

Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства обогащенных хлебобулочных изделий

Дмитрий И. Девяткин ¹	devyatkd@mail.ru	 0000-0002-5457-1613
Наталия А. Лесникова ¹	lista507@rambler.ru	 0000-0001-6765-7064
Денис С. Мысаков ¹	mysakov_ds@usue.ru	 0000-0003-0514-9413

¹ Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия

Аннотация. Стремление поддерживать здоровый образ жизни определяет структуру спроса граждан Российской Федерации на продукты питания первой необходимости. Разработка новых технологий и рецептов продукции здорового питания является актуальной задачей для производителей, является приоритетным направлением Министерства здравоохранения и поддерживается на государственном уровне. Основной тенденцией развития хлебопекарного производства является увеличение спроса населения на хлебобулочные изделия специального назначения, а также на функционально-обогащенные продукты. Предпочтение отдается изделиям, не уступающим по качеству продукции традиционного наименования, успешность реализации такой продукции определяется временными и технологическими затратами. При подборе используемых в производстве функциональных пищевых ингредиентов важно учитывать не только их влияние на компонентный состав и качество готовой продукции, но и на особенности ведения технологического процесса. Так, использование сочетания конопляной муки с арабиногалактом в рецептуре хлеба из пшеничной обойной муки позволяет уменьшить продолжительность замеса и брожения теста, расстойки и выпечки хлеба. Проведенный органолептический анализ готовых изделий показал, что запах, форма, поверхность, состояние мякиша при замещении пшеничной муки на 6 и 8 % конопляной муки и 2,5 % арабиногалактана фактически не изменились. Вносимые добавки замедляют процесс старения хлеба, о чем свидетельствуют проведенные физико-химические испытания. Установлен срок хранения обогащенного хлеба – 3 суток при температуре 20 ± 2 °С. Исследованиями доказано, что внесение биологически активных добавок в хлеб увеличивает антиоксидантную способность, которая по истечению 3 суток хранения снижается на 18 %.

Ключевые слова: функциональный хлеб, арабиногалактан, конопляная мука, водопоглотительная способность, сенсорный профиль, срок годности, антиоксидантная активность.

Justification of the raw materials used and the component composition for the production of enriched bakery products

Dmitry I. Devyatkin ¹	devyatkd@mail.ru	 0000-0002-5457-1613
Natalia A. Lesnikova ¹	lista507@rambler.ru	 0000-0001-6765-7064
Denis S. Mysakov ¹	mysakov_ds@usue.ru	 0000-0003-0514-9413

¹ Ural State University of Economics, ul. 8 Marta/Narodnoy Voli, 62/45Yekaterinburg, 620144, Russia

Abstract. The desire to maintain a healthy lifestyle determines the structure of the demand of citizens of the Russian Federation for essential food. The development of new technologies and formulations of healthy food products is an urgent task for manufacturers, is a priority of the Ministry of Health Protection and is supported at the state level. The main trend in the development of bakery production is an increase in the demand of the population for bakery products for special purposes, as well as for functionally enriched products. Preference is given to products that are not inferior in quality to products of the traditional name, the success of the sale of such products is determined by time and technological costs. When selecting functional food ingredients used in production, it is important to take into account not only their effect on the component composition and quality of finished products, but also on the specifics of the technological process. Thus, the use of a combination of hemp flour with arabinogalactan in the recipe of bread made from wheat flour makes it possible to reduce the duration of kneading and fermentation of dough, proofing and baking bread. The organoleptic analysis of the finished products showed that the smell, shape, surface, and condition of the crumb did not actually change when wheat flour was replaced with 6 and 8 % hemp flour and 2.5 % arabinogalactan. The added additives slow down the aging process of bread, as evidenced by the conducted physico-chemical tests. The shelf life of enriched bread is 3 days at a temperature of 20 ± 2 °C. Studies have proven that the introduction of biologically active additives into bread increases the antioxidant capacity, which decreases by 18 % after 3 days of storage.

Keywords: functional bread, arabinogalactan, hemp flour, water absorption capacity, sensory profile, shelf life, antioxidant activity.

Введение

Повышение пищевой и биологической ценности хлеба как продукта первой необходимости в потребительской корзине россиян является актуальной задачей для производителей с учетом тенденции повышения спроса потребителей на нетрадиционные наименования продукта [1].

Поддерживаемое на государственном уровне развитие ассортимента наиболее популярных видов продукции, обогащенных биологически активными пищевыми ингредиентами, направлено на устранение дефицита витаминов и минеральных веществ в питании граждан Российской Федерации [2–4]. Для достижения успешности от внедрения в промышленное производство

Для цитирования

Девяткин Д.И., Лесникова Н.А., Мысаков Д.С. Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства обогащенных хлебобулочных изделий // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 4. С. 108–115. doi:10.20914/2310-1202-2024-4-108-115

For citation

Devyatkin D.I., Lesnikova N.A., Mysakov D.S. Justification of the raw materials used and the component composition for the production of enriched bakery products. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 4. pp. 108–115. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-4-108-115

новых подходов в технологии обогащенного хлеба значимым аспектом является анализ факторов, определяющих технологические параметры производства, качество и пищевую полноценность конечного продукта [5–7].

