Научная статья/Research Article
УДК 664.66:664.665
DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-189-200

Роман Хажсетович Кандроков[1✉], **Сергей Анатольевич Катин**[2],
Керим Султанбекович Бекшоков[3]
[1,2]Российский биотехнологический университет, Москва, Россия
[3]Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия
[1]nart132007@mail.ru
[2]katin.sergant@mail.ru
[3]gopher2000@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТРИТИКАЛЕВО-КОНОПЛЯНОЙ МУКИ

Цель исследования – определение влияния ферментных препаратов на качество хлебобулочных изделий тритикалево-конопляной муки повышенной пищевой ценности. Лабораторные выпечки и анализ основных физико-химических показателей формового хлеба из тритикалево-конопляной муки показывают, что добавление семян конопли в помольную смесь положительно влияет на качество готового продукта, при этом удельный объем хлеба увеличивается на 11–24 %, а пористость на 1–8 % по сравнению с контрольным образцом хлеба из тритикалевой муки. Установлено, что использование тритикалево-конопляной муки в соотношении 92 : 8 дает наилучший результат по органолептическим и физико-химическим показателям: удельный объем увеличивается на 24 %, пористость на 8 %. Изучено влияние ферментных препаратов различного принципа действия на качество хлеба, приготовленного из смеси тритикалево-конопляной муки в соотношении 92 : 8. Установлено, что добавление ферментных препаратов различного принципа действия при тестоведении улучшает органолептические и физико-химические показатели хлеба, при этом удельный объем формового хлеба увеличивается на 6–40 %, а пористость на 6–18 %. Выявлено, что лучшие хлебопекарные свойства имели образцы формового хлеба, приготовленные с добавлением ферментного препарата «Пентопан 500 БГ» в количестве 0,001–0,002 % к массе муки. При этом удельный объем хлеба увеличивается на 25–40 %, а пористость на 12–18 %. Определена оптимальная дозировка ферментного препарата «Пентопан 500 БГ» в количестве 0,002 % к массе тритикалево-конопляной муки, при этом удельный объем хлеба увеличивается на 40 %, пористость на 18 %.

***Ключевые слова**: тритикалево-конопляная мука, ферментные препараты, формовой хлеб, показатели качества*

***Для цитирования**: Кандроков Р.Х., Катин С.А., Бекшоков К.С.* Влияние ферментных препаратов на качество хлебобулочных изделий из тритикалево-конопляной муки // Вестник КрасГАУ. 2024. № 4. С. 189–200. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-189-200.

Roman Khazhsetovich Kandrokov[1✉], **Sergey Anatolyevich Katin**[2],
Kerim Sultanbekovich Bekshokov[3]
[1,2]Russian Biotechnological University, Moscow, Russia
[3]Dagestan State University, Makhachkala, Russia
[1]nart132007@mail.ru
[2]katin.sergant@mail.ru
[3]gopher2000@mail.ru

© Кандроков Р.Х., Катин С.А., Бекшоков К.С., 2024
Вестник КрасГАУ. 2024. № 4. С. 189–200.
Bulliten KrasSAU. 2024;(4):189–200.

ENZYME PREPARATIONS INFLUENCE ON THE QUALITY OF BAKERY PRODUCTS FROM TRITICALE-HEMP FLOUR

The purpose of the study is to determine the effect of enzyme preparations on the quality of bakery products made from triticale-hemp flour of high nutritional value. Laboratory baking and analysis of the main physical and chemical indicators of tin bread made from triticale-hemp flour show that the addition of hemp seeds to the grinding mixture has a positive effect on the quality of the finished product, with the specific volume of bread increasing by 11–24 %, and porosity by 1–8 % compared to the control sample of bread made from triticale flour. It was established that the use of triticale-hemp flour in a ratio of 92 : 8 gives the best result in terms of organoleptic and physicochemical indicators: specific volume increases by 24 %, porosity by 8 %. The influence of enzyme preparations of different principles of action on the quality of bread prepared from a mixture of triticale-hemp flour in a ratio of 92 : 8 was studied. It was established that the addition of enzyme preparations of different principles of action during dough making improves the organoleptic and physicochemical characteristics of bread, while the specific volume of tin bread increases by 6–40 %, and porosity by 6–18 %. It was revealed that samples of tin bread prepared with the addition of the enzyme preparation "Pentopan 500 BG" in an amount of 0.001–0.002 % by weight of flour had the best baking properties. At the same time, the specific volume of bread increases by 25–40 %, and porosity by 12–18 %. The optimal dosage of the enzyme preparation "Pentopan 500 BG" was determined in the amount of 0.002 % by weight of triticale-hemp flour, while the specific volume of bread increases by 40 %, porosity by 18 %.

***Keywords**: triticale-hemp flour, enzyme preparations, tin bread, quality indicators*

***For citation:** Kandrokov R.K., Katin S.A., Bekshokov K.S.* Enzyme preparations influence on the quality of bakery products from triticale-hemp flour // Bulliten KrasSAU. 2024;(4): 189–200 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-189-200.

