

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка технологических решений по повышению биологической ценности безглютенового хлеба

Наталья А. Панкратьева*, Ольга С. Чеченихина

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»;
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, 620144, г. Екатеринбург, Россия Федерация

Аннотация. Отрасль хлебобулочных изделий, не имеющих в своем составе клейковину, изучена достаточно мало, поэтому данная тема набирает популярность среди ученых. Предметом исследования выступала разработка рецептуры безглютеновых мучных смесей. Для улучшения вкусовых характеристик изделия и повышения биологической ценности было решено внести нетрадиционное для хлеба растительное сырье. В качестве добавки выбраны семена чиа и порошок моркови. Целью работы являлось разработать рецептуры безглютеновых мучных смесей. Исследование проводилось в несколько этапов: 1. определение компонентного состава рецептуры безглютеновой смеси и изготовление опытных образцов; 2. анализ органолептических показателей; 3. проведение физико-химических исследований теста и готовых изделий. Для проведения анализа использовались инструментальные и визуальные методы исследования. В ходе эксперимента получено три образца хлеба из разных видов безглютеновой муки (№1 – зеленая гречка; №2 амарантовая мука; №3 нутовая мука) в сочетании с рисовой мукой, порошком моркови и семенами чиа. Контрольным образцом служил хлеб из рисовой муки, картофельного и кукурузного крахмала. Норму внесения пищевых волокон рассчитывали, исходя из рекомендуемой суточной нормы. Так, с морковью внесено – 2,8 г, а семенами чиа – 4,4 г пищевых волокон. Наилучшим по всем проведенным исследованиям оказался образец №3 из нутовой муки. Результаты исследований могут быть использованы в отрасли хлебопечения для расширения ассортимента хлебобулочных изделий. Смесь для приготовления безглютенового хлеба может стать весьма полезным продуктом, особенно для тех категорий населения, кто испытывает потребность в таких продуктах. Также учитывая, что для большинства населения хлеб является товаром повседневного спроса, производство таких смесей будет весьма востребовано.

Ключевые слова: целиакия, безглютеновый хлеб, биологическая ценность, содержание белка, пищевая ценность

Для цитирования: Панкратьева Н.А., Чеченихина О.С. Разработка технологических решений по повышению биологической ценности безглютенового хлеба. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 119-125. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-119-125>

Development of technological solutions to increase the biological value of gluten-free bread

Natalya A. Pankratyeva*, Olga S. Chechenikhina

FSBEI HE «Ural State Economic University»;
62/45, 8 March/Narodnaya Volya str., 620144, Russia, Ekaterinburg

Abstract. The industry of gluten-free bakery products has not been studied properly, so this topic is gaining popularity among scientists. The subject of the research was the development of recipes for gluten-free flour

mixtures. To improve the taste characteristics of the product and increase the biological value, it was decided to introduce plant raw materials non-traditional for bread. Chia seeds and carrot powder were chosen as additives. The goal of the research was to develop recipes for gluten-free flour mixtures. The research was carried out in several stages: 1. determination of the component composition of the gluten-free mixture recipe and production of prototypes; 2. analysis of organoleptic indicators; 3. carrying out physical and chemical studies of dough and finished products. To carry out the analysis instrumental and visual research methods were used. During the experiment three samples of bread were obtained from different types of gluten-free flour (No. 1 – green buckwheat; No. 2 amaranth flour; No. 3- gram flour) in combination with rice flour, carrot powder and chia seeds. The control sample was bread made from rice flour, potato and corn starch. The rate of dietary fiber supplementation was calculated on the basis of the recommended daily intake. Thus, 2.8 g of dietary fiber was added with carrots, and 4.4 g of dietary fiber with chia seeds. According to all the studies carried out, sample No. 3 from gram flour turned out to be the best. The research results can be used in the baking industry to expand the range of bakery products. A mixture for making gluten-free bread can be a very useful product, especially for those categories of the population who have a need for such products. Also, given that for the majority of the population bread is a commodity of everyday demand, the production of such mixtures will be in great demand.