Научная новизна исследования заключается в исследовании динамики физико-химических процессов на основных этапах производства хлеба при внесении биологически активных компонентов; а также в анализе пищевой ценности и антиоксидантной активности хлеба обновленного ассортимента.

В настоящее время наблюдается снижение спроса потребителей на хлебобулочные изделия и рост цен на данный вид продукции. За последние 20 лет наблюдается снижение спроса на традиционные сорта (около 40–50%) в связи с изменением структуры питания отдельных категорий населения, что приводит к общему сокращению объемов производства хлеба. В настоящее время при покупке продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий, потребители отдают предпочтение продукции здорового питания [8].

Таким образом, приоритетная задача производителей – расширение ассортимента выпускаемой продукции с уклоном на производство нетрадиционных сортов хлеба. Расширяют ассортимент в основном за счет производства продуктов специального назначения (для детского, диабетического, профилактического и функционального питания), а также добавлением в состав хлеба различных обогащительных добавок.

Арабиногалактан – полисахарид, хорошо растворимый в воде, термоустойчив, не имеет специфического запаха и вкуса, устойчив в кислой среде, обладает высокой биологической активностью [8].

Сочетание арабиногалактана с конопляной мукой, благодаря высокому содержанию биологически активных веществ, имеет ряд полезных для организма человека свойств [8, 10–12].

Представленные функциональные пищевые ингредиенты имеют свои особенности влияния на технологический процесс производства хлеба.

Одновременное их использование компенсирует недостатки каждого компонента и в целом положительно влияет на технологический процесс производства хлебобулочных изделий. При введении в рецептуру конопляной муки следует учесть отсутствие в ней клейковины, однако арабиногалактан способствует поднятию теста, стимулируя рост дрожжей и увеличивая количество образуемого ими углекислого газа, а жир, содержащийся в конопляной муке, приводит к повышению газодерживающей

способности теста [8, 10–12]. К основным задачам научной работы относится разработка рецептуры функционального хлеба с конопляной мукой и арабиногалактаном, проведение органолептических и физико-химических испытаний готовых изделий, а также изучение антиоксидантных свойств и хранимоспособности хлеба [13].

Цель работы – изучение особенностей применения биологически активных добавок (конопляной муки и арабиногалактана) в производстве хлеба и оценка их качества. Для приготовления использовалась пшеничная обойная мука, обладающая более полезными для организма свойствами, чем пшеничная мука более высших сортов [9].

Материалы и методы

Объектами исследования являются контрольный образец хлеба подового из пшеничной обойной муки, приготовленный по стандартной рецептуре, взятой из сборника технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий, а также три опытных образца хлеба с замещением пшеничной муки на арабиногалактан в количестве 2,5% и конопляную муку в 6; 8 и 10% соответственно (образцы 6 КМ, 8 КМ и 10 КМ соответственно) [14, 15].

Рациональный вариант внесения арабиногалактана в состав хлеба определялся с учетом его потребления дрожжами в процессе брожения путем его добавления в дрожжевую суспензию. Составлены производственные рецептуры четырех экспериментальных образцов с учетом водопоглощительной способности (ВПС) мучной смеси с арабиногалактаном.

При этом учитывалось положение, представленное в приложении № 19 к СанПиН 2.3.2.1078–01: «продукт считается обогащенным при условии, что его усредненная суточная порция содержит от 15 до 50% витаминов и/или минеральных веществ от нормы физиологической потребности человека».

Сущность метода определения ВПС заключается в добавлении воды к определенной массе мучной смеси до формирования теста с оптимальными реологическими свойствами.

Производство хлеба осуществлялось по стандартной технологической схеме производства подового хлеба из пшеничной обойной муки безопарным способом с внесением соответствующих корректировок. Замес теста производился до образования однородной упругопластичной капиллярно-пористой массы.

Динамика биохимических процессов в период созревания теста оценивалась по уровню pH и органолептическим показателям (согласно ГОСТ 31986–2012).

Окончание процесса брожения определяли с учетом динамики уровня pH по следующим признакам: тесто увеличивалось в объеме в 2,5 раза, приобретало приятный спиртовой запах и выпуклую поверхность.

Определение титруемой кислотности полуфабрикатов производилось по ускоренному методу, приведенному в ГОСТ 5670–96; Органолептические показатели определяли по ГОСТ Р 58233–2018 по разработанной 5-бальной шкале для оценки; Влажность изделий определяли по ГОСТ 21094–2022, пористость мякиша – по ГОСТ 5669–96.

Степень удовлетворения суточной потребности человека в нутриентах определяли в соответствии с МР 2.3.1.0253–21.