Введение. Хлеб и хлебобулочные изделия относятся к разряду продуктов питания, употребляемых большинством населения нашей страны ежедневно и массово. Для совершенствования пищевого статуса человека, профилактики распространенных заболеваний, связанных с нарушением питания, широкое распространение в настоящее время получили функциональные продукты – продукты нового поколения [1–6].

Основными задачами Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г., утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 09.12.2007 № 1351, являются сохранение и укрепление здоровья населения, увеличение продолжительности активной жизни, создание условий и формирование мотивации для ведения здорового образа жизни. Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни людей [7–9].

Одной из актуальных задач, стоящих перед специалистами в области создания новых продуктов питания, является повышение их пищевой и биологической ценности. Неадекватное потребление свободных сахаров, животных жиров, рафинированных продуктов, дефицит в рационе полноценных белков, полиненасыщенных жирных кислот, большинства витаминов, минеральных веществ и микроэлементов, а также пищевых волокон являются основными нарушениями в сфере питания. По этой причине значительное внимание уделяется разработке и внедрению новых видов продуктов питания, содержащих в своем составе нетрадиционное растительное сырье, богатое необходимыми организму человека полезными веществами [10–12].

Перспективным видом растительного сырья может рассматриваться конопляная мука как источник белка и незаменимых аминокислот. Конопляная мука превосходит по содержанию белка муку пшеничную высшего сорта и муку ржаную. Также конопляная мука богата липидами, в частности эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами группы омега-3 и омега-6. Перечисленные достоинства придают конопляной муке свойства добавки-обогатителя в пищевых продуктах [13–16].

В связи с этим актуальными являются исследования по разработке биотехнологических решений производства хлебобулочных изделий из тритикалево-конопляной муки.

Цель исследования – изучение влияния ферментных препаратов на качество хлебобулочных изделий тритикалево-конопляной муки различного соотношения повышенной пищевой ценности.

Задачи: провести лабораторные выпечки и анализ основных физико-химических показателей качества формового хлеба и определить влияние добавления конопляной муки в рецептуру на качество готового продукта; определить влияние добавления ферментных препаратов липазного и ксиланазного принципа действия на качество хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям; определить оптимальную дозировку ферментного препарата «Пентопан 500 БГ» при добавлении в тритикалево-конопляную муки для выпечки формового хлеба.

Впервые изучено влияние ферментных препаратов на качество хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности из тритикалево-конопляной муки различного соотношения.

Материалы и методы. Для проведения исследований по изучению влияния ферментных препаратов на качество хлебобулочных изделий тритикалево-конопляной муки повышенной пищевой ценности использовались 5 различных проб муки: контрольный образец – 100 % тритикалевая мука и различные соотношения тритикалево-конопляной муки: 92 : 8, 94 : 6, 96 : 4, 90 : 10. Во время проведения лабораторного исследования применялись препараты «Липопан Экстра БГ», «Пентопан 500 БГ», которые рекомендованы для улучшения качества и усвоения хлебобулочных изделий.

Первый ферментный препарат, используемый в работе, – «Липопан Экстра БГ». Является сыпучим агломерированным гранулятом липазного действия. Применение этого препарата обеспечивает повышение адгезионных свойств теста при его разделке, снижение липкости теста; достижение синергетического эффекта при совместном применении препарата липазы с гемицеллюлозой [15]. Характеристика каждого из образцов муки представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика тритикалевой и тритикалево-конопляной муки в различных соотношениях

Показатель качества муки	Соотношение тритикалево-конопляной муки				
	100	96 : 4	94 : 6	92 : 8	90 : 10
Белизна, ед. пр.	35,5	29,27	22,26	18,05	17,5
Влажность, %	9,7	9,5	9,6	9,5	9,3
Кислотность, град.	5,2	6,2	6,0	5,8	5,6
Автолитическая активность, с	129	120	110	85	79

Второй ферментный препарат – «Пентопан 500 БГ» ксиланазного действия грибной амилазы. Обеспечивает трансформацию некрахмальных полисахаридов фракций муки. Арабиноксиланы или пентозаны играют ключевую роль в формировании, они также могут и повышают вязкость теста, поглощая большое количество воды. Ксиланазе необходимо расщепить арабиноксиланы настолько, чтобы высвободить связанную воду. Действует на пентоназы муки. Дозировка этого ферментного препарата – 3–7 г на 100 кг муки.

Приготовление теста из контрольной тритикалевой и тритикалево-конопляной муки в различных соотношениях осуществляли с использованием жидкой закваски, приготовленной на тритикалевой муке с брожением в течение 90 мин [16].

Для изучения ферментных препаратов «Липопан Экстра БГ», «Пентопан 500 БГ» на качество готового изделия был выбран хлеб с соотношением муки 92 : 8. В качестве контрольного образца использовалась проба хлеба с тем же соотношением тритикалево-конопляной муки, но без внесения ферментного препарата. Опытные пробы – с внесением ферментных препаратов в количестве 0,001 и 0,003 % к массе муки. Хлеб готовили по рецептуре, представленной в таблице 2.

