

Научная статья/Research Article

УДК 664.6/.7: 664.6: 633.1

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-231-242

Наталья Сергеевна Герасимова<sup>1</sup>, Наталья Станиславовна Козулина<sup>2</sup>,  
Марина Анатольевна Янова<sup>3</sup>, Александр Владимирович Бобровский<sup>4</sup>✉,  
Роман Валерьевич Чернов<sup>5</sup>

<sup>1,2,4</sup>Красноярский НИИ сельского хозяйства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

<sup>3</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>5</sup>Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия

<sup>1</sup>nata.gerasimova.1982@mail.ru

<sup>2</sup>kozulina.n@bk.ru

<sup>3</sup>yanova.m@mail.ru

<sup>4</sup>aleksandr\_bobrovski@mail.ru

<sup>5</sup>roman.v.chernov@yandex.ru

### ВЛИЯНИЕ СЕМЯН ЧИА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ И КАЧЕСТВО БАГЕТА

*Цель исследования – определить влияние семян чиа на реологию теста из пшеничной муки высшего сорта и качество хлебобулочных изделий. Исследовалось влияние семян чиа на реологию теста из пшеничной муки отечественного и зарубежного сортов и качество хлебобулочного изделия на примере багета. Объекты исследования – семена чиа (*Salvia hispanica* L.) сорта Сибирский изумруд и муки из зерна пшеницы сорта Красноярская 12 и зарубежного сорта КВС Сансет. Провели замену пшеничной муки на семена чиа и получили мучные смеси в соотношениях (по массе) 96 : 4; 92 : 8; 88 : 12; 84 : 16. Согласно ГОСТ 34702-2020, по показателю сила муки все смеси с мукой сорта Красноярская 12, за исключением образца с семенами чиа в соотношении 84 : 16, соответствовали требованиям к сильной пшенице по силе муки. Замена части муки из сорта КВС Сансет на семена чиа в соотношении 96 : 4 снижала показатель силы муки с 335 е. а. (контрольный образец) до 233 е. а. Результаты исследования на фаринографе реологических свойств теста смесей из муки пшеницы сорта Красноярская 12 и семян чиа в соотношениях 96 : 4; 92 : 8; 88 : 12; 84 : 16 демонстрировали увеличение ВПС – 60,9 %; 61,0; 61,4; 61,9 % соответственно. После выпечки образцы багетов из муки сортов Красноярская 12 и КВС Сансет с заменой части муки на семена чиа по органолептическим показателям соответствовали требованиям ГОСТ 31805-2018. Образцы багетов из муки пшеницы сорта Красноярская 12 характеризовались лучшими показателями поверхности и пористости по сравнению с образцами багетов из муки пшеницы сорта КВС Сансет. Для получения багета с семенами чиа с высокими показателями качества рекомендовано использовать муку из зерна сорта Красноярская 12.*

**Ключевые слова:** пшеничная мука, семена чиа, реология теста, багет, хлебопекарные свойства, физико-химические показатели

**Для цитирования:** Герасимова Н.С., Козулина Н.С., Янова М. А., и др. Влияние семян чиа на реологические свойства теста из пшеничной муки и качество багета // Вестник КрасГАУ. 2026. № 4. С. 231–242. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-231-242.

Natalya Sergeevna Gerasimova<sup>1</sup>, Natalya Stanislavovna Kozulina<sup>2</sup>, Marina Anatolyevna Yanova<sup>3</sup>, Alexander Vladimirovich Bobrovsky<sup>4</sup>✉, Roman Valerievich Chernov<sup>5</sup>

<sup>1,2,4</sup>Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture is a separate division of the FRC KSC, SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

<sup>3</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>5</sup>Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

<sup>1</sup>nata.gerasimova.1982@mail.ru

<sup>2</sup>kozulina.n@bk.ru

<sup>3</sup>yanova.m@mail.ru

<sup>4</sup>aleksandr\_bobrovski@mail.ru

<sup>5</sup>roman.v.chernov@yandex.ru

## CHIA SEEDS EFFECT ON WHEAT FLOUR DOUGH RHEOLOGICAL PROPERTIES AND BAGUETTE QUALITY

*The aim of the study is to determine the effect of chia seeds on the rheology of dough made from premium wheat flour and the quality of bakery products. The effect of chia seeds on the rheology of dough made from domestic and foreign wheat flour varieties and the quality of bakery products was investigated using a baguette as an example. The objects of the study were chia seeds (*Salvia hispanica* L.) of the Siberian Emerald variety and flour from wheat grain of the Krasnoyarskaya 12 variety and the foreign KVS Sunset variety. Wheat flour was replaced with chia seeds and flour mixtures were obtained in the ratios (by weight) 96 : 4; 92 : 8; 88 : 12; 84 : 16. According to GOST 34702-2020, in terms of flour strength, all mixtures with Krasnoyarskaya 12 flour, with the exception of the sample with chia seeds in a ratio of 84 : 16, met the requirements for strong wheat in terms of flour strength. Replacing part of the flour from the KVS Sunset variety with chia seeds in a ratio of 96:4 reduced the flour strength from 335 U.A. (control sample) to 233 U.A. The results of the farinograph study of the rheological properties of the dough of mixtures of Krasnoyarskaya 12 wheat flour and chia seeds in the ratios of 96 : 4; 92 : 8; 88 : 12; 84 : 16 demonstrated an increase in WTP of 60.9 %; 61.0; 61.4; 61.9 %, respectively. After baking, baguette samples made from Krasnoyarskaya 12 and KVS Sunset flours, with some of the flour substituted with chia seeds, met the organoleptic requirements of GOST 31805-2018. Baguette samples made from Krasnoyarskaya 12 wheat flour had better surface area and porosity than those made from KVS Sunset wheat flour. To produce baguettes with chia seeds with high quality, it is recommended to use flour made from Krasnoyarskaya 12 grain.*

**Keywords:** wheat flour, chia seeds, dough rheology, baguette, baking properties, physicochemical properties

**For citation:** Gerasimova NS, Kozulina NS, Yanova MA, et al. Chia seeds effect on wheat flour dough rheological properties and baguette quality. *Bulletin of KSAU*. 2026;(4):231-242. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-231-242.

