

Возможности применения растительной дисперсии из зерна бобовых культур для улучшения свойств пшеничного хлеба

Анна Л. Вебер¹ anna.web@mail.ru  0000-0003-0715-0426
Светлана А. Леонова² s.leonova@inbox.ru  0000-0002-7613-430X

¹ Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Институтская пл., 1, г. Омск, 644008, Россия

² Башкирский государственный аграрный университет, 50-летия Октября, 34, г. Уфа, 644008, Россия

Аннотация. Хлеб из пшеничной муки – социально важный продукт питания, пользующийся стабильным спросом у населения. На протяжении последних двух десятилетий в технологии хлебобулочных изделий развивается тенденция к росту продуктов массового спроса, обогащенных незаменимыми нутриентами с учетом потребительских предпочтений. Важнейшим свойством для потребителей хлебобулочных изделий в числе прочих является сохранение их свежести в процессе хранения. Для обогащения рецептуры была выбрана растительная дисперсия из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина и фасоли сорта Лукерья, которые превосходят по содержанию белка пастеризованное молоко обезжиренное и напиток на растительной основе «Молоко соевое» в 1,2 и 1,6 раза, соответственно. Для оптимизации дозировки растительной дисперсии было изучено ее влияние на органолептические, физико-химические и структурно-механические свойства мякиша. Использовали дозировки дисперсии 10; 15 и 20 % к массе муки. Установлено, что использование растительной дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли в количестве 20% от массы муки в рецептуре хлеба пшеничного положительно влияет на показатели его качества. Отмечено увеличение удельного объема на 3,0 и 3,3% соответственно, увеличение пористости на 2,6 и 3,0% соответственно, увеличение показателя общей деформации мякиша (сжимаемости) на 20,11 и 26,43%, соответственно, по отношению к контрольному образцу. Суммарный балл органолептической оценки по 100-балльной шкале превысил контрольный образец на 4,82 и 6,56 балла, соответственно. Использование растительной дисперсии в количестве 20% от массы муки в рецептуре хлеба обеспечивает также стабильность физико-химических показателей при хранении в течение 72 ч. Также установлено, что при употреблении 100 г хлеба, в составе которого содержится 20% растительной дисперсии, обеспечивается степень удовлетворения суточной физиологической потребности в белке на 9,9%.

Ключевые слова: растительная дисперсия, структурно-механические показатели, пищевая ценность, хлеб, бобовые культуры.

Possibility of using a plant dispersion from legume grains to improve the properties of wheat bread

Anna L. Veber¹ anna.web@mail.ru  0000-0003-0715-0426
Svetlana A. Leonova² s.leonova@inbox.ru  0000-0002-7613-430X

¹ Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institutskaya Sq. 1, Omsk, 644008, Russia

² Bashkir State Agrarian University, 50-letiya Oktyabrya Str. 34, Ufa, 450054, Russia

Abstract. Bread made from wheat flour is a socially important food product that is in stable demand among the population. Over the past two decades, bakery technology has seen a trend toward the growth of mass-market products enriched with essential nutrients, taking into account consumer preferences. The most important property for consumers of bakery products, among others, is maintaining their freshness during storage. To enrich the recipe, a plant dispersion was chosen from sprouted peas of the Pamyati Khangildina variety and beans of the Lukerya variety, which are 1.2 and 1.6 times higher in protein content than pasteurized skim milk and the plant-based drink “Soy Milk” by 1.2 and 1.6 times, respectively. To optimize the dosage of the plant dispersion, its effect on the organoleptic, physico-chemical and structural-mechanical properties of the crumb was studied. Dispersion dosages of 10%, 15% and 20% by weight of flour were used. It was established that the use of a plant dispersion from sprouted grains of peas and beans in an amount of 20% by weight of flour in the wheat bread recipe has a positive effect on its quality indicators. There was an increase in specific volume by 3.0% and 3.3%, respectively, an increase in porosity by 2.6 and 3.0%, respectively, an increase in the overall crumb deformation (compressibility) by 20.11 and 26.43%, with - responsibly in relation to the control sample. The total organoleptic assessment score on a 100-point scale exceeded the control sample by 4.82 and 6.56 points, respectively. The use of a plant dispersion in an amount of 20% by weight of flour in the bread recipe also ensures the stability of physico-chemical parameters during storage for 72 hours. It has also been established that when consuming 100 g of bread, which contains 20% of a plant dispersion, a degree of meeting the daily physiological need for protein by 9.9%.

Keywords: plant dispersion, structural and mechanical properties, nutritional value, bread, legumes.

Введение

Несмотря на постоянно увеличивающийся ассортимент продуктов питания, традиционные сорта хлеба входят в рацион основной части населения и являются важным источником энергии и нутриентов, в том числе белка. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), население Земли испытывает

дефицит полноценного белка в количестве 25–30%. Недостаток белка в организме человека приводит к формированию синдрома хронической усталости, снижению умственной и физической работоспособности, нарушению его нормальной жизнедеятельности. Проблемой ликвидации дефицита белка занимаются многие отечественные и зарубежные ученые.

Для цитирования

Вебер А.Л., Леонова С.А. Возможности применения растительной дисперсии из зерна бобовых культур для улучшения свойств пшеничного хлеба // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 2. С. 213–223. doi:10.20914/2310-1202-2024-2-213-223

For citation

Veber A.L., Leonova S.A. Possibility of using a plant dispersion from legume grains to improve the properties of wheat bread. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 2. pp. 213–223. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-2-213-223

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

Разрабатываются технологии переработки зернобобовых культур в функциональные ингредиенты и белковые концентраты, текстураты, изоляты, протеины, гидролизаты [3, 14] и др., большое внимание уделяется вопросам обогащения социально важных продуктов белком [19, 20]; также ведутся разработки по получению новых линий и сортов сельскохозяйственных культур с повышенным содержанием и улучшенным качеством белка методами генетической инженерии и т. д.

Так, в ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых культур и крупяных культур» изучена возможность использования гороха сортов дикого подвида *Pisum sativum* L. ssp. *elatus* (полученного из мировой коллекции ВИР, образец К-3370) и культурного гороха сортов Софья и Родник в технологии белковых изолятов [13]. Белковые продукты (мука, изоляты, концентраты) из зернобобовых культур, в том числе из гороха, предлагается вносить в мучные кондитерские и хлебобулочные изделия как по отдельности, так и комплексно в различных сочетаниях [12, 16, 20, 22]. Так, к примеру, замена в рецептуре бисквитного полуфабриката пшеничной муки на изолят гороховой муки в количестве 9% позволяет получить продукт с повышенным содержанием белка и жира на 25,28 и 3,29% соответственно и с пониженным содержанием углеводов на 0,90% [21]. Другие авторы при замене в рецептуре бисквитного полуфабриката пшеничной муки на изолят гороховой муки отмечают увеличение биодоступности белка примерно на 40% [5]. Применение в рецептуре безглютенового хлеба 10% протеина из гороха фирмы Bio Planet (Польша) к массе гречневой и льняной муки позволяет получить продукт с содержанием углеводов 16,9%, белка 17,1%, клетчатки 13,7% и калорийностью 194 ккал/100 г [10].