Таблица 2

Рецептура для приготовления тритикалевого и тритикалево-конопляного хлеба

Сырье	Количество вносимого сырья, % к массе муки в различных соотношениях тритикалево-конопляной муки				
Тритикалевая мука	100	96	94	92	90
Конопляная мука	–	4	6	8	10
Закваска	50,0				
Дрожжи хлебопекарные прессованные	2,0				
Соль поваренная пищевая	1,5				
Вода	По расчету, исходя из влажности теста 43,5				

Тесто замешивали в тестомесильной машине Kenwood со спиральным месильным органом. Загрузку сырья проводили в следующей последовательности: мука, разведенные водой, дрожжи и соль, закваска с кислотностью 19 град. Замес проводили 2 мин на средней скорости.

Брожение полуфабриката проходило в термостате при t = 28 °С в течение 110 мин, без обминки. После окончания брожения тестовую заготовку делили на куски массой 400 г. Разделку тестовых заготовок проводили вручную. Отформованные тестовые заготовки перекладывали в смазанные растительным маслом формы, которые отправляли в расстойный шкаф Allen-Bredley, в котором температура была не ниже 40 °С и относительная влажность около 75–80 %. Расстойка происходила в течение 50 мин.

По окончании расстойки полуфабрикат отправлялся на выпечку в лабораторную печь MIWE condo, разогретую до температуры 240 °С. Дополнительно увлажняли камеру печи. Формовой хлеб выпекался 35 мин. Выпеченные заготовки остывали при комнатной температуре.

Результаты и их обсуждение. Приготовление теста из контрольной тритикалевой и тритикалево-конопляной муки в различных соотношениях осуществляли с использованием жидкой закваски, приготовленной на тритикалевой муке с брожением 90 мин.

После проведения пробной лабораторной выпечки дегустаторам была представлена таблица, на основании которой производилась экспертная оценка готовых изделий (табл. 3).

Таблица 3

Балльная оценка качества хлебобулочных изделий с учетом весомости основных показателей

Показатель	Коэффициент весомости	Оценка, баллы	Оценка с учетом весомости, баллы
Объем формового хлеба	3,0	1–5	3–15
Правильность формы	1,0	1–5	1–5
Окраска корки	1,0	1–5	1–5
Состояние поверхности корки	1,0	1–5	1–5
Цвет мякиша	2,0	2,0	2–10
Структура пористости	1,5	1–5	1,5–7,5
Структурно-механические свойства мякиша	2,5	1–5	2,5–12,5
Запах	2,5	1–5	2,5–12,5
Вкус	2,5	1–5	2,5–12,5
Разжевываемость	1,0	1–5	1–5
Совокупность всех показателей	–	–	20–100

Для изучения влияния различных соотношений тритикалево-конопляной муки на качество хлеба проводили лабораторные выпечки. Для этого использовали тритикалево-конопляную муку в различных соотношениях 96 : 4, 94 : 6, 92 : 8, 90 : 10.

Тесто готовили по методике, приведенной в разделе и в рецептуре, представленной в таб-

лице 2. Контролем служила проба хлеба, приготовленная из тритикалевой муки.

Пробы хлебы анализировали через 18 ч после выпечки по общепринятым методикам. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 4 и на рисунках 1–3.

Таблица 4

Физико-химические показатели готовых хлебных изделий

Показатель	Контроль 100 % тритикалевой муки	Соотношение тритикалево-конопляной муки			
		96 : 4	94 : 6	92 : 8	90 : 10
Влажность, %	39,2	39,1	39,2	39,2	39,2
Кислотность, град.	5,6	6,6	7	7,3	7,4
Пористость, %	58,8	59,0	62,1	63,2	60,2
Удельный объем, см^3/г	1,55	1,72	1,78	1,92	1,71
Упругая деформация, мм	2,7	2,6	2,4	2,2	2,4

Рис. 1. Внешний вид формового хлеба и мякиша из тритикалево-конопляной муки различного соотношения: 1 – 100 % тритикалевая мука; 2 – соотношение 96 : 4; 3 – соотношение 94 : 6; 4 – соотношение 92 : 8, 5 – соотношение 90 : 10