**Введение.** Пшеничный хлеб, как один из наиболее распространенных и потребляемых продуктов питания, занимает центральное место в рационе большинства людей [1, 2]. Хлебобулочное изделие, известное как багет, является весьма популярным в структуре потребления на российском рынке. Его производство осуществляется не только крупными предприятиями хлебопекарной отрасли, такими как хлебозаводы и пекарни с масштабным производством, но и небольшими пекарнями, специализирующимися на выпуске продукции в меньших объемах. Багет готовится из пшеничной хлебопекарной муки и минимального количества ингредиентов,

однако его приготовление является достаточно сложным процессом для производства [3, 4].

Пшеница играет ключевую роль в мировом обеспечении продовольствием, являясь источником примерно половины потребляемых калорий. Ее зерно содержит ценные белки, минеральные вещества, витамины (группа В и Е), пищевые волокна и антиоксиданты [5, 6]. Для хлебопекарной промышленности Сибири особенно важны разработки красноярских селекционеров, создавших сорта пшеницы с превосходными хлебопекарными свойствами, оптимально приспособленные к региональным условиям [7]. Поэтому изучение и раскрытие потен-

циала качества зерна отечественных сортов пшеницы является перспективным направлением для развития производства российской муки и хлебобулочных изделий, способных заменить импортные аналоги.

Хотя пшеничное зерно и содержит множество полезных элементов, все же наблюдается недостаток макро- и микроэлементов, аминокислот и витаминов. Кроме того, в процессе размола зерна пшеницы в муку осуществляется удаление оболочек и зародыша. Вследствие этого мука содержит меньше клетчатки, минеральных веществ, жира и белка. Таким образом, в последнее время отдается предпочтение нетрадиционным рецептурам хлебобулочных изделий с добавлением в тесто различных семян и других растительных включений для обогащения комплексом биологически активных веществ [8, 9].

Семена чиа (*Salvia hispanica*), также известные как шалфей испанский, представляют собой высокоэнергетический пищевой продукт, богатый омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами, растительным белком без глютена и значительным содержанием антиоксидантов. Химический состав семян чиа включает в себя 15–24 % белка, 40 % липидов, из которых 60 % составляют омега-3 жирные кислоты, 18–30 % пищевых волокон, 26–41 % углеводов, 4–5 г золы на 100 г продукта, а также широкий спектр витаминов и минералов. Эти нутриенты делают семена чиа ценным ингредиентом для обогащения пищевых продуктов, что подтверждается их высокой биологической активностью и питательной ценностью [10, 11].

Полисахариды, содержащиеся в семенах чиа, являются растворимыми пищевыми волокнами и при гидратации образуют слизь, окружающую семена. Эта слизь, в основном состоящая из полисахаридов, способна поглощать воду в количестве, превышающем ее собственный вес в 27 раз. Слизь семян чиа оказывает положительное воздействие на здоровье благодаря созданию барьера для ферментов, что замедляет процесс распада сложных углеводов на сахара. Она также способствует ощущению сытости, увеличивая объем и вязкость гидратной массы, которая медленно проходит по кишечному тракту, улучшая пищеварение и продлевая чувство насыщения. Растворимые волокна, образующие слизь, действуют как пробиотик, регулируя уровень сахара и холестерина в крови [11, 12].

В рамках изложенного представляется целесообразным и перспективным развитие техно-

логий производства инновационных видов хлеба и мучных изделий с использованием семян чиа в качестве высокоэффективной функционально-технологической добавки, интегрируемой в рецептуры хлебобулочных изделий. В 2005 г. Европейское управление по контролю безопасности продуктов питания EFSA утвердило возможность использования семян чиа в процессе выпечки [13].

А.Э. Козловской с соавторами (2016) установлено, что добавление 2 % муки чиа в рецептуру ржано-пшеничного хлеба приводит к улучшению его физико-химических и органолептических характеристик [14].

С.И. Конево с соавторами (2021) в ходе исследований воздействия цельносмолотой муки из семян чиа на качество мучных смесей, теста и хлеба было доказано, что данная добавка способствует повышению числа падения и улучшению эластичности клейковины. Полисахариды, содержащиеся в семенах чиа, положительно влияют на качественные характеристики теста [15].

Ж.В. Новиковой с соавторами (2021) установлено, что все исследуемые образцы хлебобулочных изделий с добавлением семян чиа по органолептическим и физико-химическим показателям лучше контрольного образца [16].

В исследовании Е.А. Елисеевой с соавторами (2018) рассматривалось влияние добавления семян чиа на реологические свойства теста и качество хлебобулочных изделий. Добавление семян чиа в рецептуру приводит к изменению вязкости теста благодаря их высоким гидратационным свойствам полисахаридов. Это, в свою очередь, способствует увеличению пористости и повышению влагосодержания готовой продукции [17].

**Цель исследования** – определить влияние семян чиа на реологические свойства теста из пшеничной муки и качество багета.

**Задачи:** провести сравнительную оценку технологических качеств муки из зерна яровой мягкой пшеницы сибирского сорта Красноярская 12 и зарубежного сорта КВС Сансет; изучить влияние семян чиа на реологические свойства теста из пшеничной муки; изучить хлебопекарные свойства теста при замене части муки пшеничной на семена чиа; разработать практические рекомендации по использованию семян чиа при приготовлении теста для багета.

**Объекты и методы.** Оценка технологических качеств муки проводилась в Федеральном исследовательском центре «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярском НИИ сельского хозяйства, в лаборатории технологической

оценки качества зерна в соответствии ГОСТ 34702-2020 «Пшеница хлебопекарная. Технические условия» [18].