О.Л. Ладновой и др. установлено оптимальное соотношение рецептурных компонентов муки из зеленого гороха сорта San Cipriano и глютена пшеничного 30/70 и 40/60, а также соотношение муки из желтого гороха сорта Vega и глютена 20/80 и 30/70 в ускоренной технологии хлебобулочных изделий с использованием глютена пшеничного. Данные соотношения позволили добиться улучшения качества изделия по физико-химическим и органолептическим показателям, а также увеличить содержание белка в продукте и тем самым на 33,1–34,2% удовлетворить физиологическую потребность в белке при его употреблении в количестве 100 г в сутки [17].

Известны и другие способы обогащения хлебобулочных изделий, в числе которых добавление в рецептуру теста молочных (смесь казеина и сывороточных белков) и сывороточных белков молока, в виде продуктов переработки молока в результате чего продлевается срок сохранения свежести, повышается пищевая и биологическая ценность продуктов [11]. Хлебобулочные изделия обогащают сухим соевым молоком [8], используют ферментированный продукт растительного происхождения состоящий из соевой муки, муки из люцерны, ростков ячменя и жизнеспособных микроорганизмов, в количестве (5; 10 и 15% к массе муки, %), в результате чего увеличивается содержание белка на 10,63; 20,21 и 29,0% соответственно по отношению к контролю [1]. Применяют гороховые концентраты и изоляты [2, 4]. Для повышения содержания медленно усваиваемого крахмала и резистентного крахмала в хлебе используют обжаренную гороховую муку [7, 10], а также ферментированный соевый напиток в количестве 10 и 20% к массе муки, в результате чего пшеничный хлеб обогащается белком на 46 и 63%, замедляется процесс черствения хлеба при хранении на 45 и 65% соответственно по сравнению с контрольным образцом [9].

В то же время, влияние дисперсий из пророщенного зерна бобовых культур, являющихся ценными источниками белка и многих макро- и микронутриентов, на состав и свойства хлебобулочных изделий, практически не изучалось. Повышенный интерес к обогащению хлебобулочных изделий разработанной нами растительной дисперсией из пророщенного зерна гороха и фасоли объясним ее функциональными свойствами, доступностью, высокой биологической ценностью и низкой стоимостью [6, 15, 18]. Предположительно, новые виды хлебобулочных изделий с добавлением растительной дисперсии будут способствовать повышению пищевой и биологической ценности, показателей качества готовой продукции.

Учитывая вышесказанное, была поставлена задача изучения влияния растительной дисперсии в количестве 10; 15 и 20% к массе муки на органолептические (форма, цвет, пропеченность, промес, пористость, вкус, запах), физико-химические (влажность, кислотность, пористость, удельный объем) и структурно-механические свойства мякиша (общая, пластическая и упругая деформации, эластичность) хлеба из пшеничной муки 1 сорта.

Материалы и методы

Объектами исследования являлось сырьё для производства хлеба пшеничного: мука пшеничная хлебопекарная 1 сорта МАКФА® – ГОСТ 26574–2017, масло подсолнечное рафинированное дезодорированное «Высший сорт» – ГОСТ 1129–2013; сахар белый – ГОСТ 33222–2015; соль пищевая – ГОСТ Р 51574–2018; дрожжи хлебопекарные прессованные – ГОСТ Р 54731–2011; питьевая вода централизованной системы питьевого водоснабжения – СанПиН 2.1.4.1074–01, растительная дисперсия из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина (содержание сухих веществ, % – $10,1 \pm 0,4$;

массовая доля белка, % – $3,2 \pm 0,1$) и фасоли сорта Лукерья (содержание сухих веществ, % – $9,8 \pm 0,2$; массовая доля белка, % – $3,0 \pm 0,1$), а также выпеченные образцы хлеба пшеничного с использованием растительной дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли, в качестве контроля – хлеб пшеничный из муки первого сорта. Для исследования влияния растительной дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли на показатели качества хлеба из пшеничной муки проводили пробные лабораторные выпечки согласно технологической схеме производства (рисунок 1).

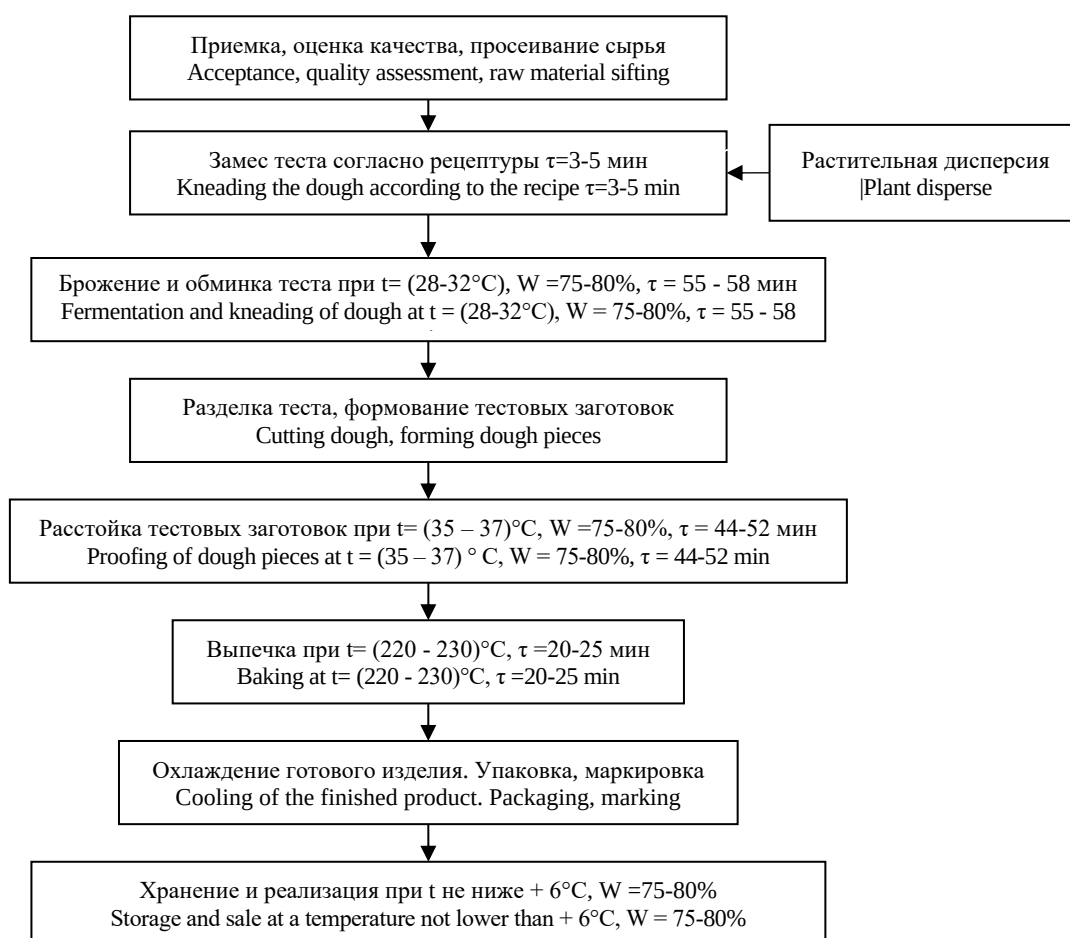


Рисунок 1. Технологическая схема производства хлеба пшеничного с использованием растительной дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли