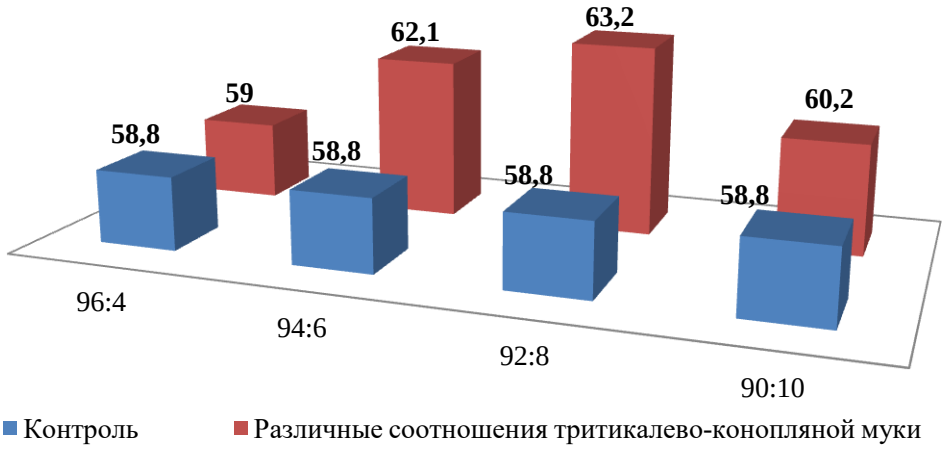

Рис. 2. Влияние различного соотношения тритикалево-конопляной муки на пористость хлеба

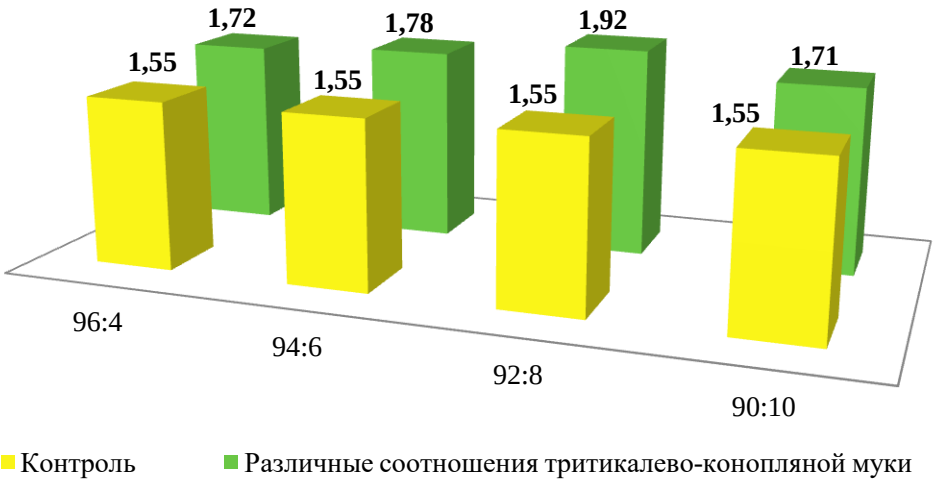

Рис. 3. Влияние различного соотношения тритикалево-конопляной муки на удельный объем формового хлеба

Из представленных данных, приведенных в таблице 4 и на рисунках 2–3, видно, что с увеличением количества конопляной муки в мучной тритикалево-конопляной смеси качество хлеба улучшается. Степень этого улучшения зависит от количества вносимой дозировки конопляной муки. Так, при увеличении конопляной муки увеличивается пористость на 1–8 %, удельный объем на 11–24 %, упругая деформация на 9–12 % по сравнению с контрольной пробой хлеба.

В наибольшей степени улучшалось качество хлеба при соотношении тритикалево-конопляной муки 92 : 8. При этом удельный объем увеличивался на 24 %, пористость – на 8, упругая деформация – на 12 % по сравнению с контрольной пробой без добавления ферментного препарата.

Данные по влиянию тритикалево-конопляной муки на органолептические показатели хлебобулочных изделий представлены в таблице 5 и на рисунке 4.

Таблица 5

Балльная органолептическая оценка качества готового хлеба с различным соотношением тритикалево-конопляной муки

Показатель	Коэффициент весомости	Контроль	Соотношение тритикалевой и конопляной муки			
		100	96 : 4	94 : 6	92 : 8	90 : 10
Правильность формы	3,0	5	4	4	4	5
Окраска корки	1,0	4	5	5	5	4
Состояние поверхности корки	1,0	5	3	4	5	4
Цвет мякиша	1,0	5	5	5	5	4
Структура пористости	2,0	4	3	3	5	4
Запах	1,5	5	5	5	5	5
Вкус	2,5	5	4	5	5	4
Разжевываемость	1,0	4	5	5	5	4
Качество формового хлеба по совокупности всех показателей	–	60,5	53,5	57,5	62,0	56,5

Из представленных данных таблицы 5 и рисунка 4 видно, что хлеб, приготовленный из смеси тритикалево-конопляной муки в соотношении 92 : 8, имеет наилучшие показатели по состоянию поверхности корки, структуре пористости, вкусу, аромату, хлеб приобретал приятное послевкусие, более выраженный аромат по сравнению с контрольной пробой хлеба.

Рис. 4. Влияние различных соотношений тритикалево-конопляной муки на органолептические показатели хлеба

Для дальнейших исследований был выбран образец с соотношение тритикалево-конопляной муки 92 : 8. С целью улучшения качества хлебобулочных изделий из тритикалево-конопляной муки в соотношении 92 : 8 проводили корректировку хлебопекарных свойств тритикалево-конопляной муки при добавлении ферментных препаратов.

