake production technology

Для анализа биологической и энергетической ценности кексов функционального назначения, созданных из сорговой и текстурированной муки из зерна сорго, при приеме порции весом 100 г, использовалась специальная методика. Расчеты проводились по отношению к рекомендуемой суточной норме энергии и питательных веществ, учитываемой при указании пищевой ценности продуктов по стандарту МР 2.3.1. 0253-21 «Пищевая продукция в части маркировки» [4].

Эксперименты были проведены в трех лабораториях, включая филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН (Поволжский НИИСС) П.Н. Константинова, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, ФБУ Самарский ЦСМ. Текстурированная мука из сорго была получена путем экструдирования зерна на пресс-экструдере с последующим помолом на мельнице. Процесс экструдирования проводился при температуре 110–120 °C и давлении 2–3 Мпа. Такая мука обычно содержит больше клетчатки и белка, что делает ее ценной для производства питательных продуктов.

**Результаты и их обсуждение.** Применение нетрадиционных видов сырья в рецептурах мучных кондитерских изделий считается ключевым направлением для увеличения их пищевой ценности. Включение таких продуктов в рецепты не только улучшает вкус и текстуру, но и повышает питательную ценность, аромат и внешний вид. Яркие и полезные ингредиенты, такие как ягоды, цветные овощи или разнообразная

цельнозерновая мука, делают кексы более привлекательными визуально и полезными. Мука сорговая цельнозерновая содержит витамины, минералы, белки, углеводы, полифенольные соединения, тиамин, улучшает функционирование головного мозга и нервной системы, стимулируя аппетит, тонус мышц и секрецию желудка [19].

Сравнение пищевой ценности различных мук показывает значительные различия в содержании питательных компонентов на 100 г (рис. 3). Мука из сорго отличается от муки высшего сорта из пшеницы высоким содержанием различных элементов [20]. Белок присутствует в более чем 1,3 раза большем количестве, пищевые волокна имеют более 1,8-кратное количество, жира содержится в 2,7 раза больше, и нутриенты в несколько раз больше, чем в пшеничной муке высшего сорта. Интересно сравнить это со сравнением текстурированной сорговой муки.

Рекомендации по использованию мук разных видов в питании можно составить на основе анализов химического состава продуктов [21]. Например, мука, содержащая белок и углеводов в муке другого вида имеет в 1,6 раза больше, чем в классической пшеничной муке высшего сорта, и в 4,8 раза меньше жира. К тому же, в ней содержится на 1,1 раза меньше углеводов, чем в пшеничной муке. Важно учитывать эти особенности при выборе продуктов для сбалансированного питания.

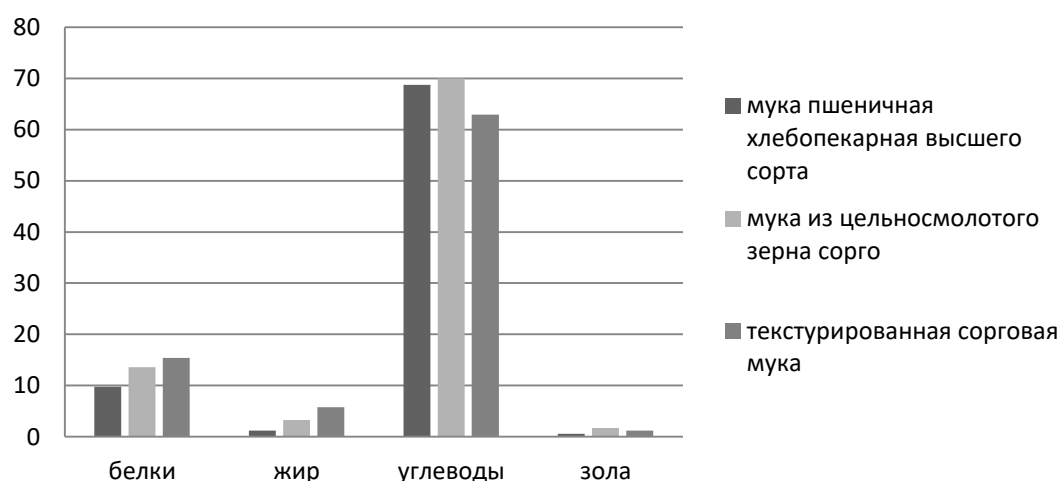


Рис. 3. Сравнительный химический состав исследуемого сырья  
Comparative chemical composition of the studied raw materials