Figure 1. Technological scheme for the production of wheat bread using a plant dispersion from sprouted grains of peas or beans

Тесто из пшеничной муки готовили традиционным опарным способом. Растительную дисперсию вносили в тесто в количестве от 10 до 20% к массе муки. Расход муки и другого сырья, затраченного на производство хлеба, определяли в соответствии с разработанной

рецептурой. В качестве примера в таблице 1 приведена производственная рецептура приготовления теста для хлеба пшеничного с использованием дисперсии из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина.

Таблица 1.

Производственная рецептура приготовления теста для хлеба пшеничного с использованием дисперсии из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина

Table 1.

Production recipe for preparing dough for wheat bread using a dispersion of sprouted pea grains of the Pamyati Khangildin variety

Показатель Indicator	Влажность (Wc), % Moisture (Wc), %	Содержание сухих веществ, (Cсв), % Dry matter content, (Cdm), %	Расход сырья и сухих веществ на приготовление п/ф, кг Consumption of raw materials and dry substances for the preparation of semi-finished products, kg							
			густая опара thick dough		теста dough		теста dough		теста dough	
			m _c m _{rm}	m _{св} m _{cd}	m _c m _{rm}	m _{св} m _{cd}	m _c m _{rm}	m _{св} m _{cd}	m _c m _{rm}	m _{св} m _{cd}
Мука пшеничная хлебопекарная 1 сорт Wheat baking flour 1st grade	14,50	85,50	50	42,75	50,0	42,75	50,0	42,75	50,0	42,75
Дрожжевая суспензия (1:3) Yeast suspension(1:3)	93,75	6,25	4,0	0,25	-	-	-	-	-	-
Растительная дисперсия Plant dispersion	89,9	10,1	-	-	10,0	1,10	15	1,51	20	2,02
Соль пищевая Salt	3	97	-	-	1,5	1,45	1,5	1,45	1,5	1,45
Сахар белый White sugar	0,1	99,9	-	-	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Опара thick dough	45,0	55,0			78,18	43,0	78,18	43,0	78,18	43,0
Вода Water			24,18		18,91		14,63		10,54	
Итого: Total:										
Σ ₁			54,0	43,0	142,68	91,3	147,68	91,71	152,68	92,22
Σ ₂			78,18		161,59		162,31		163,22	
Температура, °C Temperature, °C			28–32		28–32		28–32		28–32	
Продолжительность брожения при температуре 28–32 °C, мин Duration of fermentation at a temperature of 28–32 °C, min			180– 210		59		58		55	
Кислотность, град Acidity, degrees			2,5– 3,0		2,7 ± 0,1		2,8 ± 0,1		2,9 ± 0,1	
Продолжительность расстойки при температуре 35–37 °C, мин Duration of proofing at a temperature of 35–37 °C, min					56		55		52	

Исследование физико-химических и органолептических показателей мякиша хлеба опытных и контрольного образцов проводились в соответствии со стандартными методами. Влажность хлеба определяли по ГОСТ 21094–75, содержания жира – по ГОСТ 5668–68, кислотность – по ГОСТ 5670–96; органолептические показатели – по ГОСТ 5667–65; массовую долю белковых веществ – по ГОСТ 25832–89; углеводов – по ГОСТ 25832–89; пористость – по ГОСТ 5669–96; удельный объем хлеба – путем деления величины объема хлебобулочного изделия в см³ на его массу в граммах. Объем хлебобулочного изделия измеряли с помощью объемомера ОХЛ-2. Балльную оценку качества хлебобулочных изделий с учетом весомости основных показателей осуществляли по 100-балльной шкале МГУПП. Пищевую и энергетическую ценность рассчитывали по общепринятой методике.

Количество плесневых грибов определяли по ГОСТ 10444.12–2013; бактерий рода *Proteus* – по ГОСТ 28560–90; бактерий группы кишечных палочек – по ГОСТ 31747–2012; общее количество микроорганизмов – в соответствии с ГОСТ 10444.15–94; бактерий рода *Salmonella* по – ГОСТ 31659–2012; бактерий рода *S.aureus* – по ГОСТ 31746–2012.

Реологические характеристики мякиша хлеба опытных и контрольного образцов исследовали на приборе – Структурометр СТ-2. Метод основан на определении общей, пластической и упругой деформаций мякиша хлеба при сжатии его индентором «Цилиндр D 36». Эластичность (1) и сжимаемость (2) мякиша рассчитывали по методике СТ-2–05 «Определение деформационных характеристик мякиша хлеба» разработанной под руководством В.Я. Черных.

$$\Delta h = h_{\text{elastic}} / h_{\text{total}} \quad (1)$$

где Δh – Эластичность мякиша; h_{elastic} – упругая деформация, мм; h_{total} – общая деформация, мм.

$$C = \frac{h_{\text{total}}^{24} - h_{\text{total}}^n}{h_{\text{total}}^{24}} 100\% \quad (2)$$

где C – сжимаемость мякиша, %; h_{total}^{24} – общая деформации относительно 24 ч хранения, мм; h_{total}^n – общая деформации относительно n часов хранения.

Исследования структурно-механических свойств мякиша из муки пшеничной первого сорта осуществлялись в выпеченных хлебобулочных изделиях через 24, 48 и 72 часа. Опытные образцы хлеба закладывали на хранение в течение 72 часов при температуре воздуха $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(75 \pm 5)\%$ после полного остывания.

Результаты экспериментальных исследований подвергли математической обработке с помощью общепринятых алгоритмов и стандартных пакетов программ MS Excel.

Результаты и обсуждение

Для того, чтобы определить оптимальную концентрацию растительной дисперсии в рецептуре хлеба пшеничного, были проведены следующие исследования:

- изучение влияния растительной дисперсии в количестве 10; 15 и 20% к массе муки на органолептические, физико-химические и структурно-механические свойства хлеба;
- установление сроков годности разработанного хлеба пшеничного, на основании изменений структурно-механических свойств мякиша в процессе черствения хлеба с указанными дозировками растительной дисперсии.