Keywords: celiac disease, gluten-free bread, biological value, protein content, nutritional value

For citation: Pankratyeva N.A., Chechenikhina O.S. Development of technological solutions to increase the biological value of gluten-free bread. *New technologies / New technologies*. 2023; 19(4): 119-125. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-119-125>

Введение. Непереносимость глютена, болезнь «целиакия» диагностируется у 0,5 – 1, 0% россиян. У пациентов с целиакией употребление глютена в пищу приводит к воспалению и повреждению слизистой оболочки тонкого кишечника. Типичным поражением эпителия тонкого кишечника является атрофия ворсинок с гиперплазией крипт, приводящая к нарушению всасывания большинства питательных веществ, включая железо, фолиевую кислоту, кальций и жирорастворимые витамины [1, 2, 3]. Это может привести к сопутствующим заболеваниям, таким как остеопороз, анемия, сахарный диабет I типа и кожные заболевания [2]. Приемлемым методом лечения является строгое пожизненное соблюдение диеты без глютена в дозе 100 г/100 г, что приводит к клиническому выздоровлению и восстановлению слизистых оболочек.

Исторически сложилось так, что рекомендации по питанию при целиакии, сосредоточены на продуктах, которых следует избегать при безглютеновой диете, но также необходимо проинформировать потребителей о питательных свойствах безглютеновых продуктов. Растут опасения по поводу питательной адекватности безглютеновой диеты, поскольку она часто характеризуется чрезмерным потреблением белков и жиров и сниженным потреблением сложных углеводов, пищевых волокон, витаминов и минералов [1, 2]. Как следствие, длительная приверженность к безглютеновым продуктам была связана с недоеданием, а также дефицитом минералов, что может привести к анемии, остеопении или остеопорозу [5].

Технологический процесс приготовления хлеба для больных целиакией должен проводиться в «чистых» помещениях без следов глютена.

Обеспечить такие условия в промышленном производстве хлеба крайне сложно.

Решить данную проблему возможно за счет производства безглютеновых смесей для домашней выпечки. Такие смеси имеют длительные сроки годности и удобны для использования при возникающей потребности. В связи с чем, особую актуальность приобретают исследования по данной тематике, в том числе и разработка новых рецептур подобных смесей [2,6,7].

Целью данного исследования было оценить пищевую ценность смесей для хлеба без глютена, представленного на российском рынке этого вида продукции и разработать рецептуру смеси для получения безглютенового хлеба с высокой питательной ценностью и приемлемым качеством.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования выступал хлеб, приготовленный из безглютеновой муки разных видов (зеленой гречки, амарантовой и нутовой муки). В качестве источника витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, выбраны морковь и семена чиа. Эти добавки не только обладают полезными для организма человека свойствами, но и формируют органолептические показатели качества: вкус, цвет, неповторимый аромат, структуру мякиша хлеба.

При выполнении экспериментальной части работы применялся комплекс общепринятых и стандартных методов исследований. Отбор проб готового продукта для оценки и анализа органолептических показателей осуществляли согласно ГОСТ 34835-2022 «Продукция пищевая специализированная. Изделия хлебобулочные безглютеновые. Общие технические условия». Оценку каждого органолептического показателя

качества готового изделия проводили по 5-балльной шкале. Содержание белка в безглютеновом хлебе определяли по методу Кьельдаля. Определение содержания сырой клетчатки проводили по методу Геннеберга и Штомана. Кислотность определяли в соответствии с ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности». Влажность определяли по ГОСТ 21094-75 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности».

Результаты исследований. При подборе видов и соотношения компонентов в составе смесей важно учитыватьнутрицевитические задачи, сбалансированность биохимического состава, технологические свойства сырья, привлекательность для потребителя. Важное значение имеет состав смеси для безглютенового хлеба.

Гречневая мука содержит больше незаменимых аминокислот, чем пшеничная и ржаная мука. В зерне гречки белок распределяется следующим образом: ядро с зародышем – около 14%, зародыш – примерно от 40% до 50%, плодовая оболочка – от 3% до 5%. Небелковые азотистые вещества составляют примерно 6% от общего количества азота в зерне гречки, их диапазон содержания составляет от 3,9% до 16,8%. Гречиха имеет очень низкое содержание проламиновых белков, в то же время в ней преобладают глобулины, а также присутствуют водорастворимые белки.