В качестве объектов исследования использовались семена чиа (*Salvia hispanica* L.) сорт Сибирский изумруд, мука из зерна пшеницы сорт Красноярская 12 и зарубежного сорта КВС Сансет. При выполнении исследований провели замену пшеничной муки на семена чиа и получили мучные смеси в соотношениях (по массе) 96 : 4; 92 : 8; 88 : 12; 84 : 16 соответственно.

Влажность определялась с помощью анализатора влажности ЭВЛАС-2М в соответствии ГОСТ 13586.5-93 «Определение влажности зерна». Кислотность хлебобулочных изделий определялась в соответствии ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности». Пористость хлебобулочных изделий определялась в соответствии ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения пористости».

Реологические свойства пшеничного теста определяли по ГОСТ Р 51415-99 (ИСО 5530-4:91) с применением альвеографа модели Y05 и по ГОСТ ISO 5530-1-2013 с применением фаринографа модели Y02. Приборы производства компании Yujebashmachine оснащены автоматическим дозированием воды.

Расчет рецептуры производился на основании унифицированной рецептуры изделия на 100 г муки. Анализ качества багета производился в соответствии ГОСТ 31805-2018 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия».

Поскольку семена чиа могут влиять на структуру и свойства как теста, так и готового изделия из-за их высокой водоудерживающей и водопоглощающей способности [19, 20], семена перед выпечкой замачивали в воде в течение 1 ч. Для

каждой новой пропорции муки и семян чиа количество воды для замачивания семян увеличивалось. Так, при дозировке муки 96 %, а семян чиа 4 % замачивание семян проводили в 10 мл воды, при 92 : 8 – 20 мл воды; 88 : 12 – 30 мл; 84 : 16 – 40 мл. При приготовлении теста общее количество воды в рецепте уменьшали на то количество, которое использовали для замачивания семян.

**Результаты и их обсуждение.** Для всесторонней оценки качества пшеницы, предназначенной для хлебопечения, необходимо провести комплексный анализ, включающий изучение не только физико-химических характеристик зерна, но и технологических параметров муки и реологических свойств теста. Такой подход позволяет получить объективные данные о пригодности пшеницы для производства хлебобулочных изделий, обеспечивая высокие стандарты качества конечного продукта. Изучение физических характеристик теста на альвеографе позволяет определить свойства муки, полученной из разных сортов пшеницы, включая соотношение упругости и растяжимости, которое для сильных сортов составляет 0,7–2,0 в соответствии ГОСТ 34702-2020 [18]. Показатели упругость и растяжимость теста служат объективным индикатором эластичных характеристик клейковинных белков пшеницы. Этот параметр позволяет оценить качество глютена, его способность к растяжению и восстановлению первоначальной формы, что является ключевым фактором в хлебопекарной промышленности [21].

В таблице 1 представлены результаты исследований реологических свойств муки из зерна пшеницы сорта Красноярская 12 (контроль) и сорта КВС Сансет (контроль) без замены части муки на семена чиа и с семенами чиа в качестве замены части муки.

Таблица 1

**Показатели реологических свойств теста  
Indicators of rheological properties of the test**

Вариант опыта	Альвеограмма				Фаринограмма			
	Упругость P, мм	Растяжимость L, мм	Отношение упругости к растяжению. (P/L)	Сила муки, W	ВПС, %	Время развития, мин	Стабильность, мин	Коэффициент муки, ЕФ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Красноярская 12 (контроль)	93	103,2	0,94	389	60,5	4,1	10,3	90
4 %	89	127	0,72	391	60,9	3,7	13,0	127

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8 %	107	95,8	1,41	314	61,0	2,7	13,1	116
12 %	128	51,7	2,53	255	61,4	7,1	12,1	130
16 %	141	20,3	8,6	131	61,9	6,9	10,8	119
КВС Сансет (контроль)	65	152,8	0,43	335	60,3	2,7	5,3	54
4 %	66	99,5	0,72	233	60,8	3,5	15,3	153
8 %	71	80,7	0,95	213	61,0	7,1	12,3	134
12 %	101	36,6	2,81	169	61,5	7,7	11,4	136
16 %	89,6	43,4	2,1	170	62,0	7,6	11,0	127

По результатам исследований упругость теста контрольных образцов сорта Красноярская 12 составляла 93 е. а., сорта КВС Сансет – 65 е. а. Растяжимость теста сорта КВС Сансет значительно превышала растяжимость сорта Красноярской 12 – на 49,6 е. а. Данные показатели свидетельствуют, что мука из сорта КВС Сансет имеет более слабую клейковину в сравнении с сортом Красноярская 12. Согласно требованиям на сильную пшеницу (ГОСТ 34702-2020) по значению отношение упругости к растяжимости мука сорта Красноярская 12 соответствует сильной пшенице, КВС Сансет – филлеру.

Главным показателем альвеографа является сила муки (W), или удельная работа, затраченная на деформацию при раздувании теста в пузырь, измеряемая в единицах альвеографа. Согласно требованиям ГОСТ 34702-2020 сильная пшеница должна иметь не менее 240 е. а. Сила муки – это важный показатель ее хлебопекарных свойств, который зависит от состава и активности различных компонентов: белков, ферментов, крахмала, липидов и пентозанов. Этот параметр существенно влияет на процесс брожения, расстойки и разделки теста, а также на его газодерживающую способность, что определяет объем и текстуру готового хлеба. Высокое содержание белка и активная работа протеиназного комплекса способствуют увеличению объема и улучшению пористости хлеба [22].

Исследования муки из зерна сорта Красноярская 12 (389 е. а.) и сорта КВС Сансет (335 е. а.) по показателю сила муки выявили, что данные сорта соответствуют сильной пшенице.