Результаты органолептической оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2.
Органолептические показатели хлеба пшеничного (формового) с использованием дисперсии
Table 2.

Organoleptic characteristics of wheat bread (tin) using dispersion

Показатель Indicator		Характеристика показателей Characteristics of indicators			
		Контроль Control	Опытный образец Prototype		
			№ 1	№ 2	№ 3
			Количество растительной дисперсии, % Amount of plant dispersion, %		
			10	15	20
Форма Form		Правильная. Соответствует хлебной форме, в которой производилась выпечка Correct. Corresponds to the bread pan in which the baking was made			
Поверхность Surface		Без крупных трещин и подрывов No major cracks or tears			
Цвет Color		Белый с желтоватым оттенком White with a yellowish tint	Светло-желтый Light yellow	Золотисто-желтый Golden yellow	От светло-желтого до светло-коричневого From light yellow to light brown
Пропеченность Bakedness		Пропеченный, нелипкий, не влажный на ощупь, эластичный, мягкий Baked, non-sticky, not wet to the touch, elastic, soft			
Промес Promes		Без комочков и следов непромеса Without lumps and traces of unmixing			
Состояние пористости Porosity condition		Развитая, равномерная, средняя Developed even, medium	Развитая. Поры средние равномерные, с крупными включениями Developed. Pores are medium, uniform, with large inclusions		
Состояние мякиша Crumb condition		Прожаренный, без комков и без следов непромеса Fried, without lumps and without traces of unmixed			
Цвет мякиша при использовании дисперсии из пророщенного зерна Crumb color when using sprouted grain dispersion	гороха сорта Памяти Хангильдина pea variety In memory of Khangildin	Белый с желтоватым оттенком White with a yellowish tint	Светло-желтый Light yellow		
	фасоли сорта Лукерья Lukerya beans		Белый с черными мелкими включениями, напоминает мак White with black small inclusions, resembles a poppy		
Вкус Taste		Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса Characteristic for this type of product, without any foreign taste			
Аромат flavor					
Органолептическая оценка хлеба, балл Organoleptic evaluation of bread, score	гороха сорта Памяти Хангильдина pea variety In memory of Khangildin	81,75 ± 0,794	81,60 ± 1,026	83,25 ± 1,270	86,57 ± 1,203
	фасоли сорта Лукерья Lukerya beans		82,57 ± 1,158	85,40 ± 1,112	88,40 ± 1,611

Использование растительной дисперсии из пророщенного зерна фасоли сорта Лукерья значительно улучшило цвет мякиша по сравнению с другими образцами. Цвет мякиша имел оттенок, характерный для фасоли сорта Лукерья, насыщенность которого увеличивалась с повышением количества растительной дисперсии. Добавление растительной дисперсии из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина не оказывало значительного влияния на цвет мякиша опытных образцов о чем свидетельствует внешний вид мякиша хлеба опытных образцов, приведенный на рисунке 2, а также

результаты органолептической оценки хлеба. Средний балл органолептической оценки при использовании дисперсии из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина в количестве 15 и 20% повысился на 1,50 и 4,82, соответственно; при использовании дисперсии из пророщенного зерна фасоли сорта Лукерья на 3,65 и 6,65 балла, соответственно, по отношению к контрольному образцу.

Данные о влиянии растительной дисперсии на физико-химические и структурно-механические свойства мякиша пшеничного хлеба представлены в таблицах 3 и 4.

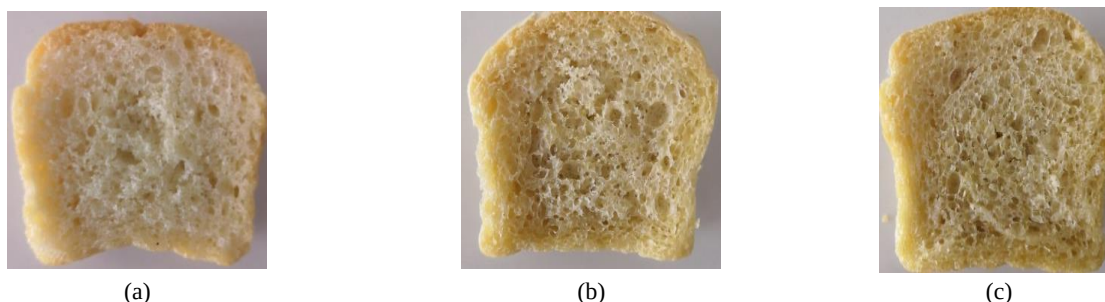


Рисунок 2. Внешний вид мякиша хлеба с использованием растительной дисперсии из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина: а – опытный образец № 1; б – опытный образец № 2; в-опытный образец № 3

Figure 2. Appearance of bread crumb using a plant dispersion from sprouted pea grains of the Pamyati Khangildina variety: a – experimental sample № 1; b – prototype № 2; c – prototype № 3

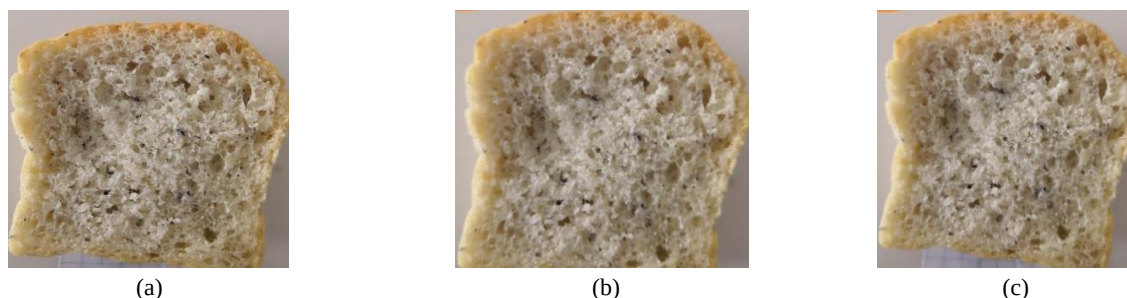


Рисунок 3. Внешний вид мякиша хлеба с использованием растительной дисперсии из пророщенного зерна фасоли сорта Лукерья: а – опытный образец № 1; б – опытный образец № 2; в-опытный образец № 3

Figure 3. Appearance of bread crumb using a plant dispersion from sprouted bean grains of the Lukerya variety: a – experimental sample № 1; b – prototype № 2; c – prototype № 3

Таблица 3.

Физико-химические показатели хлеба пшеничного с использованием дисперсии из пророщенного зерна гороха сорта Памяти Хангильдина и фасоли сорта Лукерья

Table 3.