Опытные и контрольные образцы хлеба упаковывали и хранили в течение 3 часов и 3-х суток при температуре 20 ± 2 °C и относительной влажности 80% [16, 17]. Для определения хранимоспособности определены: кислотность, пористость и влажность мякиша, уровень антиоксидантной активности и содержание полифенольных компонентов, кислотное и перекисное число. Общую антиоксидантную активность

определяли методом DPPH (%). Общее количество полифенольных соединений определяли с использованием реактива Фолина-Чокальтеу. Кислотное число определяли по ГОСТ 31700–2012. Перекисное число жира определяли по ГОСТ ISO 3960–2020 [18–20].

Результаты и обсуждение

По результатам проведенных исследований выяснено, что рациональным вариантом внесения арабиногалактана в состав хлеба является замещение им 2,5% количества используемой пшеничной муки. При этом 1% полисахарида утилизируется дрожжами благодаря его пребиотическим свойствам. Результаты анализа водопоглотительной способности мучных смесей представлены в таблице 1.

Установлена положительная корреляция между количеством конопляной муки и арабиногалактана в рецептуре и ВПС мучной смеси.

Составленные производственные рецептуры опытных образцов хлеба с учетом корректировки количества используемой воды для приготовления теста представлены в таблице 2.

Таблица 1.

Значения водопоглотительной способности мучных смесей

Table 1.

Water absorption capacity values of flour mixtures

Образец смеси Sample mixture	Отношение количества смеси к количеству воды, г:мл Ratio of mixture amount to water amount, g:ml	Value of the VPS, %
Пшеничная мука Wheat flour	25:18	72
Пшеничная мука, конопляная мука и арабиногалактан: 22,9:1,5:0,6 Wheat flour, hemp flour and arabinogalactan: 22.9:1.5:0.6	25:18,8	75,2
Пшеничная мука, конопляная мука и арабиногалактан: 22,4:2:0,6 Wheat flour, hemp flour and arabinogalactan: 22.4:2:0.6	25:18,9	75,6
Пшеничная мука, конопляная мука и арабиногалактан: 21,9:2,5:0,6 Wheat flour, hemp flour and arabinogalactan: 21.9:2.5:0.6	25:19,1	76,4

Таблица 2.

Скорректированные производственные рецептуры образцов

Table 2.

Adjusted production recipes of samples

Компонент Component	Расход, г Consumption, g			
	образец 6 КМ sample 6 KM	образец 8 КМ sample 8 KM	образец 10 КМ sample 10 KM	контроль control
Мука пшеничная обойная Whole wheat flour	183,00	179,00	175,00	200,00
Мука конопляная Hemp flour	12,00	16,00	20,00	-
Арабиногалактан Arabinogalactan	5,00	5,00	5,00	-
Соль/вода на раствор Salt/water for solution	2,60/9,78	2,60/9,78	2,60/9,78	2,60/9,78
Дрожжи/вода на суспензию Yeast/water for suspension	1,00/3,00	1,00/3,00	1,00/3,00	1,00/3,00
Вода Water	137,62	138,42	140,02	131,34

Замес теста контрольного образца производился в течение 5,9 минут, образца 6 КМ – в течение 6,4 минут. При увеличении количества добавляемой конопляной муки до 8 и 10% время замеса уменьшилось до 6,1 и 5,7 минут соответственно. Установлено, что при добавлении

арабиногалактана тесто обладает повышенной эластичностью.

Зависимость значения активной кислотности теста от времени брожения для экспериментальных образцов представлена на рисунке 1.

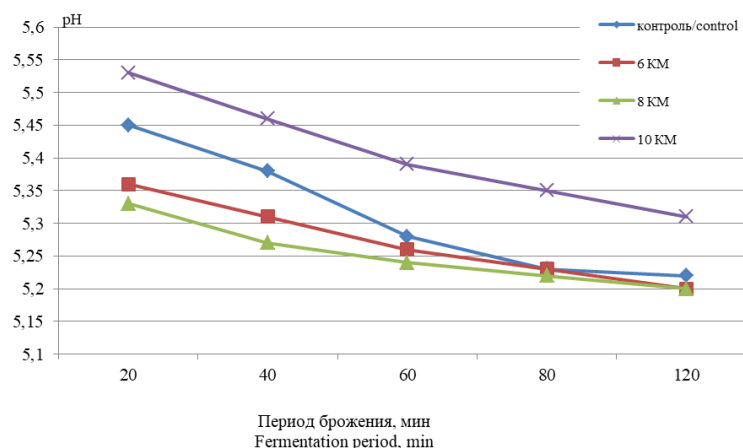


Рисунок 1. Динамика уровня pH в процессе брожения тестовых полуфабрикатов

Figure 1. Dynamics of pH level during fermentation of semi-finished dough products Fermentation period, min

В соответствии с полученными результатами принято решение сократить время брожения контрольного образца до 1,7 часа, образца 6 КМ до 1,5 часов, образца 8 КМ и 10 КМ до 1,3 часа. Исходя из полученных значений, время расстойки образца 6 КМ было уменьшено на 11,76% с 35 до 30,9 минут, образца 8 КМ и 10 КМ – на 23,53% до 26,8 минут.