Зерно гречихи обладает большим содержанием незаменимых аминокислот, включая лизин, который является одной из самых важных. Это делает гречку лучшим выбором по сравнению с просом, пшеницей, рожью, рисом и даже приближается к соевым бобам.

Изучив состав пшеничной и нутовой муки, можно сделать вывод, что в последней содержится значительно больше белка и клетчатки. При анализе минерального состава нутовой муки обнаружилось наиболее благоприятное соотношение кальция и фосфора в пропорции 1:1,5, а также кальция и магния в пропорции 1:0,65.

Нутовая мука по содержанию селена превосходит все другие зернобобовые культуры, что положительно влияет на сопротивляемость организма онкологическим заболеваниям. Белки нутовой муки содержат аминокислоты, близкие к белкам животного происхождения. Они представлены главным образом в водо- и солерастворимых фракциях, что говорит о хорошей усвояемости этого продукта.

Отличительной особенностью нутовой муки является ее повышенное содержание жира, по сравнению с пшеничной, разница составляет 3,7 раза.

Амарант или ширитца обыкновенная известны тем, что некоторые его сорта ценны как источник белка (16-18%), незаменимых аминокислот и содержанием сквалена. К положительным

качествам сквалена относятся его антиоксидантные свойства. Сквален, участвующий в метаболических процессах, регулирует липидный и стероидный обмен, оказывает влияние на снижение уровня холестерина в сыворотке крови и печени [4].

Морковь (*Daucus carota* L.) – один из самых популярных корнеплодов, выращиваемых во всем мире. Является наиболее важным источником пищевых каротиноидов [3]. Известно, что пищевые добавки на основе морковного порошка являются хорошим источником β-каротина, клетчатки и многих необходимых микроэлементов, и функциональных ингредиентов [4]. В последние годы потребление моркови и продуктов из нее неуклонно растет в связи с признанием их важным источником природных антиоксидантов, в дополнение к тому факту, что β-каротин обладает противоопухолевой активностью и является предшественником витамина А [5].

Благотворное влияние моркови на здоровье обусловлено высоким содержанием витамина А, витамина К, питательных волокон, калия, витамина В6, витамина С, ниацина, витамина В1, пантотеновой кислоты, фосфора, фолиевой кислоты, витамина Е и витамина В2 [8]. Содержание воды колеблется в пределах 86-95%, а средняя порция содержит около 1% углеводов и небольшое количество липидов и белков [5, 9, 10]. Таким образом, морковь повышает питательную ценность хлеба, изменяет реологические свойства теста и, в конечном счете, его вкусовые качества, являясь, таким образом, распространенным ингредиентом и потенциально пригодным для приготовления и разработки нового поколения продуктов здорового питания [10].

Семенам чиа приписывают высокую питательную ценность, особенно благодаря высокому содержанию пищевых волокон и жиров. Семена чиа содержат примерно 30-34 г пищевые волокна, из которых нерастворимая фракция составляет приблизительно 85-93%, в то время как растворимые пищевые волокна составляют приблизительно 7-15% [11]. По содержанию пищевых волокон семена чиа превосходят сухофрукты, злаки или орехи. Особый интерес представляет профиль жирных кислот. Он характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, главным образом α-линоленовой кислоты (ALA), на долю которой приходится примерно 60% всех жирных кислот. Линолевая, олеиновая и пальмитиновая кислоты содержатся в меньших количествах.

В семенах чиа больше омега-3 кислот, чем в льняном семени. Мы также должны подчеркнуть выгодное соотношение омега-6 и омега-3 кислот, которое составляет приблизительно 0,3:0,35 [11]. Семена чиа также являются хорошим

Рецептура приготовления хлеба

Bread recipe

Table 1

Сырье, масс. ч	Образец		
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Рисовая мука	42,5–62,0	42,5–62,0	42,5–62,0
Мука из зеленой гречки	21,8–33,3	–	–
Амарантовая мука	–	21,8–33,3	–
Нутовая мука	–	–	21,8–33,3
Порошок моркови	9,0–10,0	9,0–10,0	9,0–10,0
Семена чиа	1,28–4,77	1,28–4,77	1,28–4,77
Дрожжи сухие	2,3–2,8	2,3–2,8	2,3–2,8
Соль	1,25–1,5	1,25–1,5	1,25–1,5

источником растительного белка, на долю которого приходится примерно 18-24% их массы [11].