Исследователи отмечают, что сливочное масло препятствует слипанию белковых веществ муки и яичного белка, что делает белки менее связанными и образующими более короткие цепочки клейковины. Это особенно важно, учитывая, что сорговая мука не содержит глютена [21]. В результате пробной выпечки было выявлено, что использование альтернативных видов сырья и замена компонентов в рецептуре кексов «Столичный» положительно сказывается на органолептических характеристиках изделий.

По данным рисунка 3, содержание жира в опытных образцах продуктов переработки зерна сорго значительно превышает норму, поэтому жировые продукты не были использованы в составе.

Результаты органолептической оценки, представленные в таблице 2, подтвердили успешность использования необычного сырья по рецептуре кекса «Столичного», также были проведены изменения в составе рецептуры.

Таблица 2

**Оценка качеств органолептических показателей кексов**  
**Evaluation of the quality of organoleptic indicators of cupcakes**

Органолептическая характеристика	Описание показателей качеств кексов		
	Столичный	Дивный	Сортик
1	2	3	4
Внешний вид			
Форма	У изделий ровные боковые и нижние поверхности, не имеющие пустот, с выпуклой верхней стороной		
Поверхность	При наличии мелких повреждений изделие сохранило свой первоначальный внешний вид	Поверхность без дефектов и деформаций	
Цвет	Светло-золотой	Светло-коричневый	Светло-коричневый, с румянцем

1	2	3	4
Вид в изломе	Изделие, пропеченное без комочков, с равномерной пористостью и отсутствием пустот, содержит равномерно распределенный изюм		
Структура	Мягкая, связанная, пористая, без пустот и уплотнений	Плотноватая, связанная, пористая, без пустот и уплотнений	Мягкая, связанная, пористая, без пустот и уплотнений
Вкус	Сдобный вкус, без постороннего привкуса	Сдобный, характерный крупяной вкус, без постороннего привкуса	Сдобный вкус, с характерным очень слабым вкусом томлено-поджаренной муки
Запах	Свойственный данному виду	Слабо выраженный аромат сорго	Приятный, с медовыми нотками из-за текстурированной муки

На рисунке 4 изображены результаты дегустационной оценки опытных образцов кексов, где отличными показателями выделился кекс «Сортик».

При изучении химических показателей качества кексов было выявлено, что включение нетрадиционных ингредиентов в рецептуре приводит к снижению показателя щелочности (рис. 5).

Минимальное значение щелочности (0,6 градусов) было обнаружено у кекса «Дивный», который был приготовлен с использованием цельнозерновой муки из сорго. Уменьшение уровня щелочности в обогащенных кексах является позитивным фактором, поскольку это снижает негативное воздействие щелочных соединений на пищеварительный тракт.