При замесе теста происходит несколько ключевых процессов: физико-механические, коллоидные и структурные. Эти процессы активизируются благодаря работе месильного органа тестомесильной машины, что в итоге приводит к созданию однородной массы – теста. С целью определения параметров приготовления теста применяется прибор фаринограф для воспроизведения процесса тестообразования [22].

При помощи фаринографа определяются следующие показатели теста: это водопоглотительная способность муки (ВПС), в соответствии нормативам ГОСТ 34702-2020 для сильных сортов пшеницы ВПС должна быть не ниже 63 % и разжижение. Разжижение для муки из зерна сильной пшеницы – не менее 70 единиц фаринографа (далее е. ф.), для ценной – не более 90 е. ф. (Райхерт Д. В., 2025; ГОСТ 34702-2020).

Анализ данных фаринограмм установил незначительные различия в водопоглотительной способности (ВПС) теста сортов Красноярская 12 и КВС Сансет – 60,5 и 60,3 % соответственно. Время развития теста сорта Красноярская 12 – 4,1 мин, КВС Сансет – 2,7 мин. Стабильность теста сорта Красноярская 12 значительно превышает данный показатель сорта КВС Сансет, что свидетельствует о более длительном времени устойчивости к перемешиванию теста и более прочной клейковине.

Более высокий показатель качества FQC (коэффициент качества смеси), свидетельствует о лучших реологических свойствах муки [22]. Тесто из муки сорта Красноярская 12 достигает FQC – 90 е. ф. Данный показатель теста из муки КВС Сансет значительно ниже – 54 е. ф.

По результатам проведенных исследований влияния семян чиа на реологические свойства теста из пшеничной муки выявлено, что семена чиа в качестве замены части пшеничной муки сорта Красноярская 12 в соотношении 96 : 4 незначительно снижали упругость теста – с 93 до 89 е. а., а растяжимость увеличилась на 23,8 е. а. в сравнении с контролем. Замена части муки на семена чиа в соотношении 92 : 8 приводило к увеличению упругости теста до 107 е. а., растяжимость, напротив, снизилась до 95,8 е. а. Семена чиа в качестве замены части муки в количестве 12 % способствовали еще более значительному увеличению показателя упругости теста – 128 е. а., в то время как, показатель растяжимости теста уменьшался до

51,7 е. а. При замене части муки сорта Красноярская 12 на семена чиа в количестве 16 % отмечался максимальный показатель упругости теста – 141 е. а., растяжимость при внесении семян чиа в количестве 12 % – 20,3 е. а. По мнению С.И. Коневой с соавт. (2021), повышение упругости теста с заменой части муки на семена чиа обусловлено высокой водоудерживающей и водопоглотительной способностью семян чиа, влага, поглощенная полисахаридами семян чиа выделялась и поглощалась набухающими клейковинными белками, образуя в результате более прочную клейковинную сетку [15].

По показателю отношения упругости к растяжимости сильной муке соответствовал контрольный образец сорта Красноярская 12 и образцы муки данного сорта с заменой части муки на семена чиа в соотношениях 96 : 4 и 92 : 8.

Требованиям по силе муки на сильную пшеницу соответствовали все исследуемые смеси муки сорта Красноярская 12, за исключением образцов с заменой части муки на семена чиа в соотношении 84 : 16. При внесении семян чиа в качестве замены части муки в соотношении 96 : 4 сила муки увеличивалась до 391 е. а. по сравнению с контролем. При соотношении 92 : 8 показатель силы муки снижался на 75 е. а. в сравнении с контролем. При замене части муки на семена чиа в количестве 12 % показатель силы муки составлял 255 е. а. Дальнейшее увеличение процента семян чиа в качестве замены части муки (16 %) способствовало снижению силы муки до 131 е. а. Очевидно, что внесение семян чиа в качестве части муки сорта Красноярская 12 более чем на 12 % приводит к чрезмерному укреплению клейковинной сетки и снижению ее растяжимости. Чрезмерно крепкая клейковина теста характеризуется низкой эластичностью, а при растяжении быстро разрывается.

Полученные результаты подтверждают исследования Ж.В. Новиковой с соавт. (2021), при добавлении семян чиа в количестве 15 и 20 % тесто становилось более плотным и менее эластичным.

Семена чиа в качестве замены части муки сорта КВС Сансет в соотношении 96 : 4 способствовали незначительному повышению упругости теста до 66 е. а. Растяжимость теста значительно снизилась (99,5 е. а.), в то время как замена части муки в соотношении 96 : 4 увеличила растяжимость теста сорта Красноярская 12. Последующее повышение процента семян чиа в качестве замены части муки 92 : 8 и 88 : 12 способствовало по-

вышению упругости теста – 71 и 101 е. а. и снижению растяжимости – 80,7 и 36 е. а. соответственно. При соотношении 84 : 16 пшеничной муки и семян чиа упругость снижалась до 89,6 е. а., при этом растяжимость незначительно возрастала (43,4 е. а.).

По показателю отношения упругости к растяжимости сильной муке соответствовали пшеничная мука сорта КВС Сансет с семенами чиа в качестве замены части муки в соотношениях 96 : 4 и 92 : 8.

Внесение семян чиа к муке сорта КВС Сансет в соотношении 96 : 4 снижает показатель силы муки с 335 е. а. (контрольный образец) до 233 е. а. При последующем повышении процента семян чиа в качестве замены части муки 92 : 8, 88 : 12, 84 : 16 показатель сила муки снижается – 213, 169, 170 е. а. соответственно. По показателю сила муки требованиям сильной пшеницы соответствовал контрольный образец КВС Сансет, образцы в соотношениях 96 : 4 и 92 : 8 соответствовали ценной.

Результаты исследования реологических свойств теста на фаринографе пшеничных смесей в соотношениях 96 : 4; 92 : 8; 88 : 12; 84 : 16 сорта Красноярская 12 демонстрировали увеличение ВПС – 60,9 %; 61,0; 61,4; 61,9 %, соответственно, это связано с высокой водопоглотительной способностью семян чиа. Все исследуемые смеси с сортом Красноярская 12 по показателю водопоглотительной способности соответствовали требованиям ценной пшеницы.