Необходимо подчеркнуть, что семена чиа не содержат глютена и как таковые могут употребляться большими количествами [10]. Кроме того, семена чиа содержат много минералов, в том числе фосфор (860-919 мг/100 г), кальций (456-631 мг/100 г), калий (407-726 мг/100 г) и магний (335-449 мг/100 г) содержится в наибольших количествах [11]. Исследования также подтвердили наличие некоторых витаминов, главным образом витамина В₁ (0,6 мг/100 г), витамина В₂ (0,2 мг/100 г) и ниацина (8,8 мг/100 г) [11].

В нашем случае, для каждого образца использовалось по одному виду муки, а в качестве основного компонента выбрана рисовая. В табл. 1 представлен состав смеси для безглютенового хлеба.

Количество воды рассчитывается до влажности теста 46,0±1,0.

Все сырье, используемое для приготовления смеси, было закуплено в гипермаркетах и специализированных магазинах.

Этапы приготовления морковного порошка: морковь вымыли, очистили и нарезали ломтиками толщиной 2-3 мм. Затем полученные ломтики моркови укладывали в один слой на поддоны бытового эксикатора (сушилки) (Scarlett SC 421) и сушили в течение 24 часов при температуре 60°C. Сухую морковь измельчали с помощью измельчителя (Grindomix 200) до получения мелкодисперсного порошка, то есть морковного порошка (размер частиц 160-270 мкм), который вводили в герметично закрытые контейнеры, помещают в холодильную камеру до проведения следующих операций.

Семена чиа измельчали до получения порошка с размером частиц 150-250 мкм на Grindomix 200.

Чтобы избежать конкуренции крахмала и молотого чиа в отношении поглощения воды, чиа был введен в виде геля. Гель был приготовлен из измельченного чиа с добавлением воды в соотношении 1:2.

После просеивания муку добавляли в миксер Hauser DM601 и гомогенизировали с морковным порошком на скорости 1 в течение 5 минут. Для получения теста с необходимыми для формирования реологическими характеристиками применяли технологический прием «заваривания» смеси муки и морковного порошка горячей водой, температурой 90-95°C. При заваривании смеси горячей водой формируется структура теста за счет процессов клейстеризации крахмала и денатурации белка. Заваренную смесь тщательно перемешивали, охлаждали до температуры 35-40°C, затем добавляли гель чиа, соль, эмульгированные дрожжи с теплой водой и продолжали перемешивание на скорости 1 в течение 5 минут, а затем на скорости 2 в течение 10 минут, пока не получится однородное тесто.

Готовое тесто оставили при комнатной температуре на 90 минут для брожения. Затем тесто делили на куски, массой 0,35 кг. Тестовые заготовки поместили формы, оставили для расстойки на 40 мин. Хлеб выпекали в пароконвектомате при температуре 180°C в течение 35 минут. Заключительным этапом являлось охлаждение готовых изделий при комнатной температуре в течение 4 часов.

Проведен контроль качества готовых изделий по ряду органолептических и физико-химических показателей.

Оценку органолептических свойств образцов готовых изделий проводила экспертная комиссия из 17 человек, в состав которой входили представители профессорско-преподавательского состава кафедр технологии питания и

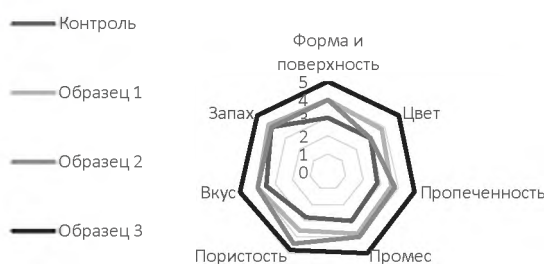


Рис. 1. Профиллограмма органолептических показателей качества хлеба

Fig. 1. Profilogram of organoleptic indicators of bread quality

пищевой инженерии Уральского государственного экономического университета. Результаты оценки представлены на рисунке 1.