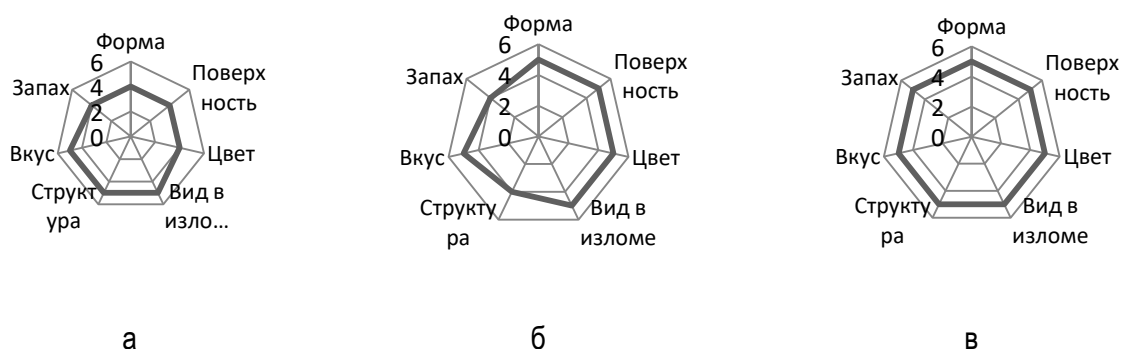


Рис. 4. Органолептические характеристик образцов кексов с использованием профиллограммы: а – «Столичный»; б – «Дивный»; в – «Сортик»

Organoleptic characteristics of cupcake samples using a profilogram:  
а – Stolichny; б – Marvelous; в – Sortik

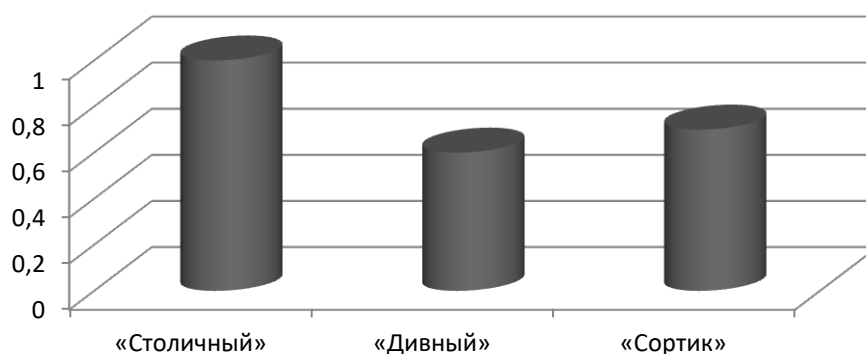


Рис. 5. Показатели щелочности в изучаемых образцах  
Indicators of alkalinity in the studied samples

Исследование показало, что влажность опытных образцов кексов выше при добавлении нетрадиционных видов сырья, чем в контрольном образце (табл. 3). Это связано с использованием текстурированной муки, у которой выше способность удерживать влагу. Плотность образца «Сортик», содержащего смесь цельно-

смолотой сорговой муки и текстурированной в соотношении 90:10, незначительно увеличилась по сравнению с контрольным образцом. Наблюдается также увеличение вязкости теста, что, вероятно, обусловлено гидратацией текстурированной муки и содержанием клетчатки [22].

Таблица 3

**Параметры качества кексов по физико-химическим показателям**  
**Cupcake quality parameters by physic-chemical parameters**

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 15052- 2014	Значение показателей образцов		
		Столичный	Дивный	Сортик
Массовая доля влаги, %	12,0–24,0	21,7	23,1	23,7
Массовая доля жира, %	9,0–22,0	21,6	5,0	5,2
Массовая доля общего сахара (по сахарозе), % в кексах	13,0–25,0	22,4	22,8	23,0
Плотность, г/см <sup>3</sup> , не более	0,55	0,35	0,39	0,36

Уменьшение содержания жира в готовых изделиях в 4-5 раза достигнуто за счет исключения жирового продукта из рецептуры опытных образ-

цов. Следовательно, разработанная технология обеспечивает возможность производства кексов с увеличенной пищевой ценностью (табл. 4).

Таблица 4

**Пищевая ценность кексов**  
**Nutritional value of cupcakes**

Нутриенты	Содержание пищевых веществ в 100 г		
	Контрольный образец 1 (кекс «Столичный»)	Образец 2 «Дивный»	Образец 3 «Сортик»
Органические соединения, г			
Белки	6,3	14,4	15,7
Жиры	21,6	5,0	5,2
Углеводы	57,4	56,5	54,3
Пищевые волокна	2,3	4,4	4,2
Минеральные вещества, мг			
Калий	145,0	284,0	286,0
Магний	10,9	23,1	23,6
Кальций	41,2	46,6	46,1
Фосфор	82,3	95,1	95,4

Исследование показало, что кексы «Дивный» и «Сортик» отличаются богатым содержанием белков (8,1–9,4 г) и пищевых волокон (1,9–2,1 г) по сравнению с кексом «Столичный». В то же время, в них намного меньше углеводов (3,1–0,9 г) и жира (16,6–16,4 г).