Продолжительность выпечки для первого и контрольного образца составило 22 минут, для второго и третьего – 19 минут, температура среды пекарной камеры равнялась 180 °С.

Таким образом, использование в технологии хлеба композиции вносимых добавок позволяет сократить длительность данных процессов на 11–24%. Наиболее активно процессы брожения протекали в образцах при внесении 8 и 10% конопляной муки.

Результаты органолептической балльной оценки фиксировались на сенсорном профиле экспериментальных образцов, представленном на рисунке 2.

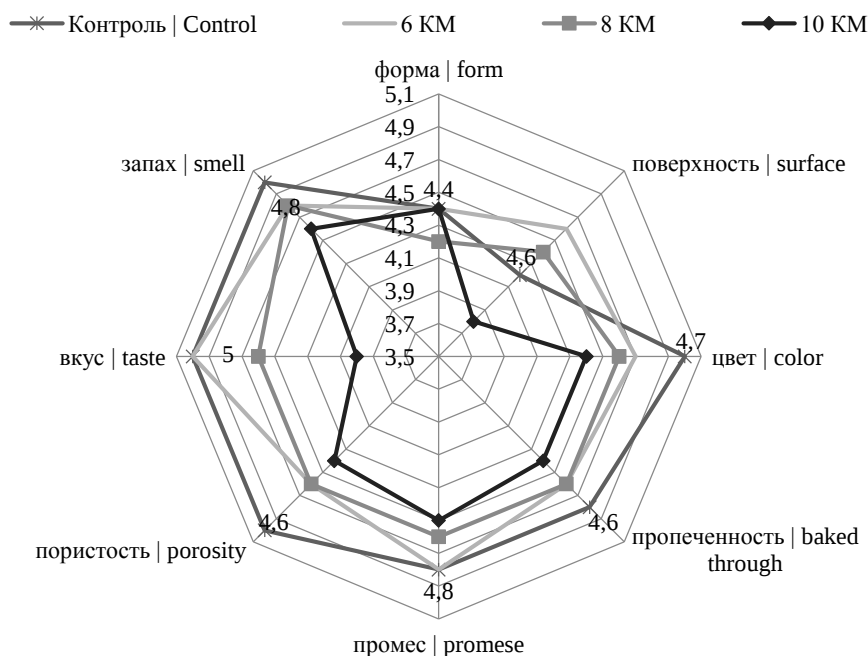


Рисунок 2. Сенсорный профиль экспериментальных образцов хлеба

Figure 2. Sensory profile of experimental bread samples

Установлено, что при внесении конопляной муки в опытный образец в количестве 6 и 8% поверхность, форма, вкус, запах, состояние мякиша хлеба не изменились в сравнении

с контрольным образцом. Результаты физико-химических испытаний экспериментальных образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Физико-химические показатели качества экспериментальных образцов

Table 3.

Physicochemical quality indicators of experimental samples

Экспериментальный образец хлеба Experimental sample of bread	Влажность мякиша, % Crumb moisture, %	Титруемая кислотность мякиша, град. Titratable acidity of crumb, deg.	Пористость мякиша, % Crumb porosity, %
Контроль Control	47,0 ± 0,45	5,5 ± 0,25	55,0 ± 0,4
6 КМ 6 KM	45,5 ± 0,50	5,0 ± 0,20	56,0 ± 0,5
8 КМ 8 KM	46,0 ± 0,45	4,5 ± 0,23	57,0 ± 0,6
10 КМ 10 KM	46,0 ± 0,40	4,5 ± 0,22	57,0 ± 0,6

В образцах готовых свежеспекаемых ХБИ наблюдали незначительные различия в значениях пористости, влажности и титруемой кислотности мякиша, все показатели находились в пределах норм, установленных требованиями ГОСТ 58233–2018.

Степень удовлетворения суточной потребности в основных нутриентах при употреблении рекомендованной нормы ХБИ (175 г согласно приказу Минздрава России от 19.08.2016 № 614) представлена в таблице 4.

Таблица 4.

Удовлетворение суточной потребности в основных нутриентах при употреблении рекомендуемой нормы хлеба (175 г), %

Table 4.