Наилучшими органолептическими показателями обладал образец хлеба №3 из нутовой муки, который по результатам оценки набрал 4,9 баллов. Образец №2 имел форму, соответствующую виду изделия. Цвет светлорыжий. Мякиш достаточно пропеченный, следы непромеса отсутствовали. Пористость – развитая, равномерная. Вкус – приятный, гармоничный, свойственный виду изделия и добавкам, без постороннего привкуса. В исследуемых пробах №1 были обнаружены

следы непропеченности, образец №2 с жестким крошащимся мякишем. По результатам оценки образцы №1 и №2 набрали одинаковое количество баллов – 3,8.

Определены основные физико-химические показатели исследуемых образцов. Результаты физико-химических испытаний готового хлеба представлены в таблице 2.

Проведенные эксперименты показали, что все опытные образцы имели лучшие показатели качества по сравнению с контролем [10]. Было установлено, что хлеб, приготовленный из предложенных сухих смесей богаче по пищевой и биологической ценности.

Результаты физико-химических испытаний

Таблица 2

Results of physical and chemical tests

Table 2

Наименование показателя	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Влажность, %	46,0±0,2	45,2±0,2	42,0±0,2	44,0±0,2
Кислотность, град	1,9±0,1	2,8±0,1	3,2±0,1	3,6±0,2
Пористость, %	46,0±1,0	52,0±1,0	54,0±1,0	62,0±1,0
Содержание белка, г/100 г	2,6±0,1	5,7±0,1	8,5±0,1	6,6±0,1
Содержание клетчатки, г/100 г	1,2±0,1	4,2±0,1	3,8±0,1	4,0±0,1

Выводы. Таким образом, по данным органолептической оценки лучшим являлся образец №3 на основе нутовой муки, набравший 4,9 балла. Полученный продукт характеризовался высокими органолептическими и физико-химическими показателями, которые соответствовали требованиям нормативных документов,

и может быть рекомендован в производство. Хлеб, произведенный по разработанной рецептуре на основе муки без глютена, может оказаться полезным для категорий населения, например, испытывающих дефицит в отдельных компонентах или страдающих заболеванием целиакия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Егушова Е.А., Позднякова О.Г. Технологические аспекты производства хлеба функционального назначения. Достижения науки и техники АПК. Achievements of science and technology in agro-industrial complex. 2018; 32(12): 90-93.
- Заворохина Н.В. Моделирование рецептур безглютеновых видов хлеба для жителей Свердловской области, страдающих целиакией. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2015; 5(34): 67-72.

3. Феофилактова О.В., Пономарев А.С. Исследование технологических свойств нетрадиционных видов муки при производстве продукции предприятий общественного питания. *Индустрия питания / Food Industry*. 2019; 4(2): 28-34.
4. Урубков С.А., Хованская С.С., Смирнов С.О. Сравнительное содержание минеральных веществ в безглютеновых культурах *Индустрия питания / Food Industry*. 2020; 5(4): 60-67.
5. Викторова Е.П., Федосеева О.В., Шахрай Т.А. и др. Конкурентный потенциал функциональных обогащенных хлебобулочных изделий. *Новые технологии / New technologies*. 2020; 2: 28-39.
6. Буракова Л.Н., Плотников Д.А. Обоснование и разработка хлебобулочных изделий, обогащенных арктическим растительным сырьем. *Индустрия питания / Food Industry*. 2022; 7(2): 44-51.
7. Крюкова Е.В., Чугунова О.В., Тиунов В.М. Моделирование органолептических показателей качества мучных изделий из второстепенных видов муки. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2016; 3(38): 80-87.
8. Genevois C.E., Grenóvero M.S., De Escalada Pla M.F. Use of different proportions of rice milling fractions as strategy for improving quality parameters and nutritional profile of gluten-free bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2021; 58(10): 3913-3923.
9. Русакова Н.А., Власова В.Н. Применение растительного сырья для повышения пищевой ценности хлеба. *Парадигма*. 2018; 1: 10-17.
10. Пушмина И.Н., Иванова А.Б. Формирование качества и потребительских свойств обогащенного безглютенового хлеба с использованием местного сырья. *Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век: сборник статей по материалам международной (заочной) научно-практической конференции (Красноярск, 24-27 мая 2014 г.)*. Красноярск: КрГАУ; 2014: 122-126.
11. Иванникова Н.В., Мынбаева А.Б. Технология хлебобулочных изделий с использованием безглютенового сырья. *Механика и технологии*. 2022; 2(76): 37-44.
12. Шаталов Д.А., Кокорева Л.А. Использование пищевых продуктов из семян чиа в питании человека. *Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к юбилею заслуженного деятеля науки РФ В.М. Позняковского*. Екатеринбург: УрГЭУ; 2017: 282-285.
13. Попов В.Г., Хайруллина Н.Г., Садыкова Х.Н. Зависимость кислотности безглютенового хлеба от вводимых добавок. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2022; 84(3): 96-106.