Эти кексы являются отличным источником питательных веществ. При употреблении 100 г продукта, вы сможете получить 26 % необходимого белка, 9 % жира, 19 % углеводов и 14 % пищевых волокон в дневной рацион (табл. 5).

Не следует принимать эти результаты как абсолютную истину. Рекомендуется учитывать индивидуальные потребности в питательных

веществах и консультироваться с профессионалами в области питания [23].

После проведения микробиологических исследований кексов, сделанных в соответствии с различными методиками приготовления, были получены интересные результаты, которые представлены в таблице 6. Оказалось, что в 100 г продукции с названиями «Дивный» и «Сортик» содержится больше белка на 8,1–9,4 г и пищевых волокон на 1,9–2,1 г по сравнению с кексом «Столичный». Одновременно произошло снижение уровня углеводов на 3,1–0,9 г и жира на 16,6–16,4 г.



Таблица 5

**Степень удовлетворения суточной потребности организма человека  
в пищевых нутриентах за счет потребления 100 г кексов**  
**The degree of satisfaction of the daily nutritional needs of the human body due  
to the consumption of 100 g of cupcakes**

Пищевое вещество	Норма суточного потребления согласно МР 2.3.1.0253-21	Степень удовлетворения при употреблении образцов кексов, %		
		Столичный	Дивный	Сортик
Белки, г	75,0	8,4	19,2	20,9
Жиры, г	83,0	26,0	6,0	6,3
Углеводы, г	365,0	15,5	15,5	14,9
Пищевые волокна, г	30,0	7,7	14,7	14,0
Калий, мг	3500,0	4,1	8,1	8,2
Магний, мг	400,0	2,7	5,8	5,9
Кальций, мг	1000,0	4,1	4,7	4,6
Фосфор, мг	800,0	10,3	11,9	11,9
Энергетическая ценность, ккал (кДЖ)	2500,0	449/1869	330/1379	337/1411

Кроме того, данные исследования позволяют утверждать, что использование различных техник приготовления кексов влияет не только на их химический состав, но и на пищевую ценность. Например, в кексах, приготовленных по новой методике, обнаруживается большее количество питательных веществ, что может быть важным для здорового питания.

Важно отметить, что подробный анализ полученных данных необходим для понимания полного влияния различных методов производства на качество и питательную ценность конечного продукта. Подобные исследования помогут улучшить рецептуры и создать более сбалансированные кулинарные изделия.

Таблица 6

**Гигиенические показатели кексов, приготовленные  
по предложенной и традиционной технологии**  
**Hygienic indicators of cupcakes prepared using the proposed and traditional technology**

Показатель		Норматив (ТР ТС 021/2011)	Продолжительность хранения изделий на 7-е сутки
КМАФАнМ	Столичный	5,0 · 10 <sup>3</sup>	3,1 · 10 <sup>2</sup>
	Дивный		2,0 · 10 <sup>2</sup>
	Сортик		2,0 · 10 <sup>2</sup>
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	Столичный	Не допускается в 0,1 г	Не обнаружено
	Дивный		
	Сортик		
Бактерии рода Salmonella	Столичный	Не допускается в 25 г	Не обнаружено
	Дивный		
	Сортик		
Дрожжи	Столичный	Не более 50 КОЕ/г	1,0 · 10 <sup>1</sup>
	Дивный		0,8 · 10 <sup>1</sup>
	Сортик		0,8 · 10 <sup>1</sup>
Плесени	Столичный	Не более 50 КОЕ/г	1,3 · 10 <sup>1</sup>
	Дивный		1,0 · 10 <sup>1</sup>
	Сортик		0,5 · 10 <sup>1</sup>