Satisfaction of daily requirement for essential nutrients when consuming the recommended amount of bread (175 g), %

Пищевые вещества Nutrients	Степень удовлетворения суточной потребности, % Degree of satisfaction of daily requirement, %			
	контроль control	образец 6 КМ sample 6 KM	образец 8 КМ sample 8 KM	образец 10 КМ sample 10 KM
Белки Proteins	11,00	11,70	12,10	12,30
Жиры Fats	1,70	2,00	2,10	2,10
Углеводы усвояемые Digestible carbohydrates	13,40	12,70	12,50	12,30
Пищевые волокна Dietary fiber	9,0	21,00	22,00	23,00
минеральные вещества mineral substances				
Фосфор Phosphorus	39,00	46,00	50,00	53,00
Магний Magnesium	18,10	26,80	29,90	32,70
Железо Iron	21,10	21,80	22,30	22,50
Марганец Manganese	24,20	38,86	47,40	55,51
Цинк Zinc	13,40	17,60	19,10	20,40
витамины vitamins				
Тиамин Thiamine	16,50	25,50	28,60	31,60
Пиридоксин Pyridoxine	23,00	22,00	22,00	22,00
Ниацин Niacin	33,00	32,00	32,00	32,00
Токоферол Tocopherol	14,20	15,20	15,70	16,10
Бета-каротин Beta-carotene	1,00	14,00	23,00	26,00
Энергетическая ценность Energy value	9,20	8,90	8,9	8,8

Степень удовлетворения суточной потребности при использовании в рационе 175 г. разработанных изделий выше, чем у контрольного образца: в пищевых волокнах в 2,3–2,5 раза, магнии – в 1,5–1,8 раз, марганце – в 1,6–2,3 раза,

цинке – в 1,3–1,5 раза, тиамина – в 1,5–1,9 раз, в бета-каротине – в 14,0–26,0 раз.

Динамика изменения физико-химических показателей хлебобулочных изделий после 3 суток хранения представлены на рисунке 3.

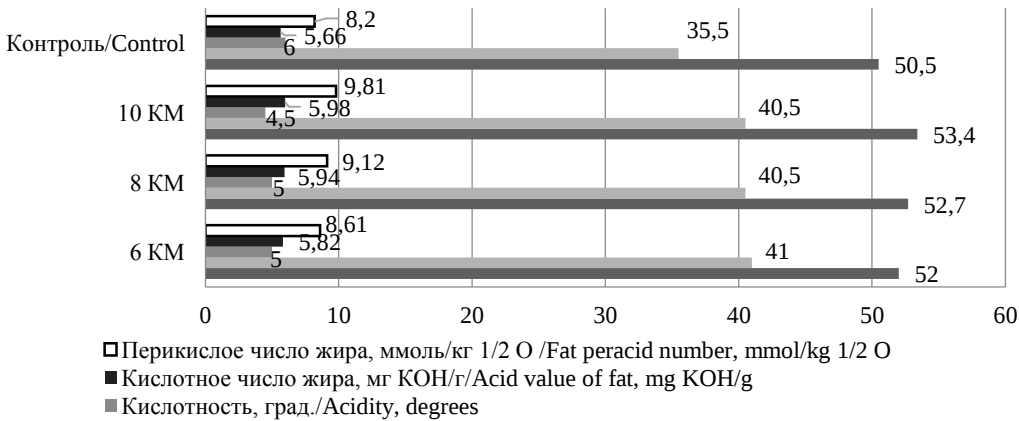


Рисунок 3. Динамика физико-химических показателей образцов хлеба в процессе хранения
Figure 3. Dynamics of physical and chemical parameters of bread samples during storage

Проведенные физико-химические испытания показали, что внесение конопляной муки и арабиногалактана в хлеб позволяют замедлить процесс его черствения, срок хранения неупакованного хлеба из пшеничной муки согласно ГОСТ 58233–2018 составляет 24 ч. Установлен срок хранения хлеба с внесением конопляной

муки и арабиногалактана в течение 3 суток при температуре 20 ± 2 °С.

Динамика антиоксидантной активности и содержания полифенольных соединений в обогащенном хлебе в процессе хранения представлены на рисунке 4.