Показатель время развития теста снижался при замене части муки на семена чиа в соотношениях 96 : 4 и 92 : 8 – 3,7 и 2,7 мин соответственно. Семена чиа в качестве замены части муки в соотношениях 88 : 12 и 84 : 16 значительно повышали показатель время развития теста – 7,1 и 6,9 мин соответственно. Это обусловлено более длительным набуханием полисахаридов семян чиа, обладающими высокими влагоудерживающими свойствами.

Замена части муки на семена чиа в тесто повышает его устойчивость к механическим воздействиям. Это проявляется в значительном увеличении стабильности теста по сравнению с контрольными образцами. Причиной такой устойчивости является замедление процессов набухания гидрофильных коллоидов, формирующих стабильную твердую фазу теста. В соотношениях смесей 88 : 12 и 84 : 16 стабильность теста незначительно снижалась по сравнению с внесением семян чиа в количествах 4 и 8 %.

При замене части муки сорта Красноярская 12 на семена чиа повышался показатель качества FQC в сравнении с контролем. Таким образом, внесение семян чиа к массе муки повышает качество теста в процессе замеса.

Исследования ВПС (водопоглотительная способность) образцов муки сорта КВС Сансет с семенами чиа показывали схожие результаты с исследованиями ВПС смесей сорта Красноярской 12. При увеличении процентов, вносимых семян чиа в соотношениях 96 : 4; 92 : 8; 88 : 12; 84 : 16 ВПС увеличивалась – 60,8 %; 61,0; 61,5; 62,0 % соответственно.

Показатель время развития теста исследуемых образцов сорта КВС Сансет в отличие от Красноярской 12 увеличивался во всех соотношениях.

По мере увеличения процента семян чиа в качестве замены части муки значительно повышалась стабильность теста. Так, у соотношений 96 : 4 и 92 : 8 стабильность теста составляла 15,3 и 12,3 мин соответственно. Замена части

муки на семена чиа в количестве 12 и 16 % снижало стабильность теста до 11,4 и 11,0 мин соответственно.

Замена части муки сорта КВС Сансет на семена чиа значительно повышало показатель качества FQC в сравнении с контролем и в большей степени по сравнению с исследованиями показателя качества FQC сорта Красноярская 12. Максимальный показатель качества FQC отмечался у сорта КВС Сансет с заменой части муки на семена чиа в количестве 4 % – 153 е. ф.

Расчет рецептуры производился на основании унифицированной рецептуры изделия на 100 г муки. В таблице 2 представлен расчет ингредиентов, который был проведен с учетом расчета сухих веществ. Для производства багета использовалась мука из сортов пшеницы Красноярская 12 и КВС Сансет.

Рецептура багета из пшеничной муки с семенами чиа в качестве замены части муки представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Рецептура багета из пшеничной муки с заменой части муки на семена чиа**  
**The recipe of a baguette made from wheat flour with the replacement of part of the flour with chia seeds**

Вариант эксперимента	Сырье, г					
	Мука пшеничная	Семена чиа	Дрожжи	Соль	Вода	Итого
Контроль	100	–	2,5	1,8	65,4	169,69
4 %	96	3,58	2,5	1,8	65,81	169,69
8 %	92	7,17	2,5	1,8	66,22	169,69
12 %	88	10,76	2,5	1,8	66,63	169,69
16 %	84	14,35	2,5	1,8	67,04	169,69

В исследовании проведена пробная выпечка для изучения хлебопекарных свойств муки при замене части муки пшеничной на семена чиа.

Способ приготовления теста – безопарный. При использовании семян чиа в качестве замены части муки их предварительно замачивали на 1 ч. Семена чиа добавляли при замесе теста на стадии смешивания дрожжей, солевого раствора и муки в рассчитанных количествах.

Проводилась органолептическая оценка для установления соответствия органолептических показателей качества багетов требованиям ГОСТ 31805-2018. Определялись следующие показатели: внешнего вида (форма, поверхность), состояния мякиша, цвет, вкус и запах.

Образцы багетов после выпечки из муки сортов Красноярская 12 и КВС Сансет отличались хорошими органолептическими показателями (рис. 1, 2). Форма багета характеризовалась как округлая, нерасплывчатая. Поверхность у образцов сорта Красноярская 12 без крупных трещин и подрывов, у сорта КВС Сансет поверхность отличалась наличием более существенных трещин. Состояние мякиша – пропеченный, не влажный на ощупь, без комочков и следов непромеса, пористость более развитая у сорта Красноярская 12. Так как семена чиа не имеют ярко выраженного вкуса и запаха, багет характеризовался вкусом и запахом пшеничного хлеба.



Рис. 1. Выпеченные образцы багета из муки сорта Красноярская 12 с семенами чиа  
Baked baguette samples made from Krasnoyarsk 12 flour with chia seeds



Рис. 2. Выпеченные образцы багета из муки сорта КВС Сансет с семенами чиа  
Baked baguette samples made from KVS Sunset flour with chia seeds

Исследованы физико-химические показатели выпеченных изделий с семенами чиа по показателям влажность мякиша, кислотность и пористость. Влажность влияет на мягкость и свежесть багета, избыток влаги ускоряет порчу, недостаток – делает его жестким. Кислотность указывает на качество сырья, от данного показателя зависит вкус и текстура изделия [23].

Пористость определяет текстуру багета. В соответствии ГОСТ 31805-2018 кислотность хлебобулочных изделий из муки высшего сорта не должна превышать 3,5 град., влажность – 52 %, пористость не должна быть менее 68 %.