Для изучения влияния ферментных препаратов различного принципа действия на качество хлебобулочных изделий, приготовленных из тритикалево-конопляной муки, проводили лабораторные выпечки по методике и рецептуре, приведенным выше.

Ферментные препараты «Липопан Экстра БГ», «Пентопан 500 БГ» добавляли в количестве 0,001–0,003 % к массе муки. Контролем служила проба хлеба с соотношением тритикалево-конопляной муки 92 : 8. Пробы хлеба анализировали через 18 ч после выпечки по общепринятым методикам. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 6 и на рисунках 5–7.

Таблица 6

Анализ физико-химических показателей готовых изделий с добавлением ферментных препаратов в различных дозировках

Показатель	Контроль 100 % тритикалевой муки	Физико-химические показатели качества готового хлеба с добавлением ферментных препаратов в различных дозировках			
		Липопан Экстра БГ		Пентопан 500 БГ	
		0,001 %	0,002 %	0,001 %	0,002 %
Влажность, %	41,3	41,1	41,2	41,4	41
Кислотность, град.	6,8	6,3	6,4	6,5	6,6
Пористость, %	62,9	65,0	65,0	67,0	69,0
Удельный объем, см^3/г	1,81	1,93	2,10	2,23	2,54
Упругая деформация, мм	2,7	2,7	2,9	2,8	3,2

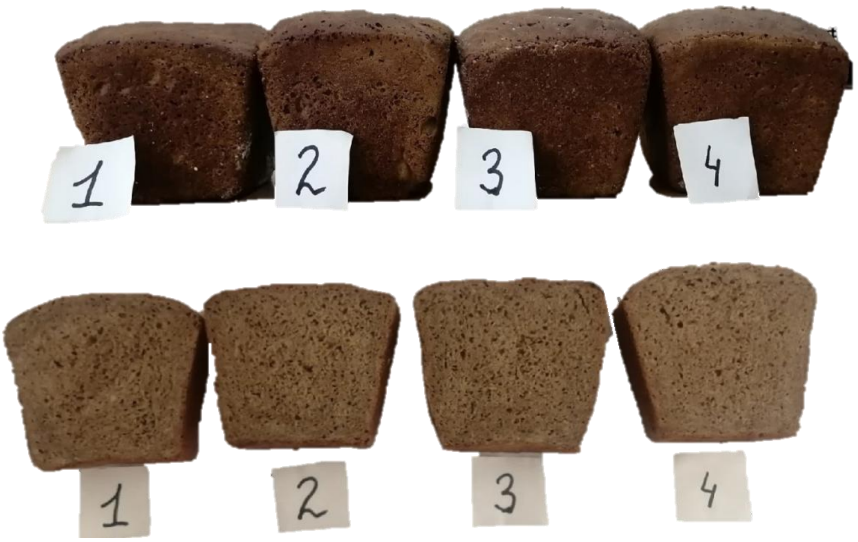

Рис. 5. Внешний вид и мякиш хлеба из тритикалево-конопляной муки в соотношении 92 : 8 с использованием различных ферментных препаратов: 1 – контроль без препарата; 2 – «Липопан Экстра БГ» 0,002 %; 3 – «Пентопан 500 БГ» 0,001 %; 4 – «Пентопан 500 БГ» 0,002 %

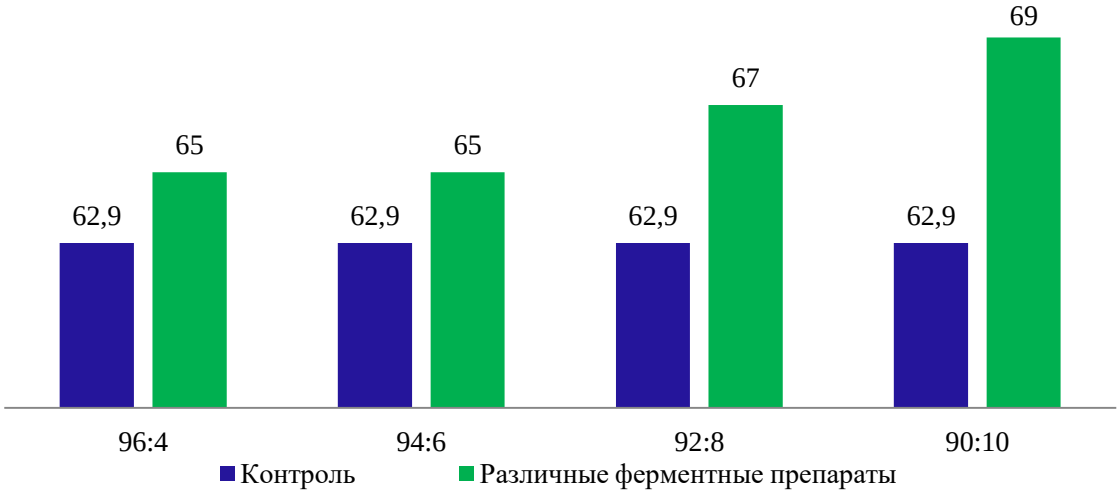

Рис. 6. Влияние различных ферментных препаратов на пористость тритикалево-конопляного хлеба в соотношении муки 92 : 8