Physico-chemical indicators of wheat bread using a dispersion of sprouted grains of peas of the memory Khangildina variety and beans of the Lukerya variety

Показатель Indicator	Контроль Control	Дисперсия из пророщенного зерна Sprouted grain dispersion					
		гороха сорта Памяти Хангильдина Pea varieties In memory of Khangildin			фасоли сорта Лукерья Lukerya beans		
		Опытный образец Prototype					
		№ 1 (10%)	№ 2 (15%)	№ 3(20%)	№ 1 (10%)	№ 2 (15%)	№ 3(20%)
Влажность мякиша хлеба, % Moisture content of bread crumb, %	42,83 ± 0,29	42,67 ± 0,28	42,67 ± 0,28	42,90 ± 0,28	42,67 ± 0,28	42,67 ± 0,28	42,80 ± 0,28
Кислотность мякиша хлеба, град Acidity of bread crumb, degrees	2,4 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,5 ± 0,10	2,2 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Удельный объем, см³/г Specific volume, cm³/g	2,67 ± 0,02	2,70 ± 0,03	2,73 ± 0,02	2,75 ± 0,02	2,69 ± 0,02	2,74 ± 0,02	2,76 ± 0,02
Пористость, % Porosity, %	73,8 ± 0,6	73,9 ± 0,5	74,4 ± 0,4	75,7 ± 0,3	73,8 ± 0,5	74,6 ± 0,5	76,0 ± 0,2
Общая деформация мякиша, hobш, мм General crumb deformation, h _{total} , mm	8,70 ± 0,30	9,25 ± 0,25	9,80 ± 0,17	10,45 ± 0,19	8,82 ± 0,16	10,07 ± 0,16	11,00 ± 0,25

Из таблицы 3 видно, что использование растительной дисперсии в рецептуре хлеба положительно влияет на физико-химические показатели. Наибольший удельный объем и пористость получены у опытного образца № 3 при внесении дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли в количестве 20%. Отмечено увеличение удельного объема на 3,0% и 3,3% соответственно, увеличение пористости на 2,6 и 3,0% соответственно, увеличение показателя общей деформации мякиша (сжимаемости) на 20,11 и 26,43% соответственно по отношению к контрольному образцу. При использовании дисперсий в дозировке 10 и 15% отклонения

от соответствующих показателей контрольного образца незначительны. Растительные дисперсии содержат декстрины, повышающие гидрофильные свойства теста и тем самым интенсифицирующие процесс брожения. Также замедляется ретроградация крахмала (самопроизвольный переход клейстеризованного крахмала из аморфного состояния в кристаллическое), которая считается основным фактором черствения хлеба.

При исследовании влияния растительной дисперсии на процесс черствения опытных образцов хлеба в течение 24, 48 и 72 часов установлено ниже следующее (таблица 4 и рисунок 4).

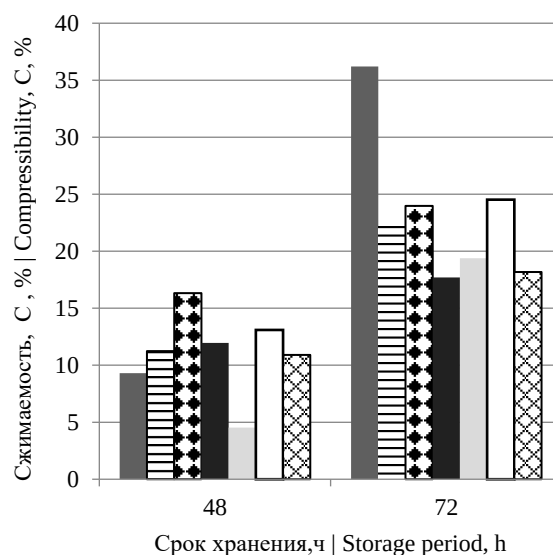
Таблица 4.
Значения структурно-механических свойств мякиша хлеба в процессе хранения

Table 4.

Values of structural and mechanical properties of bread crumb during storage

Показатель текстуры Index Texture	Срок хранения, ч Storage period, h	Контроль Control	Хлеб с использованием дисперсии из пророщенного зерна Bread using sprouted grain dispersion					
			гороха сорта Памяти Хангильдина Pea varieties In memory of Khangildin			фасоли сорта Лукерья Lukerya beans		
			Образец Sample			Sample		
			1	2	3	1	2	3
Общая деформация, $h_{\text{общ}}$, мм General crumb deformation, h_{total} , mm	24	$8,70 \pm 0,30$	$9,25 \pm 0,25$	$9,80 \pm 0,17$	$10,45 \pm 0,19$	$8,82 \pm 0,16$	$10,07 \pm 0,16$	$11,00 \pm 0,25$
	48	$7,89 \pm 0,33$	$8,21 \pm 0,35$	$8,20 \pm 0,21$	$9,20 \pm 0,22$	$8,42 \pm 0,11$	$8,75 \pm 0,28$	$9,80 \pm 0,24$
	72	$5,55 \pm 0,35$	$7,20 \pm 0,29$	$7,45 \pm 0,20$	$8,60 \pm 0,13$	$7,11 \pm 0,20$	$7,60 \pm 0,13$	$9,00 \pm 0,28$
Пластическая деформация, $h_{\text{пл}}$, мм Plastic deformation, h_{pl} , mm	24	$1,92 \pm 0,35$	$2,00 \pm 0,17$	$2,00 \pm 0,30$	$1,95 \pm 0,23$	$2,00 \pm 0,20$	$2,10 \pm 0,14$	$2,30 \pm 0,23$
	48	$1,85 \pm 0,35$	$1,86 \pm 0,15$	$1,87 \pm 0,20$	$1,90 \pm 0,23$	$1,92 \pm 0,17$	$2,00 \pm 0,36$	$2,10 \pm 0,21$
	72	$1,55 \pm 0,15$	$1,68 \pm 0,10$	$1,71 \pm 0,11$	$1,85 \pm 0,09$	$1,70 \pm 0,20$	$1,80 \pm 0,20$	$2,00 \pm 0,20$
Упругая деформация, $h_{\text{упр}}$, мм Elastic deformation, h_{elastic} , mm	24	$6,78 \pm 0,20$	$7,25 \pm 0,25$	$7,80 \pm 0,35$	$8,50 \pm 0,09$	$6,82 \pm 0,16$	$7,97 \pm 0,15$	$8,70 \pm 0,05$
	48	$6,04 \pm 0,13$	$6,35 \pm 0,32$	$6,33 \pm 0,18$	$7,30 \pm 0,18$	$6,50 \pm 0,08$	$6,75 \pm 0,15$	$7,70 \pm 0,10$
	72	$4,00 \pm 0,22$	$5,52 \pm 0,43$	$5,74 \pm 0,12$	$6,75 \pm 0,07$	$5,41 \pm 0,01$	$5,80 \pm 0,36$	$7,00 \pm 0,31$
Эластичность мякиша, Δh Crumb elasticity, Δh	24	$0,78 \pm 0,03$	$0,78 \pm 0,02$	$0,80 \pm 0,03$	$0,81 \pm 0,01$	$0,77 \pm 0,01$	$0,79 \pm 0,01$	$0,79 \pm 0,01$
	48	$0,77 \pm 0,03$	$0,77 \pm 0,02$	$0,77 \pm 0,03$	$0,79 \pm 0,03$	$0,77 \pm 0,03$	$0,77 \pm 0,01$	$0,79 \pm 0,02$
	72	$0,72 \pm 0,02$	$0,77 \pm 0,02$	$0,77 \pm 0,02$	$0,78 \pm 0,03$	$0,76 \pm 0,03$	$0,76 \pm 0,03$	$0,78 \pm 0,03$