Физико-химические показатели выпеченных изделий с семенами чиа представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Физико-химические показатели выпеченных изделий с семенами чиа**  
**Physico-chemical parameters of baked products with chia seeds**

Вариант опыта	Влажность, %	Кислотность мякиша	Пористость, %
Красноярская 12 (контроль)	42,82	2,6	73,04
4 %	42,89	2,7	73,79
8 %	43,03	2,7	73,86
12 %	43,15	2,8	76,61
16 %	43,30	3,0	78,51
КВС Сансет (контроль)	43,17	2,7	73,71
4 %	43,31	2,7	74,52
8 %	43,39	2,8	75,28
12 %	43,50	3,0	76,22
16 %	43,61	3,1	76,91

Данные таблицы 3 показывают, что контрольный образец Красноярская 12 соответствует нормативным показателям ГОСТ 31805-2018 по показателям влажности, пористости мякиша и кислотности. Внесение семян чиа в исследуемых соотношениях от массы муки приводит к повышению влажности готового изделия в среднем на 0,12 %. Это связано с тем, что семена чиа имеют высокую водопоглотительную способность. Кислотность у контрольного об-

разца сорта Красноярская 12 составляла 2,6 град., по мере увеличения процента замены части муки на семена чиа кислотность увеличивалась. При этом показатель кислотности во всех исследуемых вариантах с заменой части муки из сорта Красноярская 12 на семена чиа соответствует нормам ГОСТ. Увеличение кислотности мякиша обусловлено тем, что в семенах чиа содержится большое количество поли-

ненасыщенных жирных кислот, которые и увеличивают кислотность готовых изделий [14, 15].

Замена части муки из зерна сорта Красноярская 12 на семена чиа увеличивает пористость в выпеченных изделиях с 73,04 (в контрольном образце) до 73,79 %; 73,86; 76,61; 78,51 % в вариантах исследуемых соотношений 96 : 4; 92 : 8; 88 : 12; 84 : 16 соответственно. Все соотношения замены части муки на семена чиа согласуются с требованиями ГОСТ по показателю пористости. Пористость образцов багетов из муки сорта КВС Сансет с семенами чиа в качестве замены части муки в исследуемых соотношениях не менее нормы пористости по ГОСТ 31805-2018. Учитывая, что в тесте много полиненасыщенных жирных кислот и липидов, это могло повлиять на процессы газообразования во время брожения, что, в свою очередь, привело к образованию более пористой текстуры.

Контрольные образцы багета из муки сорта пшеницы КВС Сансет и Красноярская 12 соответствовали нормативным показателям ГОСТ 31805-2018 по влажности, кислотности и пористости мякиша. При замене части муки на семена чиа во всех исследуемых соотношениях влажность готовых изделий незначительно увеличилась в среднем на 0,07–0,15 %. По показателю кислотности исследуемые образцы багетов из смеси муки сорта пшеницы КВС Сансет и семян чиа соответствовали требованиям ГОСТ. По показателю пористости все исследуемые соотношения сорта Красноярская 12 согласуются с требованиями ГОСТ 31805-2018.

**Заключение.** Результаты исследований технологического качества муки из зерна яровой мягкой пшеницы сибирского сорта Красноярская 12 и зарубежного сорта КВС Сансет демонстрировали более упругие свойства клейковины и более длительное время устойчивости к перемешиванию теста у муки из сорта пшеницы Красноярская 12 по сравнению с мукой из зерна сорта КВС Сансет. По данным результатам исследований можно сделать вывод, что у муки из сорта Красноярская 12 более высокие показатели реологических свойств в сравнении с мукой из зерна сорта КВС Сансет.

В результате проведенных исследований установлено, что семена чиа при замене части муки способствовали укреплению упругих свойств клейковины. При оценке реологических свойств смесь муки из пшеницы сорта Красноярская 12 и семян чиа в соотношениях от массы муки 96 : 4 и 92 : 8, незначительно влияли на силу муки и данный показатель оставался в пределах требований на сильную пшеницу в отличие от смеси с мукой из сорта КВС Сансет. Показатель водопоглотительной способности, FQC (коэффициент качества смеси) и стабильности теста в процессе перемешивания с внесением семян чиа в муку исследуемых сортов возрастал в сравнении с контролем, что демонстрирует лучшие реологические свойства теста с использованием семян чиа в качестве замены части муки.

После выпечки образцы багетов из муки сортов Красноярская 12 и КВС Сансет с заменой части муки на семена чиа отличались хорошими органолептическими показателями и соответствовали требованиям ГОСТ 31805-2018. Образцы багетов из муки пшеницы сорта Красноярская 12 характеризовались лучшими показателями поверхности и пористости по сравнению с образцами багетов из муки пшеницы сорта КВС Сансет.

При анализе физико-химических показателей образцов с семенами чиа в качестве замены части муки установлено, что все исследуемые образцы по показателю кислотности соответствовали ГОСТ 31805-2018.

На основании изучения влияния семян чиа в качестве замены части пшеничной муки на реологию теста и качество хлебобулочных изделий для багета определены оптимальные дозировки замены части муки пшеничной на семена чиа – 4 и 8 % внесения их в рецептуру, позволяющие сохранить высокие органолептические и физико-химические показатели. При применении семян чиа в качестве замены части муки в хлебобулочные изделия рекомендовано предварительное замачивание семян на 1 ч. Для получения хлебобулочных изделий с семенами чиа с высокими показателями качества рекомендовано использовать муку из зерна ценного сорта Красноярская 12.

#### Список источников

1. Kozulina N., Lipshin A., Bobrovsky A., et al. Influence of soil fertility on the yield and grain quality of spring wheat in the conditions of Central Siberia. In.: IX International conference on advanced agritechologies, environmental engineering and sustainable development (agritech-ix 2023). Namanagan, Uzbekistan, 26.10 – 03.11 2023 г. Vol. 486. Web of Conferences: EDP Sciences. 2024. P. 06005.

