

Роман Хажсетович Кандроков^{1✉}, Елизавета Семеновна Поречная², Абдуллах Юсеф³

^{1,2,3}Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

¹nart132007@mail.ru

²liza2001137@gmail.com

³yousefabdullah11223@gmail.com

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ ПШЕНИЦЫ И ЛЬНА НА КАЧЕСТВО ФОРМОВОГО ХЛЕБА ИЗ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ ПШЕНИЧНО-ЛЬНЯНОЙ МУКИ

Цель исследований – изучение влияния различного соотношения пшенично-льняных помольных зерновых смесей на качество вырабатываемых из них образцов муки, а также исследование хлебопекарных свойств полученной пшенично-льняной муки различного соотношения. Разработана технологическая схема получения цельносмолотой пшенично-льняной муки, которая состоит из 2 систем, при этом она обладает высокой эффективностью, так как выход пшенично-льняной муки составил более 89 %. Установлено, что с увеличением количества семян льна в помольной пшенично-льняной зерновой смеси возрастает выход пшенично-льняной муки. Разработана рецептура формового хлеба из цельносмолотой пшенично-льняной муки различного соотношения. Наибольший выход пшенично-льняной муки получается при добавлении 10 % семян льна и составляет 93,8 %. Выявлено, что с повышением количества семян льна в цельносмолотой пшенично-льняной муке ее влажность понижается, что объясняется повышением содержания растительных оболочек, впитывающих влагу. При этом происходит повышение кислотности муки с одновременным понижением содержания клейковины и ее укреплении за счет содержания полиненасыщенных жирных кислот. Определено оптимальное соотношение цельнозерновой пшенично-льняной муки для выработки формового хлеба, которое составляет 92:8. При этом пищевая ценность хлеба выросла по содержанию белка на 17,9 % и по содержанию жира почти на 481,8 %. В результате проведенных исследований установлено положительное влияние внесения семян льна в помольную смесь на показатели пищевой ценности хлеба.

Ключевые слова: пшеница, лен, соотношение, цельносмолотая пшенично-льняная мука, хлеб, качество

Для цитирования: Кандроков Р.Х., Поречная Е.С., Юсеф А. Влияние соотношения пшеницы и льна на качество формового хлеба из цельносмолотой пшенично-льняной муки // Вестник КрасГАУ. 2024. № 2. С. 229–239. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-229-239.

Roman Khazhsetovich Kandrov^{1✉}, Elizaveta Semenovna Porechnaya², Abdullah Youssef³

^{1,2,3}Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

¹nart132007@mail.ru

²liza2001137@gmail.com

³yousefabdullah11223@gmail.com

WHEAT AND FLAX RATIO INFLUENCE ON THE QUALITY OF SHAPE BREAD FROM WHOLE GROUND WHEAT-FLAX FLOUR

The purpose of research is to study the influence of different ratios of wheat-flax grinding grain mixtures on the quality of flour samples produced from them, as well as to study the baking properties of the resulting wheat-flax flour of different ratios. A technological scheme for producing whole-ground wheat-flax flour

has been developed, which consists of 2 systems, and it is highly efficient, since the yield of wheat-flax flour was more than 89 %. It has been established that with an increase in the number of flax seeds in the milling wheat-flax grain mixture, the yield of wheat-flax flour increases. A recipe for tin bread from whole-ground wheat-linseed flour of various ratios has been developed. The highest yield of wheat-flax flour is obtained by adding 10 % flax seeds and is 93.8 %. It was revealed that with an increase in the amount of flax seeds in whole-ground wheat-flax flour, its moisture content decreases, which is explained by an increase in the content of plant shells that absorb moisture. In this case, the acidity of the flour increases with a simultaneous decrease in gluten content and its strengthening due to the content of polyunsaturated fatty acids. The optimal ratio of whole grain wheat-flax flour for the production of pan bread has been determined, which is 92:8. At the same time, the nutritional value of bread increased in protein content by 17.9 % and in fat content by almost 481.8 %. As a result of research, a positive effect of adding flax seeds to the grinding mixture on the nutritional value of bread was established.

Key words: wheat, flax, ratio, whole-ground wheat-flax flour, bread, quality

For citation: Kandrov R.K., Porechnaya E.S., Yousef A. Wheat and flax ratio influence on the quality of shape bread from whole ground wheat-flax flour // Bulliten KrasSAU. 2024;(2): 229–239 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-229-239.

Введение. 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 и продлению жизни [1–3].