Значения показателей общей, пластической и упругой деформаций мякиша опытных и контрольных образцов, при хранении хлеба в течение 24 – 72 ч снижаются. При этом значения показателей общей, пластической и упругой деформаций мякиша опытных образцов остается более высокими по сравнению с контролем. Установлена тенденция к увеличению вышеуказанных показателей по мере возрастания количества дисперсии. Мякиш опытного образца № 3 при хранении в течение 48 и 72 часов сохранял достаточно высокую степень деформации. Эластичность мякиша, по отношению к контрольному образцу, выше на 3,6% и 8,9% при использовании дисперсии из пророщенного зерна гороха и на 2,6% и 7,9% – при использовании дисперсии из пророщенного зерна фасоли. Относительное снижение рассчитано по отношению к показателю контрольного образца. Сжимаемость мякиша хлеба у опытных и контрольного образцов составила менее 40%. Зависимость сжимаемости мякиша хлеба от количества растительной дисперсии при его хранении в течение 24 – 72 ч представлена на рисунке 4.



■ Контроль | Control = 1 ▨ 2 ■ 3 ■ 4 ▤ 5 ▦ 6

Рисунок 4. Зависимость сжимаемости мякиша хлеба контрольного и опытных образцов от продолжительности хранения

Figure 4. Dependence of the compressibility of bread crumb of control and test samples on storage duration

Наименьшее значение сжимаемости мякиша через 72 часа отмечено при внесении 20% растительной дисперсии. При использовании дисперсии из гороха этот показатель составил 17,8%, при внесении дисперсии из фасоли – 18,2%, в то время как у контрольного образца указанный показатель был на уровне 36,2%. Поскольку сжимаемость мякиша является одним из основных показателей, по которому оценивается степень свежести хлеба, полученные данные

свидетельствуют о существенном замедлении скорости черствения.

Также следует отметить, что в процессе 72 часов хранения не выявлено существенных изменений физико-химических и органолептических показателей.

Микробиологические показатели хлебобулочных изделий соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078.01 и ТР ТС 021/2011 (таблица 5).

Таблица 5.

Микробиологические показатели хлеба пшеничного

Table5.

Microbiological characteristics of wheat bread

Показатель Indicator	Допустимые уровни Acceptable levels	Контроль Control	Хлеб с использованием дисперсии из пророщенного зерна Bread using sprouted grain dispersion					
			гороха сорта Памяти Хангильдина pea varieties in memory of Khangildin			фасоли сорта Лукерья Lukerya beans		
			Образец			Sample		
			1	2	3	1	2	3
КМАФАнМ, $\times 10^2$ QMAFAnM, $\times 10^2$	не более 1×10^3 КОЕ/г no more than 1×10^3 CFU/g	(9,33 $\pm$ 1,53)	(8,33 $\pm$ 1,15)	(7,00 $\pm$ 2,00)	(8,33 $\pm$ 1,15)	(8,67 $\pm$ 1,15)	(8,00 $\pm$ 1,73)	(7,67 $\pm$ 1,53)
Плесени Mildew	не более 50 КОЕ/г no more than 50 CFU/g	22,67 $\pm$ 2,51	19,33 $\pm$ 2,08	19,33 $\pm$ 0,57	16,00 $\pm$ 2,64	15,67 $\pm$ 2,08	18,33 $\pm$ 1,53	16,00 $\pm$ 2,64
БГКП (колиформы) Coliform bacteria (coliforms)	не допускаются в 1,0 г not allowed in 1.0 g	Не обнаружено Not detected						
Бактерии рода <i>Proteus</i> Bacteria of the genus <i>Proteus</i>	не допускаются в 0,1 г not allowed in 0.1 g							
<i>S. aureus</i>	не допускаются в 1,0 г not allowed in 1.0 g							
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы Pathogenic microorganisms, including salmonella	не допускаются в 25 г not allowed in 25.0 g							

Таким образом, использование растительной дисперсии в количестве 20% от массы муки в рецептуре хлеба обеспечивает высокие органолептические показатели и стабильность физико-химических показателей в процессе 72 ч хранения, что позволяет говорить о гарантированном сроке годности разрабатываемых хлебобулочных изделий, составляющем 72 часа и сделать предварительный прогноз увеличения срока хранения готового продукта.

Сравнение пищевой ценности контрольного образца хлеба из пшеничной муки по ГОСТ Р 58233–2018 и опытного образца хлеба пшеничного с использованием дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли в количестве 20% свидетельствует о том, что содержание белка в хлебе заметно повышается (таблица 6).

Таблица 6.

Химический состав и энергетическая ценность хлеба пшеничного

Table 6.

Chemical composition and energy value of wheat bread

Показатель Indicator	Хлеб из пшеничной муки по ГОСТ Р 58233–2018 Wheat flour bread according to GOST R 58233– 2018	Хлеб с использованием дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли Bread using a dispersion of sprouted peas and beans	Уточненная физиологическая потребность для взрослых, г/сут Specified physiological requirement for adults, g/day	Степень удовлетворения суточной потребности, % при употреблении 100 г Degree of satisfaction of daily requirement, % when consuming 100 g	
				Хлеб пшеничный по ГОСТ Р 58233– 2018 Wheat bread according to GOST R 58233– 2018	Хлеб с использованием дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли Bread using a dispersion of sprouted peas and beans
Содержание белка, % Protein content, %	6,9	8,0	75–114	9,2–6,0	10,6–7,0
			для мужчин for men		
			60–90	11,5–7,6	13,3–8,8
			для женщин for women		
Содержание жира, % Content fat, %	0,8	0,8	72–127	1,1–0,6	1,1–0,6
			для мужчин for men		
			57–100	1,4–0,8	1,4–0,8
			для женщин for women		
Содержание углеводов, % Content carbohydrates, %	46	47	301–551	15,3–8,3	15,6–8,2
			для мужчин for men		
			238–435	19,3–10,6	19,7–10,8
			для женщин for women		
Энергетическая ценность, Ккал / Кдж Energy value, Kcal/KJ	219 / 915	227 / 950	2150–3800 ккал 2150–3800 Kcal	10,2–5,7	10,6–6,0
			для мужчин for men		
			1700–3000 ккал 1700–3000 Kcal	12,9–7,3	13,4–7,6
			для женщин for women		

Заключение

Совокупный анализ результатов исследования позволяет сделать следующие выводы, 1. С увеличением количества растительной дисперсии к массе муки в рецептуре теста отмечается тенденция к увеличению содержания белка, показателей пористости, удельного объема, общей, пластической и упругой деформаций мякиша.