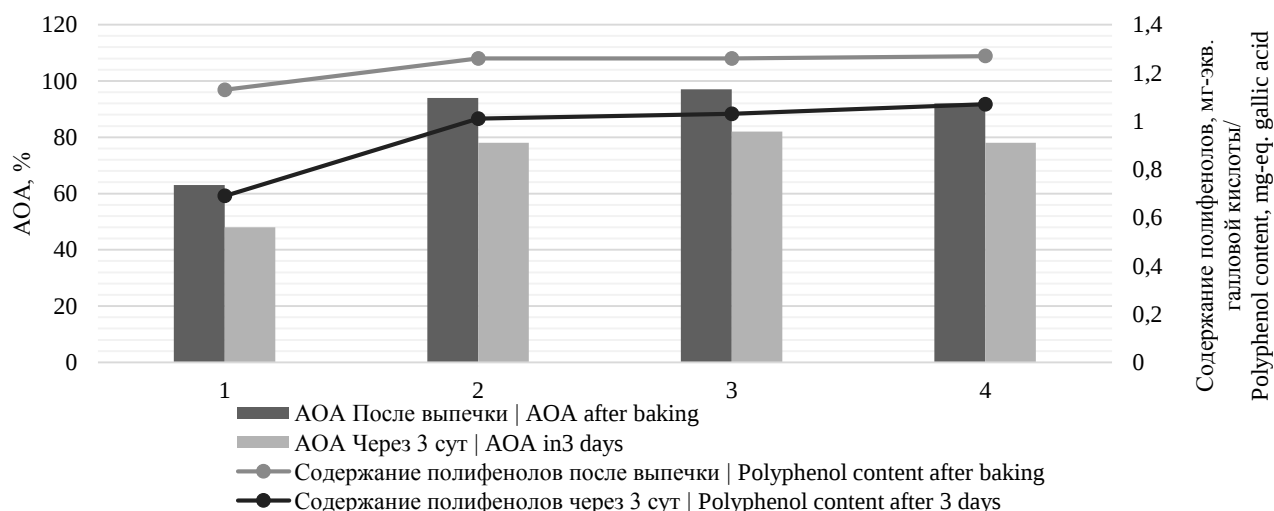


Рисунок 4. Динамика антиоксидантных свойств хлеба

Figure 4. Dynamics of antioxidant properties of bread

Результаты проведенного анализа свидетельствуют, что вводимые в состав хлеба добавки: конопляная мука и арабиногалактан способствуют увеличению показателей антиоксидантной активности.

Закключение

Проведенное исследование доказывает перспективность использования биологически активных веществ (конопляной муки и арабиногалактана) в технологии производства хлеба. Интенсификация биохимических и коллоидных процессов позволяет сократить продолжительность замеса, брожения и расстойки теста в среднем на 17,7%.

При внесении в состав хлеба добавок в количестве 6–8% органолептические и физико-

химические показатели качества опытных образцов изделий практически не изменились.

После 3 суток хранения опытных образцов наблюдается снижение влажности в среднем на 11%; увеличение кислотности в среднем на 10% и снижение пористости в среднем на 7%, при этом показатели находились в пределах норм. Возрастает также кислотное и перекисное число жировой фракции пищевой системы образцов хлеба – в среднем на 15 и 25% соответственно. Антиоксидантная активность хлеба после 3 суток хранения максимально снизилась на 18%. В соответствии с полученными данными установлен срок хранения хлеба с внесением конопляной муки и арабиногалактана в течение 3 суток при температуре 20 ± 2 °С.

Литература

- 1 Ertosun, S., Falcão, S.I., Aylanc, V., Tomas A.V. et al. The impact of bee product incorporation on the processing properties, nutritional value, sensory acceptance, and microbial stability of bread. *Food Measure*. 2024. V.18. P. 451–463. doi:10.1007/s11694–023–02172–4
- 2 Рождественская Л.Н., Романенко С.П., Чугунова О.В. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья // *Индустрия питания*. 2023. Т. 8. № 2. С. 63–72. doi: 10.29141/2500–1922–2023–8–2–7
- 3 Маюрникова Л.А., Кокшаров А.А., Крапива Т.В., Дриль А.А. Новые технологии сферы питания в целях повышения эффективности профилактики алиментарно-зависимых заболеваний // *Индустрия питания*. 2024. Т. 9. № 3. С. 5–15. doi: 10.29141/2500–1922–2024–9–3–1.
- 4 Hall-Faul M., D'Angelo K.A., Libal K. Promoting Food Justice and the Right to Adequate Food in Social Work Education. *J. Hum. Rights Soc. Work*. 2024. V. 9. P. 129–138. doi:10.1007/s41134–023–00286–9
- 5 Amoah, I., Cairncross, C., Osei, E.O., Yeboah J.A. et al. Bioactive Properties of Bread Formulated with Plant-based Functional Ingredients Before Consumption and Possible Links with Health Outcomes After Consumption. A Review. *Plant Foods Hum Nutr*. 2022. V. 77. P. 329–339. doi:10.1007/s11130–022–00993–0