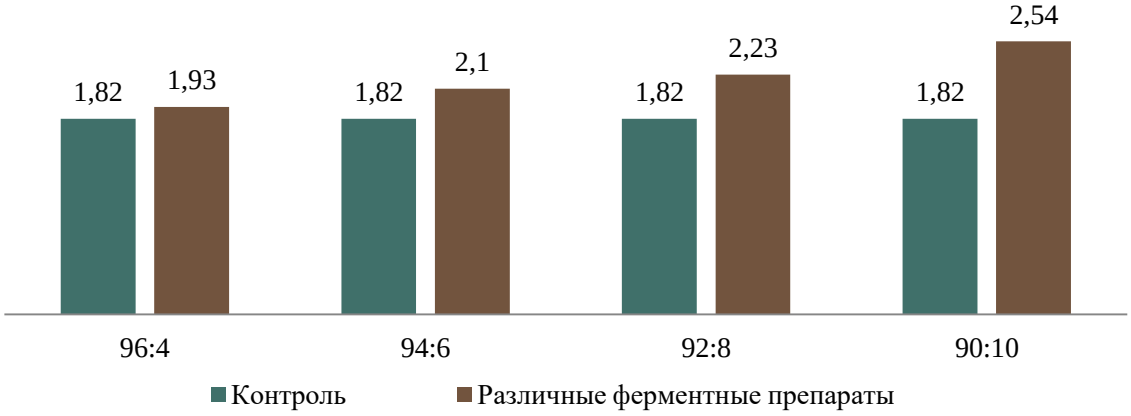

Рис. 7. Влияние различных ферментных препаратов на удельный объем тритикалево-конопляного хлеба в соотношении муки 92 : 8

Из представленных данных видно, что при добавлении ферментных препаратов качество хлеба улучшалось. Степень этого улучшения зависит от вида ферментного препарата и вносимой дозировки. Так, при добавлении ферментного препарата различного принципа действия удельный объем увеличивался на 6–40 %, пористость – на 6–18 %, упругая деформация – на 15 % по сравнению с контрольным образцом.

Пробы хлеба, приготовленные с добавлением ферментного препарата «Пентопан 500 БГ», имели лучшие показатели качества хлеба. При этом удельный объем увеличивался на 23–40 %, пористость – на 15–18 %. Балльная органолептическая оценка качества готового хлеба с различным соотношением тритикалево-конопляной муки представлена в таблице 7 и на рисунке 8.

Таблица 7

Балльная органолептическая оценка качества готового хлеба с различным соотношением тритикалево-конопляной муки

Показатель	Контроль	Липопан Экстра БГ	Пентопан 500 БГ	
		0,002 %	0,002 %	0,003 %
Правильность формы	4	4	5	4
Окраска корки	5	5	5	5
Состояние поверхности корки	3	4	5	4
Цвет мякиша	5	5	5	5
Структура пористости	3	4	5	4
Запах	5	5	5	5
Вкус	5	5	5	5
Разжевываемость	4	4	5	4

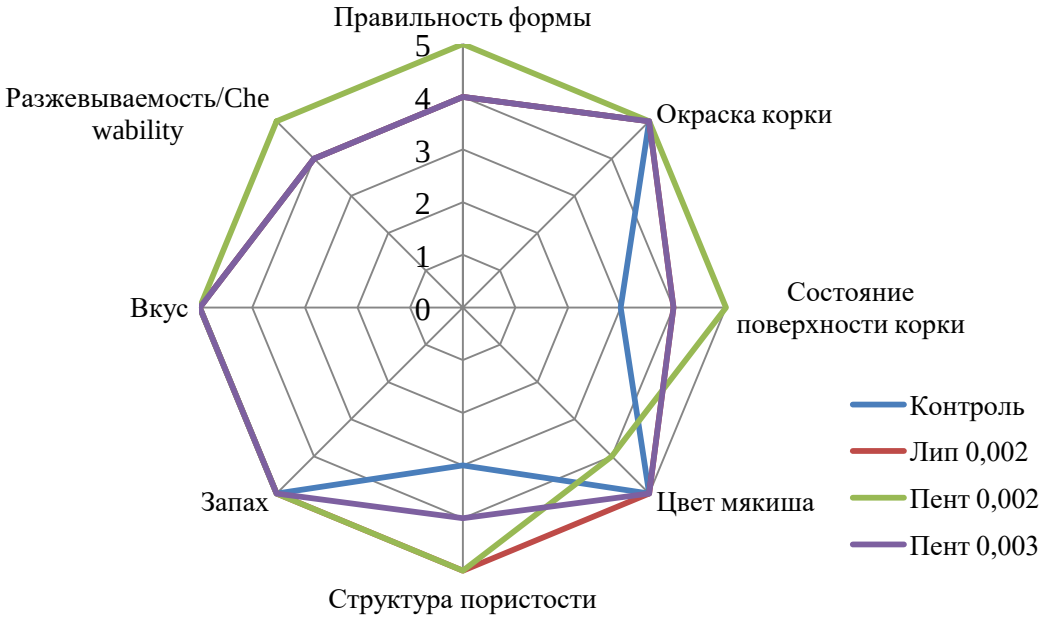

Рис. 8. Влияние различных ферментных препаратов на органолептические показатели готового изделия с сотношением тритикалево-конопляной муки 92 : 8