REFERENCES:

1. Egushova E.A., Pozdnyakova O.G. Technological aspects of the production of functional bread. *Dostizheniya nauki i tehniki APK / Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2018; 32(12): 90-93.
2. Zavorokhina N.V. Modeling recipes for gluten-free breads for residents of the Sverdlovsk region suffering from celiac disease. *Technology and merchandising of innovative food products*. 2015; 5(34): 67-72.
3. Feofilaktova O.V., Ponomarev A.S. Study of the technological properties of non-traditional types of flour in the production of catering products. *Food Industry*. 2019; 4(2): 28-34.
4. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Smirnov S.O. Comparative content of minerals in gluten-free crops *Food Industry*. 2020; 5(4): 60-67.
5. Viktorova E.P., Fedoseeva O.V., Shakhrai T.A. et al. Competitive potential of functional enriched bakery products. *Noviye tehnologii / New technologies*. 2020; 2: 28-39.
6. Burakova L.N., Plotnikov D.A. Justification and development of bakery products enriched with Arctic plant raw materials. *Food Industry*. 2022; 7(2): 44-51.
7. Kryukova E.V., Chugunova O.V., Tiunov V.M. Modeling of organoleptic quality indicators of flour products from secondary types of flour. *Technology and merchandising of innovative food products*. 2016; 3(38): 80-87.
8. Genevois C.E., Grenóvero M.S., De Escalada Pla M.F. Use of different proportions of rice milling fractions as strategy for improving quality parameters and nutritional profile of gluten-free bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2021; 58(10): 3913-3923.
9. Rusakova N.A., Vlasova V.N. The use of plant raw materials to increase the nutritional value of bread. *Paradigm*. 2018; 1: 10-17.
10. Pushmina I.N., Ivanova A.B. Formation of the quality and consumer properties of enriched gluten-free bread using local raw materials. *Ecology, environment and human health: XXI century: collection of articles based on the materials of the international (correspondence) scientific and practical conference (Krasnoyarsk, May 24-27, 2014)*. Krasnoyarsk: KrSAU; 2014: 122-126.

11. Ivannikova N.V., Mynbaeva A.B. Technology of bakery products using gluten-free raw materials. *Mechanics and technology*. 2022; 2(76): 37-44.

12. Shatalov D.A., Kokoreva L.A. The use of chia seed products in human nutrition. Innovative technologies in the food industry and public catering: materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the anniversary of the Honored Scientist of the Russian Federation V.M. Poznyakovskiy. Ekaterinburg: USUE; 2017: 282-285.

13. Popov V.G., Khairullina N.G., Sadykova Kh.N. Dependence of the acidity of gluten-free bread on the added additives. *Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022; 84(3): 96-106.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Анатольевна Панкратьева, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

nata-pankratyeva@yandex.ru

тел.: +7 (912) 680 98 33

Ольга Сергеевна Чеченихина, доктор биологических наук, доцент, профессор ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

olgachech@yandex.ru

тел.: +7 (912) 227-02-51

Natalya A. Pankratyeva, PhD (Engineering), Associate Professor, FSBEI HE «Ural State Economic University»

nata-pankratyeva@yandex.ru

tel.: +7 (912) 680 98 33

Olga S. Chechenikhina, Dr Sci. (Biology), Associate Professor, Professor, FSBEI HE «Ural State Economic University»

olgachech@yandex.ru

tel.: +7 (912) 227-02-51

Поступила в редакцию 02.11.2023; поступила после рецензирования 04.12.2023; принята к публикации 05.12.2023

Received 02.11.2023; Revised 04.12.2023; Accepted 05.12.2023