- 6 Chiranthika, N.N.G., Chandrasekara, A., Gunathilake, K.D.P.P. Physicochemical, in vitro antidiabetic and sensory characteristics of leavened functional bread made with *Lasia spinosa* and *Nelumbo nucifera* rhizome flours composited with wheat flour. *Food Prod Process and Nutr.* 2024. №6. P. 33 doi:10.1186/s43014-023-00179-4
- 7 Galenko, O., Shevchenko, A., Ceccanti, C., Mignani C. et al. Transformative shifts in dough and bread structure with pumpkin seed protein concentrate enrichment. *Eur Food Res Technology.* 2024. V. 250. P.1177–1188. doi:10.1007/s00217-023-04454-z
- 8 Вейберов, А.В. Современное состояние и тренды развития рынка хлеба в Российской Федерации // *Инновации. Наука. Образование.* 2021. № 32. С. 1331–1338.
- 9 Iztayev, A., Kulazhanov, T., Iskakova, G. Alimardanova, M. et al. The innovative technology of dough preparation for bread by the accelerated ion–ozone cavitation method. *Sci Rep.* 2023. V. 13. P.17937. doi:10.1038/s41598-023-44820-1
- 10 Ertaş, N. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour / N. Ertaş, M. Aslan // *ActaScientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria.* 2020. V. 19. № 2. P. 177-184. doi:10.17306/J.AFS.0795
- 11 Calzolari D., Rocchetti G., Lucini L., Amaducci S. The variety, terroir, and harvest types affect the yield and the phenolic and sterolic profiles of hemp seed oil. // *Food Research International.* 2021. V.142. P. 110212. doi: 10.1016/j.foodres.2021.110212
- 12 Elfadil E., Babiker N. U., Juhaimi F.A., Isam A.M. Ahmed et al. Effect of roasting on antioxidative properties, polyphenol profile and fatty acids composition of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. // *LWT.* 2021. V. 139. P.110537.
- 13 Zhang, G., Li, Z. Impact of melon seed oil cake with different particle sizes on bread quality. *Food Prod Process and Nutr.* 2024. V. 6, P. 44. doi:10.1186/s43014-024-00225-9
- 14 Wang, Y., Jian, C. Sustainable plant-based ingredients as wheat flour substitutes in bread making. *npj Sci Food.* 2022. V.6. P. 49. doi:10.1038/s41538-022-00163-1
- 15 Fakhfakh, N., Chahbani, A., Jridi, M. Exploring the potential of wild leek (*Allium ampeloprasum* L.) as a functional ingredient in wheat bread: phytochemical analysis and integration into sustainable food systems. *Euro-Mediterr J Environ Integr.* 2024. doi:10.1007/s41207-024-00592-2
- 16 П.В. Медведев, В.А. Федотов, С.Н. Малышев. Исследование физико-химических изменений при хранении хлеба // *Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии: Международная науч.-практ. конф., Оренбург, 21 июня 2023 года. Оренбургский государственный университет, 2023. С. 63–66.*
- 17 Ловкис, З.В., Корзан С.И., Зайченко Д.А. Хранение хлеба в различных видах упаковки и температурных условий // *Пищевая промышленность: наука и технологии.* 2022. Т. 15. № 4(58). С. 52–61. doi:10.47612/2073-4794-2022-15-4(58) – 52–61
- 18 Nie, G., Zhang, C.X., Liu, M.J., Zhang Q.A. Development of bread with partial substitute of wheat flour by apricot kernel flours and effects of apricot kernel proteins on bread quality. *Food Measure.* 2024. V.18. P.8720–8732. doi:10.1007/s11694-024-02837-8
- 19 Levdansky, V.A., Levdansky, A.V., Kuznetsov, B.N. Isolation of Dihydroquercetin and Arabinogalactan from Larch Wood by Water-Ethanol Solutions. *Russ J Bioorg Chem.* 2023. V.49. P. 1723–1729. doi:10.1134/S1068162023070907
- 20 Гагарин Л.В., Лопатова Н.Л., Неверова О.П. Упаковка и технологические решения для улучшения сроков хранения хлеба // *Молодежь и наука.* 2022. № 10.

References

- 1 Ertosun, S., Falcão, S.I., Aylanc, V. Tomas A.V. et al. The impact of bee product incorporation on the processing properties, nutritional value, sensory acceptance, and microbial stability of bread. *Food Measure.* 2024. Vol.18. pp. 451–463. doi:10.1007/s11694-023-02172-4
- 2 Rozhdestvenskaya L.N., Romanenko S.P., Chugunova O.V. Prospects for nutrient profiling for disease prevention and health promotion // *Food Industry.* 2023. Vol. 8. no. 2. pp. 63–72. doi: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-7 (in Russian).
- 3 Mayurnikova L.A., Koksharov A.A., Krapiva T.V., Dril A.A. New technologies in the food sector to improve the prevention of alimentary-related diseases // *Food Industry.* 2024. Vol. 9. no. 3. pp. 5–15. doi:10.29141/2500-1922-2024-9-3-1 (in Russian).
- 4 Hall-Faul, M., D’Angelo, K.A. & Libal, K. Promoting Food Justice and the Right to Adequate Food in Social Work Education. *J. Hum. Rights Soc. Work.* 2024. Vol. 9. pp. 129–138. doi:10.1007/s41134-023-00286-9
- 5 Amoah, I., Cairncross, C., Osei, E.O., Yeboah J.A. et al. Bioactive Properties of Bread Formulated with Plant-based Functional Ingredients Before Consumption and Possible Links with Health Outcomes After Consumption. A Review. *Plant Foods Hum Nutr.* 2022. Vol. 77. pp. 329–339. doi:10.1007/s11130-022-00993-0
- 6 Chiranthika, N.N.G., Chandrasekara, A. & Gunathilake, K.D.P.P. Physicochemical, in vitro antidiabetic and sensory characteristics of leavened functional bread made with *Lasia spinosa* and *Nelumbo nucifera* rhizome flours composited with wheat flour. *Food Prod Process and Nutr.* 2024. no. 6. pp. 33. doi:10.1186/s43014-023-00179-4
- 7 Galenko, O., Shevchenko, A., Ceccanti, C. Mignani C. et al. Transformative shifts in dough and bread structure with pumpkin seed protein concentrate enrichment. *Eur Food Res Technol.* 2024. Vol. 250. pp. 1177–1188. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04454-z>
- 8 Veiberov, A.V. Current state and development trends of the bread market in the Russian Federation / A.V. Veiberov // *Innovations. Science. Education.* 2021. no. 32. pp. 1331–1338. (in Russian).
- 9 Iztayev, A., Kulazhanov, T., Iskakova, G. Alimardanova, M. et al. The innovative technology of dough preparation for bread by the accelerated ion–ozone cavitation method. *Sci Rep.* 2023. Vol. 13. pp.17937. doi:10.1038/s41598-023-44820-1
- 10 Ertaş, N. Antioxidant and physicochemical properties of cookies raw and roasted hemp flour / N. Ertaş, M. Aslan // *ActaScientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria.* 2020. Vol. 19. no. 2. pp. 177-184. doi:10.17306/J.AFS.0795
- 11 Calzolari D., Rocchetti G., Lucini L., Amaducci S. The variety, terroir, and harvest types affect the yield and the phenolic and sterolic profiles of hemp seed oil // *Food Research International.* 2021. Vol.142. pp. 110212. doi: 10.1016/j.foodres.2021.110212