**Заключение.** Результаты исследования указывают на целесообразность использования нетрадиционных видов муки – цельносмолотой сорго сорта Вера и текстурированной сорговой муки в рецептуре кексов. Это приводит к улучшению органолептических характеристик продукции. Убирание жиров из состава не оказало негативного влияния на качество изделий, но снизило содержание жира в 4–5 раз, что спо-

собствует эффективному использованию сырьевых ресурсов и делает изделия диетическими. Для различных категорий населения, включая профилактику заболеваний, связанных с недостатком микронутриентов, можно использовать кексы, разработанные в соответствии с СТО 00493497-081-2025 и СТО 00493497-081-2025, в производстве и питании.

#### Список источников

1. Бегунова А.В., Симоненко С.В., Симоненко Е.С., и др. Мука льняная. Состав, потенциал использования в специализированных пищевых продуктах // Пищевая промышленность, 2024. № 6. С. 95–99.
2. Позняковский В.М. Вызовы и стратегические мегатренды современной нутрициологии // Индустрия питания. 2024. Т. 9, № 2. С. 5–12. DOI: 10.29141/2500-1922-2024-9-2-1.
3. Ткешелашвили М.Е., Бобожонова Г.А., Сорокина А.В., и др. Расширение ассортимента обогащенных кексов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 4. С. 89–102.
4. Лобосова Л.А., Малютина Т.Н., Нестерова И.Ю., и др. Кексы функциональной направленности // Пищевая индустрия. 2020. № 2 (44). С. 30–31.
5. Никонорова Ю.Ю., Волкова А.В. Влияние применения муки из зерна, амаранта, сорго и проса на процессы брожения и созревания теста // Евразийский союз ученых. 2020. № 7-8 (76). С. 31–35.
6. Пономарева Е.И., Федорченко Н.Н., Лукина С.И., и др. Повышение пищевой ценности кексов и оценка их качества // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2024. Т. 27, № 3. С. 385–399.
7. Прихожаев И.В., Смирнова В.В. Особенности технологии производства хлеба из цельнозерновой муки. В сб.: Международная студенческая научная конференция «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК», пос. Майский, 18–19 марта 2020 г. Майский: БГАУ им. В.Я. Горина, 2020. Т. 2. С. 339.
8. Лукина С.И., Журавлев А.А., Садыгова М.К., и др. Влияние дозировки муки из цельносмолотого нута на показатели качества кексов. В сб.: VIII Международная научно-практическая конференция «Образование и наука на XXI век – 2012». Т. 42. София: БялГРАД-БГ, 2012. С. 62–65.
9. Лукина С.И., Садыгова М.К., Журавлев А.А., и др. Нетрадиционные виды муки в технологии кексов // Хлебопродукты. 2013. № 10. С. 44–45.
10. Санжаровская Н.С., Храпко О.П., Коломиец В.И. Разработка безглютенового печенья с улучшенными потребительскими свойствами // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 61–67. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.
11. Omaraliyeva A., Botbayeva Z., Agedilova M., et al. Development of the recipe composition of gluten-free flour confectionery products based on chickpea flour // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2022. № 6. P. 109–125. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.269397.
12. Türker B., Savlak N. Gluten-free cake with unripe banana peel flour substitution: impact on nutritional, functional and sensorial properties // Nutrition & Food Science. 2022. № 52. P. 980–995. DOI: 10.1108/NFS-08-2021-0259.
13. Янова М.А., Присухина Н.В., Горбунова Т.А. Влияние текстурированных продуктов из зернового сырья на состояние углеводно-амилазного комплекса в мучных смесях для хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. 2019. № 11. С. 127–132.
14. Гурских П.С., Янова М.А. Исследование мучной смеси из экструдатов злаковых культур для производства продуктов повышенной пищевой ценности. В сб.: Научно-практическая молодежная конференция «Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения». М., 2019. С. 87–91.
15. Чаплыгина И.А., Матюшев В.В. Совершенствование технологии производства муки из экструдата. В сб.: Международная научно-практическая конференция «Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития». Красноярск, 2019. С. 166–168.