2. Ванина К.М. Народно-хозяйственное значение озимой пшеницы и ее роль в продовольственной безопасности страны // Студенческий. 2024. № 20-6. С. 48–50.
3. Балеевских А.С. Ясырева А.А. Экспертиза качества пшеничного хлеба «багет» на Пермском потребительском рынке // Агропродовольственная экономика. 2019. № 4. С. 7–14. EDN ZSVFNJ.
4. Хлеба мира. Европа. Доступно по: <https://safclub.ru/blog/pro-khleb-i-ne-tolko/khleba-mira-evropa/>. Ссылка активна на 17 июня 2025.
5. Khalid A., Hameed A., Tahir M. Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality // *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. Art. 1053196. DOI: 10.3389/fnut.2023.1053196.
6. Ijarotimi O.S., Ogunjobi O.G., Oluwajuyitan T.D. Gluten free and high protein-fiber wheat flour blends: Macro-micronutrient, dietary fiber, functional properties, and sensory attributes // *Food Chemistry Advances*. 2022. Vol. 1. Art. 100134.
7. Барковская Т.А., Гладышева О. В., Кокорева В.Г. Оценка потребительских свойств зерна селекционных линий яровой мягкой пшеницы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021. Т. 22, № 2. С. 204–211.
8. Иванова Н.Н. Каргин В.И., Иванов Д.И., и др. Применение семян масличных культур в технологии приготовления пшеничного хлеба // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2022. № 4. С. 92–99. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-4-92-99. EDN: АОКАQN.
9. Хузин Ф.К., Канарская З.А., Ивлева А.Р., и др. Совершенствование технологии производства хлебобулочного изделия на основе измельченного проросшего зерна пшеницы // *Вестник ВГУИТ*. 2017. Т. 79, № 1. С. 178–187. DOI: 10.20914/2310-1202-2017-1-178-187.
10. Agarwal A. Tripathi A.D., Kumar T., et al. Nutritional and Functional New Perspectives and Potential Health Benefits of Quinoa and Chia Seeds // *Antioxidants (Basel)*. 2023. № 7. Art. 1413.
11. Khalid W., Arshad M.S., Aziz A., et al. Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): A therapeutic weapon in metabolic disorders // *Food Science & Nutrition*. 2022. N 11. P. 3–16. DOI: 10.1002/ fsn3.3035.
12. Knez H.M. Ivanovski M., Cör D., et al. Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): An Overview-Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application // *Molecules*. 2019. N 25. P.11.
13. Commission Decision of 13 October 2009 authorizing the placing on the market of Chia seed (*Salvia hispanica*) as a novel food ingredient under Regulation (EC) N 258 / 97 of the European Parliament and of the Council // *The EFSA Journal* (2009). N 996. P. 16–26.
14. Козловская А.Э., Лабутина Н.В., Юдина Т.А., и др. Использование муки чиа в технологии ржано-пшеничного хлеба из замороженных полуфабриктов высокой степени готовности // *Пищевая промышленность*. 2016. № 8. С. 62–65. EDN: PTGPVX.
15. Конева С.И., Захарова АС., Мелешкина Л.Е., и др. Технологические аспекты использования семян чиа при производстве хлебобулочных изделий // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 11. С. 198–204. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-198-204. EDN: YOVNVD.
16. Novikova Zh.V., Lavrinovich D.S., Sergeeva S.M. Modelling of bread and flour product recipes with the use of chia seeds // *International Research Journal*. 2021. N 8-1. P. 93–97. DOI: 10.23670/IRJ.2021.110.8.013. EDN: ANXZRA.
17. Елисеева Е.А., Борисова А.В. Исследование влияния семян чиа на реологические свойства теста и качество хлебобулочных изделий // *Технология продовольственных продуктов*. 2018. С. 102–107.
18. Козулина Н.С., Бобровский А.В., Герасимова Н.С., и др. Технологический потенциал сортов яровой пшеницы для производства хлебобулочных изделий // *Вестник КрасГАУ*. 2025. № 7. С. 219–233. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-7-219-233. EDN: YNQAEU.
19. Chia seed mucilage – a vegan thickener: isolation, tailoring viscoelasticity and rehydration. Доступно по: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2019/fo/c8fo00173a>. Ссылка активна на 17.06.2025.
20. Кузнецова Д.В., Кирычева Е.В., Надточий Л.А., и др. Исследование свойств геля, полученного из семян чиа (*Salvia hispanica* L.) // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств*. 2017. № 3. С. 10–15. DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-3-10-15. EDN: ZIDWAB.

21. Кулеватова Т.Б., Злобина Л.Н., Бекетова Г.А., и др. Особенности реологических свойств теста на основе яровой мягкой пшеницы // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022. № 2. С. 111–118.
22. Shewry P.R., Belton P.S. What do we really understand about wheat gluten structure and functionality? // *Journal of Cereal Science*. 2024. Vol. 117. Art. 103895.
23. Моисеев С.А., Рябкин Е.А., Каргин В.И., и др. Влияние категории семян на физико-химические показатели качества пшеничного хлеба. // *Промышленность и сельское хозяйство*. 2021. № 7. С. 45–54. EDN: QWRVXG.