2. Использование дисперсии из пророщенного зерна гороха или фасоли в количестве 20% от массы муки в технологии хлеба пшеничного положительно влияет не только на органолептические показатели изделия и физико-химические свойства, но и улучшает качество хлеба, сохраняя его свежесть в течение 72 часов хранения.

3. При употреблении 100 г. хлеба с использованием дисперсии обеспечивается степень удовлетворения суточной физиологической

потребности в пищевых веществах для различных групп населения в среднем: в белке – на 9,9%, в жире – на 0,9%, в углеводах – на 13,5% и энергии – на 9,4%, согласно методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.).

Благодарности

Выражаем благодарность доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заместителю директора по научной работе Башкирского НИИ сельского хозяйства Ф.А. Давлетову за предоставленные селекционные сорта гороха и доктору сельскохозяйственных наук, профессору ФГБОУ ВО Омский ГАУ Н.Г. Казыдуб за предоставленные селекционные сорта фасоли.

Литература

- 1 Cabello-Olmo M., Krishnan P.G., Araña M., Oneca M. et al. Analysis, and Sensory Evaluation of Improved Bread Fortified with a Plant-Based Fermented // *Food Product Foods*. 2023. V. 12. № 15. P. 2817. doi: 10.3390/foods12152817
- 2 Ge J., Sun C.X., Corke H., Gul K. et al. The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (*Pisum sativum* L.) protein: Current status, challenges, and perspectives // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020. V. 19. № 4. P. 1835–1876. doi: 10.1111/1541-4337.12573
- 3 Hertzler S.R., Lieblein-Boff J.C., Weiler M., Allgeier C. Plant proteins: assessing their nutritional quality and effects on health and physical function // *Nutrients*. 2020. V. 12. P. 3704. doi: 10.3390/nu12123704
- 4 Krause S., Asamoah E.A., Huc-Mathis D., Moulin G. et al. Applicability of pea ingredients in baked products: Links between formulation, reactivity potential and physicochemical properties // *Food chemistry*. 2022. V. 386. P. 132653. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132653
- 5 Krause S., Debon S., Pälchen K., Jakobi R. et al. *In vitro* digestion of protein and starch in sponge cakes formulated with pea (*Pisum sativum* L.) ingredients // *Food function*. 2022. V. 21/13. № 6. P. 3206–3219. doi: 10.1039/d1fo03601g
- 6 Leonova S., Kalugina O., Badamshina E., Zhiarno M. et al. Conditions for making plant dispersions based on nature-like technologies // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2023. № 51(2). P. 13088. doi: 10.15835/nbha51213088
- 7 Lu Z.H., Donner E., Liu Q. Effect of roasted pea flour/starch and encapsulated pea starch incorporation on the *in vitro* starch digestibility of pea breads // *Food chemistry*. 2018. V. 245. P. 71–78. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.10.037
- 8 Nilufer D., Boyacioglu D., Vodovotz Y. Functionality of soymilk powder and its components in fresh soy bread // *Journal of Food Science and Technology*. 2008. V. 73. № 4. P. 275–81. doi: 10.1111/j. 1750-3841.2008.00727
- 9 Sharif M.K., Saleem M., Sharif H.R., Saleem R. Enrichment and fortification of traditional foods with plant protein isolates // *Plant Protein Foods*. P. 131–169. doi: 10.1007/978-3-030-91206-2_5
- 10 Wójcik M., Różyło R., Schönlechner R. Physico-chemical properties of an innovative gluten-free, low-carbohydrate and high protein-bread enriched with pea protein powder // *Scientific Reports*. 2021. V. 11. P. 14498. doi: 10.1038/s41598-021-93834-0
- 11 Белокурова Е.В., Солохин С.А. Пробиотические сыворотки в технологии булочных изделий // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. № 11–2 (42). С. 18–19.
- 12 Бисцова Ф.А. Влияние смеси различных видов муки на качество хлебобулочных изделий // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. 2020. № 2 (28). С. 45–50.
- 13 Бобков С.В., Уварова О.В. Разработка оптимального метода получения изолированных белков гороха для использования в селекции на качество // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2020. № 4. С. 408–416.
- 14 Бычкова Е.С., Подгорбунских Е.М., Рождественская Л.Н., Бухтояров В.А. и др. Разработка технологии хлебобулочных изделий с введением горохового гидролизата // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2022. № 3. С. 56–66.
- 15 Вебер А.Л., Леонова С.А., Никифорова С.А., Жиарно М. Сравнительный анализ пищевой ценности и цитотоксичности растительных дисперсий из сортов гороха и фасоли отечественной селекции // *Вестник ВГУИТ*. 2021. № 83(4). С. 160–168. doi: 10.20914/2310-1202-2021-4-160-168
- 16 Киселев В.М., Григорьева Р.З., Зоркина Н.Н. Разработка рецептуры и технологии бисквитного полуфабриката повышенной пищевой ценности // *Техника и технология пищевых производств*. 2010. № 4 (19).
- 17 Ладнова О.Л., Корячкина С.Я., Корячкин В.П., Большакова Л.С. Разработка технологии функциональных хлебобулочных изделий // *Техника и технология пищевых производств*. 2023. Т. 53. № 3. С. 576–590. doi: 10.21603/2074-9414-2023-3-2458
- 18 Леушкина В.В., Вебер А.Л. Эффективность производства инновационных продуктов сегмента «dairy alternatives» в условиях Омского региона // *Креативная экономика*. 2022. Т. 16. № 2. С. 1117–1132. doi: 10.18334/ce.16.3.114421
- 19 Пономаренко В.М., Федорова Р.А. Изучение влияния белоксодержащей добавки на сроки хранения пшеничного хлеба // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2014. № 34. С. 40–43.
- 20 Пригарина О.М. Использование сои в технологии биологически ценного зернового ржано-пшеничного хлеба // *Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков*. 2014. № 6. С. 38–41.
- 21 Ребрий П.И., Присяжная О.Н., Камоза Т.Л., Иванова Г.В. Исследование возможности использования изолята гороховой муки в производстве бисквитного полуфабриката // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 1 (154). С. 96–102.
- 22 Скрипко О.В., Кубанкова Г.В., Покотило О.В., Исайчева Н.Ю. Разработка технологии новых видов хлебобулочных изделий с использованием соевого сырья // *Техника и технология пищевых производств*. 2015. № 2 (37). С. 41–47.