16. Лапшина В.Т., Фонарева Г.С., Ахиба С.Л., сост., Антонова А.П., ред. Сборник технологических нормативов: сборник рецептур на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия. М.: Хлебпромформ, 2000. 720 с.
17. Матисов В.А., Арутинова Н.И., Горячева Е.Д. Применение дескрипторно-профильного метода для оценки качества продуктов питания // Пищевая промышленность. 2015. № 6. С. 52–54.
18. Серебrenикова Е.С., Анисимова Л.В. Качество муки из зерна сорго и реологические свойства теста из смеси пшеничной и сорговой муки // Ползуновский вестник. 2022. № 3. С. 71–80.
19. Сыркина Л.Ф., Никонорова Ю.Ю. Сорго зерновое как возможный источник сырья для переработки на крахмал и спирт // Вестник КрасГАУ. 2020. № 10 (163). С. 95–100.
20. Чертов Е.Д., Магомедов Г.О., Зацепилина Н.П., и др. Разработка технологии сбивного хлеба на основе сорговой муки // Хлебопродукты. 2016. № 5. С. 51–53.
21. Янова М.А., Росляков Ю.Ф., Смольникова Я.В., и др. Функционально-технологические характеристики текстурированных продуктов различного фракционного состава из экструдированного зерна злаковых культур // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020. № 2-3 (374-375). С. 81–85.
22. Шмалько Н.А., Беликова А.В., Росляков Ю.Ф. Использование экструдированных продуктов в хлебопечении // Фундаментальные исследования. 2007. № 7. С. 90–92.
23. Чаплыгина И.А., Матюшев В.В., Федотова Т.В. Перспективы использования текстурированной муки с предварительным проращиванием зерна в хлебопечении. В сб.: Международная научная конференция «Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК». Красноярск, 2021. С. 118–121.

## References

1. Begunova AV, Simonenko SV, Simonenko ES, et al. Flax flour. Composition, potential for use in specialized food products. *Food Industry*. 2024;6:95-99.
2. Poznyakovsky VM. Challenges and strategic megatrends of modern nutrition. *Food Industry*. 2024;9(2):5-12. DOI: 10.29141/2500-1922-2024-9-2-1.
3. Tkeshelashvili ME, Bobozhonova GA, Sorokina AV, et al. Expanding the range of enriched cupcakes. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2019;4:89-102.
4. Lobosova LA, Malyutina TN, Nesterova IYu, et al. Cupcakes of functional orientation. *Food industry*. 2020;2:30-31.
5. Nikonorova YuYu, Volkova AV. The effect of the use of flour from grain, amaranth, sorghum and millet on the fermentation and maturation of dough. *The Eurasian Union of Scientists*. 2020;7-8:31-35.
6. Ponomareva EI, Fedorchenko NN, Lukina SI, et al. Increasing the nutritional value of cupcakes and evaluating their quality. *Bulletin of the Moscow State Technical University. Proceedings of the Murmansk State Technical University*. 2024;27(3):385-399.
7. Prikhozhaev IV, Smirnova VV. Features of the technology of production of bread from whole grain flour. In: *International student scientific conference "Gorin readings. Innovative solutions for agriculture"*, Maysky, Mar 18–19, 2020. Maysky: BGAU named after V.Ya. Gorin; 2020. Vol. 2. P. 339.
8. Lukina SI, Zhuravlev AA, Sadygova MK, et al. The effect of the dosage of whole-ground chickpea flour on the quality of cupcakes. In: *VIII International Scientific and Practical Conference "Education and Science for the 21st century – 2012"*. Vol. 42. Sofia: Bialgrad-BG Ltd; 2012. P. 62–65.
9. Lukina SI, Sadygova MK, Zhuravlev AA, et al. Non-traditional types of flour in cupcake technology. *Bread products*. 2013;10:44-45.
10. Sanzharovskaya NS, Khrapko OP, Kolomiets VI. Development of gluten-free cookies with improved consumer properties. *Polzunovsky bulletin*. 2021;3:61-67. DOI: 10.25712/ASTU.2072- 8921.2021.03.008.
11. Omaraliyeva A, Botbayeva Z, Agedilova M, et al. Development of the recipe composition of gluten-free flour confectionery products based on chickpea flour. *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*. 2022;6:109-125. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.269397.
12. Türker B, Savlak N. Gluten-free cake with unripe banana peel flour substitute: impact on nutritional, functional and sensory properties. *Nutrition & Food Science*. 2022;52:980-995. DOI: 10.1108/NFS-08-2021-0259.