- 12 Elfadil E. Babiker, Nurhan Uslu, Fahad Al Juhaime, Isam A.M. Ahmed et al. Effect of roasting on antioxidative properties, polyphenol profile and fatty acids composition of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds // LWT. 2021. Vol. 139. pp. 110537.
- 13 Zhang, G., Li, Z. Impact of melon seed oil cake with different particle sizes on bread quality. Food Prod Process and Nutr. Vol. 6. pp. 44. doi:10.1186/s43014-024-00225-9
- 14 Wang, Y., Jian, C. Sustainable plant-based ingredients as wheat flour substitutes in bread making. npj Sci Food 2022. Vol.6. pp. 49. doi:10.1038/s41538-022-00163-1
- 15 Fakhfakh, N., Chahbani, A., Jridi, M. Exploring the potential of wild leek (*Allium ampeloprasum* L.) as a functional ingredient in wheat bread: phytochemical analysis and integration into sustainable food systems. Euro-Mediterr J Environ Integr. 2024. doi:10.1007/s41207-024-00592-2
- 16 Study of physicochemical changes during bread storage / Medvedev P.V., Fedotov V.A., Malyshev S.N. // Actual problems of applied biotechnology and engineering: Collection of materials of the International scientific and practical conference, Orenburg, June 21, 2023. Orenburg State University. 2023. pp. 63–66.(in Russian).
- 17 Lovkis Z.V., Korzan S.I., Zaychenko D.A. Storage of bread in various types of packaging and temperature conditions // Food industry: science and technology. 2022. Vol. 15. no. 4(58). pp. 52–61. doi:10.47612/2073-4794-2022-15-4(58)-52-61. (in Russian).
- 18 Nie, G., Zhang, CX., Liu, MJ. et al. Development of bread with partial substitute of wheat flour by apricot kernel flours and effects of apricot kernel proteins on bread quality. Food Measure.2024. Vol.18. pp. 8720–8732. doi:10.1007/s11694-024-02837-8
- 19 Levdansky V.A., Levdansky A.V., Kuznetsov B.N. Isolation of Dihydroquercetin and Arabinogalactan from Larch Wood by Water-Ethanol Solutions. Russ J Bioorg Chem. 2023. Vol. 49. pp. 1723–1729. doi:10.1134/S1068162023070907
- 20 Gagarin, L.V., Lopayeva N.L., Neverova O.P. Packaging and technological solutions for improving the shelf life of bread // Youth and Science. 2022. no. 10. (in Russian).

Сведения об авторах

Дмитрий И. Девяткин аспирант, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, devyatkd@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5457-1613>

Наталья А. Лесникова к.т.н., доцент, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, lista507@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6765-7064>

Денис С. Мысаков к.т.н., доцент, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, mysakov_ds@usue.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0514-9413>

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

Dmitry I. Devyatkin postgraduate student, Department of Food Technology, Ural State University of Economics, 8 Marta/Narodnoy Voli St., 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, devyatkd@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5457-1613>

Natalia A. Lesnikova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of Food Technology, Ural State University of Economics, 8 Marta/Narodnoy Voli St., 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, lista507@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6765-7064>

Denis S. Mysakov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of Food Technology, Ural State University of Economics, 8 Marta/Narodnoy Voli St., 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, mysakov_ds@usue.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0514-9413>

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 22/10/2024	После редакции 16/11/2024	Принята в печать 25/11/2024
Received 22/10/2024	Accepted in revised 16/11/2024	Accepted 25/11/2024