References

- 1 Cabello-Olmo M., Krishnan P.G., Araña M., Oneca M. et al. Analysis, and Sensory Evaluation of Improved Bread Fortified with a Plant-Based Fermented. *Food Product Foods*. 2023. vol. 12. no. 15. pp. 2817. doi: 10.3390/foods12152817
- 2 Ge J., Sun C.X., Corke H., Gul K. et al. The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (*Pisum sativum* L.) protein: Current status, challenges, and perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020. vol. 19. no. 4. pp. 1835–1876. doi: 10.1111/1541-4337.12573
- 3 Hertzler S.R., Lieblein-Boff J.C., Weiler M., Allgeier C. Plant proteins: assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. *Nutrients*. 2020. vol. 12. pp. 3704. doi: 10.3390/nu12123704
- 4 Krause S., Asamoah E.A., Huc-Mathis D., Moulin G. et al. Applicability of pea ingredients in baked products: Links between formulation, reactivity potential and physicochemical properties. *Food chemistry*. 2022. vol. 386. pp. 132653. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132653
- 5 Krause S., Debon S., Pälchen K., Jakobi R. et al. *In vitro* digestion of protein and starch in sponge cakes formulated with pea (*Pisum sativum* L.) ingredients. *Food function*. 2022. vol. 21/13. no. 6. pp. 3206–3219. doi: 10.1039/d1fo03601g
- 6 Leonova S., Kalugina O., Badamshina E., Zhiarno M. et al. Conditions for making plant dispersions based on nature-like technologies. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2023. no. 51(2). pp. 13088. doi: 10.15835/nbha51213088

- 7 Lu Z.H., Donner E., Liu Q. Effect of roasted pea flour/starch and encapsulated pea starch incorporation on the in vitro starch digestibility of pea breads. Food chemistry. 2018. vol. 245. pp. 71–78. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.10.037
- 8 Nilufer D., Boyacioglu D., Vodovotz Y. Functionality of soymilk powder and its components in fresh soy bread. Journal of Food Science and Technology. 2008. vol. 73. no. 4. pp. 275–81. doi: 10.1111/j. 1750–3841.2008.00727
- 9 Sharif M.K., Saleem M., Sharif H.R., Saleem R. Enrichment and fortification of traditional foods with plant protein isolates. Plant Protein Foods. pp. 131–169. doi: 10.1007/978–3–030–91206–2_5
- 10 Wójcik M., Różyło R., Schönlechner R. Physico-chemical properties of an innovative gluten-free, low-carbohydrate and high protein-bread enriched with pea protein powder. Scientific Reports. 2021. vol. 11. pp. 14498. doi: 10.1038/s41598–021–93834–0
- 11 Belokurova E.V., Solokhin S.A. Probiotic serums in bakery technology. International Scientific Research Journal. 2015. no. 11–2 (42). pp. 18–19. (in Russian).
- 12 Bischokova F.A. The influence of a mixture of different types of flour on the quality of bakery products. News of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after. V.M. Kokova. 2020. no. 2 (28). pp.45–50. (in Russian).
- 13 Bobkov S.V., Uvarova O.V. Development of an optimal method for obtaining isolated pea proteins for use in breeding for quality. Agricultural Science of the Euro-North-East. 2020. no. 4. pp. 408–416. (in Russian).
- 14 Bychkova E.S., Podgorbunskikh E.M., Rozhdestvenskaya L.N., Bukhtoyarov V.A., et al. Development of technology for bakery products with the introduction of pea hydrolysate. Storage and processing of agricultural raw materials. 2022. no. 3. pp. 56–66. (in Russian).
- 15 Weber A.L., Leonova S.A., Nikiforova S.A., Zhiarno M. Comparative analysis of the nutritional value and cytotoxicity of plant dispersions from varieties of peas and beans of domestic selection. Proceedings of VSUET. 2021. no. 83(4). pp. 160–168. doi: 10.20914/2310–1202–2021–4–160–168 (in Russian).
- 16 Kiselev V.M., Grigorieva R.Z., Zorkina N.N. Development of recipes and technology for semi-finished biscuit product of high nutritional value. Technology and technology of food production. 2010. no. 4 (19). (in Russian).
- 17 Ladnova O.L., Koryachkina S. Ya., Koryachkin V.P., Bolshakova L.S. Development of technology for functional bakery products. Technology and technology of food production. 2023. vol. 53. no. 3. pp. 576–590. doi.org/10.21603/2074–9414–2023–3–2458 (in Russian).
- 18 Leushkina V.V., Weber A.L. Efficiency of production of innovative products in the “dairy alternatives” segment in the conditions of the Omsk region. Creative Economy. 2022. V. 16. no. 2. pp. 1117–1132. doi: 10.18334/ce.16.3.114421 (in Russian).
- 19 Ponomarenko V.M., Fedorova P.A. Study of the influence of protein-containing additives on the shelf life of wheat bread. News of the St. Petersburg State Agrarian University. 2014. no. 34. pp. 40–43. (in Russian).
- 20 Prigarina O.M. The use of soybeans in the technology of biologically valuable grain rye-wheat bread. Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century. 2014. no. 6. pp.38–41. (in Russian).
- 21 Rebriy P.I., Prisyazhnaya O.N., Kamosa T.L., Ivanova G.V. Study of the possibility of using pea flour isolate in the production of biscuit semi-finished product. Bulletin of KrasGAU. 2020. no. 1 (154). pp.96–102. (in Russian).
- 22 Skripko O.V., Kubankova G.V., Pokotilo O.V., Isaycheva N. Yu. Development of technology for new types of bakery products using soy raw materials. Technology and technology of food production. 2015. no. 2 (37).pp.41–47. (in Russian).

Сведения об авторах

Анна Л. Вебер к.т.н., доцент, кафедра продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Институтская пл., 2, г. Омск, 644008, Россия, anna.web@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0715-0426>

Светлана А. Леонова д.т.н., профессор, кафедра общественного питания и технологии, Башкирский государственный аграрный университет, ул.50-летия Октября, 34, г. Уфа, 450001, Россия, s.leonova@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7613-430X>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Anna L. Veber Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and food biotechnology department, Omsk State Agrarian University named after P.A.Stolypin, Institutskaia sq. 2, Omsk, 644008, Russia, anna.web@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0715-0426>

Svetlana A. Leonova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of catering and processing department, Bashkir State Agrarian University, 50-letiya Oktyabrya Str., 34, Ufa, 450054, Russia, s.leonova@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7613-430X>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 15/04/2024	После редакции 16/05/2024	Принята в печать 03/06/2024
Received 15/04/2024	Accepted in revised 16/05/2024	Accepted 03/06/2024