13. Yanova MA, Prisukhina NV, Gorbunova TA. The effect of textured products from grain raw materials on the state of the carbohydrate-amylase complex in flour mixtures for bakery products. *Bulletin of KSAU*. 2019;11:127-132.
14. Gurskikh PS, Yanova MA. The study of flour mixtures from cereal extrudates for the production of high nutritional value products. In: *Scientific and practical youth conference "Food technologies of the future: innovative ideas, scientific search, creative solutions: scientific and practical materials"*. Moscow; 2019. P. 87–91.
15. Chaplygina IA, Matyushev VV. Improving the technology of flour production from extrudate. In: *International Scientific and practical Conference "Science and education: experience, problems, development prospects"*. Krasnoyarsk; 2019. P. 166–168.
16. Lapshina VT, Fonareva GS, Ahiba SL, (comp), Antonov AP, (editor). *Collection of technological standards: A collection of recipes for cakes, pastries, cupcakes, rolls, biscuits, gingerbread, biscuits and bakery products*. Moscow: Khlebprominform; 2000. 720 p.
17. Matisov VA, Arutinova NI, Goryacheva ED. Application of the descriptor profile method for food quality assessment. *Food industry*. 2015;6:52-54.
18. Serebrenikova ES, Anisimova LV. The quality of sorghum flour and the rheological properties of dough from a mixture of wheat and sorghum flour. *Polzunovsky bulletin*. 2022;3:71-80.
19. Syrkina LF, Nikonorova YuY. Grain sorghum as a possible source of raw materials for processing into starch and alcohol. *Bulletin of KSAU*. 2020;10:95-100.
20. Chertov ED, Magomedov GO, Zatsepilina NP, et al. Development of technology for whipped bread based on sorghum flour. *Bread products*. 2016;5:51-53.
21. Yanova MA, Roslyakov YuF, Smolnikova YaV, et al. Functional and technological characteristics of textured products of various fractional composition from extruded grain of cereal crops. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Food technology*. 2020;2-3:81-85.
22. Shmalko NA, Belikova AV, Roslyakov YuF. The use of extruded products in bakery. *Fundamental research*. 2007;7:90-92.
23. Chaplygina IA, Matyushev VV, Fedotova TV. Prospects of using textured flour with grain pre-germination in bakery. In: *International scientific conference "Current issues of processing and the formation of the quality of agricultural products"*. Krasnoyarsk; 2021. P. 118–121.

Статья принята к публикации 10.11.2025 / The article accepted for publication 10.11.2025.

Информация об авторах:

**Юлия Юрьевна Никонорова**, младший научный сотрудник лаборатории инновационных технологий в сфере селекции, семеноводства и семеноведения

**Мадина Карипулловна Садыгова**, профессор кафедры технологий продуктов питания, доктор технических наук

**Олеся Анатольевна Малахова**, заведующая испытательной научно-исследовательской лабораторией, доцент кафедры биоэкологии и физиологии, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

**Yulia Yuryevna Nikonorova**, Junior Researcher, Laboratory of Innovative Technologies in Breeding, Seed Production, and Seed Science

**Madina Karipullovna Sadygova**, Professor, Department of Food Technology, Doctor of Technical Sciences

**Olesya Anatolyevna Malakhova**, Head of the Testing Research Laboratory, Associate Professor at the Department of Bioecology and Physiology, Candidate of Agricultural Sciences