## References

1. Kozulina N, Lipshin A, Bobrovsky A, et al. Influence of soil fertility on the yield and grain quality of spring wheat in the conditions of Central Siberia. In.: *IX International conference on advanced agritechologies, environmental engineering and sustainable development (agritech-IX 2023)*. Namanagan, Uzbekistan, 26.10 – 03.11.2023. Vol. 486. Web of Conferences: EDP Sciences. 2024. P. 06005.
2. Vanina KM. The national economic importance of winter wheat and its role in the country's food security. *Studencheskiy*. 2024;20-6:48-50. (In Russ.).
3. Baleevsky AS, Yasyreva AA. Examination of the quality of wheat bread "baguette" in the Perm consumer market. *Agro production and economics journal*. 2019;4:7-14. EDN: ZSVFNJ. (In Russ.).
4. *The bread of the world. Europe*. Available at: <https://safclub.ru/blog/pro-khleb-i-ne-tolko/khleba-mir-evropa>. Accessed: 17 Jun 2025. (In Russ.).
5. Khalid A, Hameed A, Tahir M. Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality. *Frontiers in Nutrition*. 2023;10:1053196. DOI: 10.3389/fnut.2023.1053196.
6. Ijarotimi OS, Ogunjobi OG, Oluwajuyitan TD. Gluten free and high protein-fiber wheat flour blends: Macro-micronutrient, dietary fiber, functional properties, and sensory attributes. *Food Chemistry Advances*. 2022;1:100134.
7. Barkovskaya TA, Gladysheva OV, Kokoreva VG. Evaluation of consumer properties of grain from breeding lines of spring soft wheat. *Agricultural science of the Euro-North-East*. 2021;22(2):204-211. (In Russ.).
8. Ivanova NN, Kargin VI, Ivanov DI, et al. The use of oilseeds in the technology of making wheat bread. *Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products*. 2022;4:92-99. (In Russ.). DOI: 10.24412/2311-6447-2022-4-92-99. EDN: AOKAQN.
9. Khuzin FK, Kanarskaya ZA, Ivleva AR, et al. Improving the technology of production of bakery products based on crushed sprouted wheat grain. *Bulletin of VGUIT*. 2017;79(1):178-187. (In Russ.). DOI: 10.20914/2310-1202-2017-1-178-187.
10. Agarwal A, Tripathi AD, Kumar T, et al. Nutritional and Functional New Perspectives and Potential Health Benefits of Quinoa and Chia Seeds. *Antioxidants (Basel)*. 2023;7:1413.
11. Khalid W, Arshad MS, Aziz A., et al. Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): A therapeutic weapon in metabolic disorders. *Food Science & Nutrition*. 2022;11:3-16. DOI: 10.1002/fsn3.3035.
12. Knez HM, Ivanovski M., Cör D, et al.. Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): An Overview-Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules*. 2019;25:11.
13. Commission Decision of 13 October 2009 authorizing the placement on the market of Chia seed (*Salvia hispanica*) as a novel food ingredient under Regulation (EC) N 258/97 of the European Parliament and of the Council. *The EFSA Journal*. 2009;996:16-26.
14. Kozlovskaya AE, Labutina NV, Yudina TA, et al. The use of chia flour in the technology of rye-wheat bread from frozen semi-finished products of a high degree of readiness Karaseva. *Food industry*. 2016;8:62-65. (In Russ.). EDN: PTGPVX.
15. Koneva SI, Zakharova AS, Meleshkina LE. Technological aspects of the use of chia seeds in the production of bakery products. *Bulletin of KSAU*. 2021;11:198-204. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-198-204. EDN: YOVNVD.

16. Novikova ZhV, Lavrinovich DS, Sergeeva SM. Modelling of bread and flour product recipes with the use of chia seeds. *International Research Journal*. 2021;8-1:93-97. DOI: 10.23670/IRJ.2021.110.8.013. EDN: AHXZRA.
17. Eliseeva EA, Borisova AV. Investigation of the effect of chia seeds on the rheological properties of dough and the quality of bakery products. *Technology of food products*. 2018:102-107. (In Russ.).
18. Kozulina NS, Bobrovsky AV, Gerasimova NS, et al. Technological potential of spring wheat varieties for the production of bakery products. *Bulletin of KSAU*. 2025;7:219-233. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-7-219-233. EDN: YNQAEU.
19. Chia seed mucilage – a vegan thickener: isolation, tailoring viscoelasticity and rehydration. Available at: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2019/fo/c8fo00173a>. Accessed: 07 Jun 2025.
20. Kuznetsova DV, Kiryacheva EV, Nadtochiy LA, et al.. Investigation of the properties of a gel obtained from chia seeds (*Salvia hispanica* L.). *Scientific Journal of the National Research University of ITMO. Series: Processes and apparatuses of food production*. 2017;3:10-15. DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-3-10-15. EDN: ZIDWAB.
21. Kulevatova TB, Zlobina LN, Beketova GA, et al. Features of rheological properties of dough based on spring soft wheat. *Leguminous and cereal crops*. 2022;2:111-118.
22. Shewry PR, Belton PS. What do we really understand about wheat gluten structure and functionality? *Journal of Cereal Science*. 2024;117:103895.
23. Moiseev SA, Ryabkin EA, Kargin VI, et al. The influence of the seed category on the physico-chemical quality indicators of wheat bread. *Industry and agriculture*. 2021;7:45-54. EDN: QWRVXG.

Статья принята к публикации 02.03.2026 / The article accepted for publication 02.03.2026

Информация об авторах:

**Наталья Сергеевна Герасимова**, младший научный сотрудник лаборатории технологической оценки качества зерна

**Наталья Станиславовна Козулина**, заместитель директора на научной работе, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Марина Анатольевна Янова**, заведующая кафедрой технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, доктор технических наук, доцент

**Александр Владимирович Бобровский**, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, кандидат сельскохозяйственных наук

**Роман Валерьевич Чернов**, заведующий центральной учебно-научной лабораторией аграрно-технологических исследований, ассистент кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты растений, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

**Natalya Sergeevna Gerasimova**, Junior Researcher, Laboratory for Technological Assessment of Grain Quality

**Natalya Stanislavovna Kozulina**, Deputy Director for Research, Leading Researcher, Laboratory for Varietal Agricultural Technologies, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor

**Marina Anatolyevna Yanova**, Head of the Department of Bakery, Confectionery, and Pasta Production Technologies, Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor

**Alexander Vladimirovich Bobrovsky**, Leading Researcher, Laboratory for Varietal Agricultural Technologies, Candidate of Agricultural Sciences

**Roman Valerievich Chernov**, Head of the Central Educational and Scientific Laboratory for Agrarian-Technological Research, Assistant Professor, Department of Horticulture, Forestry, and Plant Protection, Candidate of Agricultural Sciences