Из представленных данных таблицы 7 и рисунка 8 видно, что хлеб при добавлении ферментного препарата «Пентопан 500 БГ» в дозировке 0,002 % имел наилучшие показатели. Хлебобулочное изделие обладало равномерный темно-коричневой окраской корки, разви-

той, равномерной пористостью; приятным вкусом и ароматом, свойственным данному виду изделию.

Заключение. Лабораторные выпечки и анализ основных физико-химических показателей формового хлеба показывают, что конопляная мука положительно влияет на качество готового продукта, при этом удельный объем увеличивается на 11–24 %, пористость – на 1–8 %. Установлено, что использование тритикалево-конопляной муки в соотношении 92 : 8 дает наилучший результат по органолептическим и физико-химическим показателям хлеба, при этом удельный объем увеличивается на 24 %, а пористость – на 8 %. Изучено влияние ферментных препаратов различного принципа действия на качество хлеба, приготовленного из смеси тритикалево-конопляной муки в соотношении 92 : 8. Установлено, что добавление ферментных препаратов липазного и ксиланазного принципа действия улучшает качество хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям. При этом удельный объем увеличивается на 6–40 %, пористость – на 6–18 %. Выявлено, что лучшие хлебопекарные свойства имели образцы, приготовленные с добавлением ферментного препарата «Пентопан 500 БГ» в количестве 0,001–0,002 % к массе муки. При этом удельный объем увеличивается на 25–40 %, пористость – на 12–18 %. Определена оптимальная дозировка ферментного препарата «Пентопан 500 БГ» в количестве 0,002 % к массе муки, при этом удельный объем увеличивается на 40 %, пористость – на 18 %.

Список источников

1. Оценка пищевой ценности муки конопляной относительно традиционных видов безглютеновой муки / *Л.Г. Ермош* [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. №. 8. С. 194–201. DOI: 10.36718/ 1819-4036-2022-8-194-201.
2. *Гончарова А.А., Ущаповский В.И., Миневич И.Э.* Влияние продуктов переработки семян конопли на потребительские свойства мучных кондитерских изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 3. С. 120–133. DOI: 10.36107/spfp.2022.291.
3. *Вайтанис М.А., Ходырева З.Р.* Использование конопляной муки при производстве мясных рубленых полуфабрикатов // Вестник КрасГАУ. 2021. №. 1. С. 126–133. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-1-126-133.
4. Пат. № 2740215 Российская Федерация. Способ получения тритикалево-конопляной муки / *Кандроков Р.Х., Лабутина Н.В.*; заявитель и патентообладатель МГУПП. № 2020106873; заявл. 14.02.20; опубл. 12.01.21, Бюл. № 2.
5. *Козубаева Л.А.* Применение конопляной муки при производстве кексов // Ползуновский вестник. 2021. № 1. С. 27–33. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.004.
6. *Орлова Т.В., Красноселова Е.А., Ринатова Н.Р.* Разработка рецептуры и оценка качества мучных восточных сладостей шакер-чурек, обогащенных мукой конопляной // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. «Процессы и аппараты пищевых производств». 2022. № 3 (53). С. 12–29. DOI: 10.17586/2310-1164-2022-15-3-12-29.
7. Use of hemp flour for the production of gluten-free confectionery / *I. Timoshenkova* [et al.] // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2021. Т. 33. pp. 130–137.
8. *Ertaş N., Aslan M.* Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour // Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. 2020; 19(2):177–184. DOI: 10.17306/J.AFS.0795.
9. *Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V.* Efficiency evaluation of treating industrial hemp seeds with protectors, agrochemicals and growth regulators // Volga Region Farmland. 2019;3(3):12–17. DOI: 10.26177/VRF.2019.3.3.003.
10. *Lukin A., Bitiutskikh K.* Investigation on the use of hemp flour in cookie production // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2017; 23(4):664–667.
11. Hemp fibers waste and linear low density polyethylene composite properties / *Z. Zelca* [et al.] // Key Engineering Materials. 2017;721:33–37.
12. Influence of hemp plant eccentric growth on physical properties and chemical compounds of hemp hurd / *X. Li* [et al.] // BioResources.

2018;13(1):290–298. DOI: 10.15376/biores.13. 1.290-298.
13. The seeds of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) a source of minerals and biologically active compounds / *K. Barčauskaitė* [et al.] // Journal of Natural Fibers. 2022. DOI: 10.1080/ 15440478.2022. 2084486.
14. Quality control of industrial hemp seed products, varietal responsiveness of hemp seeds to bioregulator action / *V.I. Trukhachev* [et al.] // Caspian Journal of Environmental Sciences. 2021;19(5):921–928. DOI: 10.22124/cjes.2021. 5267.
15. The quality of pork loaves with the addition of hemp seeds, de-hulled hemp seeds, hemp protein and hemp flour / *M. Zając* [et al.] // Food Science and Technology. 2019; 105: 190–199. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.02.013.
16. Technological properties of triticale-hemp flour / *R. Kandrokov* [et al.] // P2ARM 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021;640:022035. IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022035.

References

1. Ocenka pischevoj cennosti muki konoplyanoj otnositel'no tradicionnyh vidov bezglyutenovoj muki / *L.G. Ermosh* [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. №. 8. S. 194–201. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-8-194-201.
2. *Goncharova A.A., Uschapovskij V.I., Minevich I.`E.* Vliyanie produktov pererabotki semyan konopli na potrebitel'skie svojstva muchnyh konditerskih izdelij // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2022. № 3. S. 120–133. DOI: 10.36107/spfp.2022.291.
3. *Vajtanis M.A., Hodyreva Z.R.* Ispol'zovanie konoplyanoj muki pri proizvodstve myasnyh rublenyh polufabrikatov // Vestnik KrasGAU. 2021. № 1. S. 126–133. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-1-126-133.
4. Pat. № 2740215 Rossijskaya Federaciya. Sposob polucheniya tritikalevo-konoplyanoj muki / *Kandrokov R.H., Labutina N.V.*; zayavitel' i patentoobladatel' MGUPP. № 2020106873; zayavl. 14.02.20; opubl. 12.01.21, Byul. № 2.
5. *Kozubaeva L.A.* Primenenie konoplyanoj muki pri proizvodstve keksov // Polzunovskij vestnik. 2021. № 1. S. 27–33. DOI: 10.25712/ASTU. 2072-8921.2021.01.004.
6. *Orlova T.V., Krasnoselova E.A., Rinatova N.R.* Razrabotka receptury i ocenka kachestva muchnyh vostochnyh sladostej shaker-churek, obogaschennyh mukoj konoplyanoj // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Ser. «Processy i apparaty pischevyh proizvodstv». 2022. № 3 (53). S. 12–29. DOI: 10.17586/2310-1164-2022-15-3-12-29.
7. Use of hemp flour for the production of gluten-free confectionery / *I. Timoshenkova* [et al.] // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2021. T. 33. P. 130–137.
8. *Ertaş N., Aslan M.* Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour // Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. 2020; 19(2):177-184. DOI: 10.17306/J.AFS.0795.
9. *Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V.* Efficiency evaluation of treating industrial hemp seeds with protectors, agrochemicals and growth regulators // Volga Region Farmland. 2019;3(3):12-17. DOI: 10.26177/VRF. 2019.3.3.003.
10. *Lukin A., Bitiutskikh K.* Investigation on the use of hemp flour in cookie production // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2017; 23(4): 664-667.
11. Hemp fibers waste and linear low density polyethylene composite properties / *Z. Zelca* [et al.] // Key Engineering Materials. 2017;721:33-37.
12. Influence of hemp plant eccentric growth on physical properties and chemical compounds of hemp hurd / *X. Li* [et al.] // BioResources. 2018;13(1):290-298. DOI: 10.15376/biores.13. 1.290–298.
13. The seeds of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) a source of minerals and biologically active compounds / *K. Barčauskaitė* [et al.] // Journal of Natural Fibers. 2022. DOI: 10.1080/ 15440478.2022. 2084486.
14. Quality control of industrial hemp seed products, varietal responsiveness of hemp seeds to bioregulator action / *V.I. Trukhachev* [et al.] // Caspian Journal of Environmental Sciences. 2021;19(5):921-928. DOI: 10.22124/cjes.2021. 5267.

15. The quality of pork loaves with the addition of hemp seeds, de-hulled hemp seeds, hemp protein and hemp flour / *M. Zając* [et al.] // Food Science and Technology. 2019; 105: 190-199. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.02.013.
16. Technological properties of triticale-hemp flour / *R. Kandrokov* [et al.] // P2ARM 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021;640:022035. IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022035.

Статья принята к публикации 23.11.2023 / The article accepted for publication 23.11.2023.

Информация об авторах:

Роман Хажсетович Кандроков[1], доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, кандидат технических наук, доцент
Сергей Анатольевич Катин[2], старший преподаватель кафедры прикладной механики и инжиниринга технических систем
Керим Султанбекович Бекшоков[3], доцент кафедры биохимии и биофизики, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

Roman Khazhsetovich Kandrokov[1], Associate Professor at the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies, Candidate of Technical Sciences, Docent
Sergey Anatolyevich Katin[2], Senior Lecturer at the Department of Applied Mechanics and Technical Systems Engineering
Kerim Sultanbekovich Bekshokov[3], Associate Professor at the Department of Biochemistry and Biophysics, Candidate of Biological Sciences, Docent