Хлеб и хлебобулочные изделия относятся к разряду продуктов, потребляемых населением ежедневно и массово. Хлебобулочные изделия в недостаточной мере содержат необходимые для нормальной жизнедеятельности человека вещества. Эти продукты питания характеризуются высокой энергетической ценностью, легкой переваримостью и хорошей усвояемостью, они обладают высокими органолептическими свойствами и относительной дешевизной. За счет употребления 250–400 г хлеба дневная потребность человека в пище удовлетворяется примерно на треть, в углеводах – наполовину, белках – на треть, в витаминах группы В – на 50–60 %. Содержание витаминов В₁, В₆, РР, Е и фолиевой кислоты в зерне пшеницы, ржи и других культур сбалансировано в соответствии с потребностями человека [4, 5].

Однако содержание основных веществ в нем, углеводов и белков, не оптимально. Вместо рекомендуемого соотношения белка к углеводам 1:4 в хлебе на 1 часть белка содержится 6 частей углеводов. Разработка ассортимента хлебобулочных изделий, обогащенных белками, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами, макро- и микроэлементами, позволит решить проблему нерационального питания населения [6, 7].

По мнению ведущих специалистов пищевой отрасли, приоритетными направлениями развития хлебопекарной промышленности являются: увеличение производства изделий из нетрадиционных видов сырья с функциональными свойствами; создание хлебобулочных изделий профилактического направления группы «Здоровье», обладающих повышенной пищевой ценностью; выработка хлебобулочных изделий на основе премиксов с включением муки из нехлебопекарных культур и другие [8–10].

Причем создание изделий группы «Здоровье» должно осуществляться по двум направлениям: разработка ассортимента для отдельных регионов с учетом климатических и других особенностей; разработка ассортимента для профилактического и лечебного питания [11–13].

Так как хлеб в РФ традиционно является основным продуктом питания, разработка хлебобулочных изделий с заданным химическим составом позволяет существенно и с минимальными затратами улучшить пищевой статус населения. Одной из передовых задач для спе-

циалистов, работающих в области создания новых продуктов питания, является повышение их пищевой ценности.

Для совершенствования пищевого статуса человека, профилактики заболеваний, связанных с нарушением питания, широкое распространение получили функциональные продукты, предназначенные для систематического потребления всеми возрастными группами здорового населения, обладающие научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающие дефицит или восполняющие имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ [14–19].

Цель исследования – изучение влияния различного соотношения пшенично-льняных помольных зерновых смесей на качество вырабатываемых из них образцов муки, а также хлебопекарных свойств полученной пшенично-льняной муки различного соотношения.

Задачи: изучить влияние соотношения пшенично-льняной помольной зерновой смеси на выход и качество цельносмолотой пшенично-льняной муки; методом пробной лабораторной выпечки определить показатели качества формового хлеба и оптимальное соотношение цельносмолотой пшенично-льняной муки, в наибольшей степени повышающее пищевую ценность без ухудшения ее качества.

Материалы и методы. Качество и количество клейковины в цельносмолотой пшенично-

льняной муке определяли в соответствии с ГОСТ 27839-2013. Определение числа падения проводилось по ГОСТ 27495-87. Кислотность муки определялась по ГОСТ 27493–87. Влажность муки определялась ускоренным способом на приборе Sartorius MA100 (Sartorius AG, Германия). Также были проведены исследования на анализаторе Mixolab 2 (Chopin Technologies, Франция) для определения водопоглотительных свойств муки и реологии теста. Химические показатели полученной пшенично-льняной муки определяли с помощью инфракрасного анализатора зерна и муки SpectraStar 2500 XL (производства США).

Хлебопекарные свойства полученной цельносмолотой пшенично-льняной муки определялись методом пробной лабораторной выпечки и дальнейшим определением показателей качества хлеба: удельный объем изделия, масса, пористость мякиша, величина упругой деформации.

Приготовление теста и выпечка хлебобулочных изделий проводились в лабораторных условиях кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий. В качестве контрольного образца использовали пробу формового хлеба из пшеничной муки 1-го сорта. Хлеб готовили по рецептурам, представленным в таблице 1.

Статическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась с помощью программы MS Excel.

Таблица 1

Рецептура для приготовления хлеба из пшеничной муки 1-го сорта и цельносмолотой пшенично-льняной муки, %

Сырье	Соотношение пшенично-льняной помольной смеси				
	Контроль	96 : 4	94 : 6	92 : 8	90 : 10
Пшеничная мука 1-го сорта	100	–	–	–	–
Пшенично-льняная мука 96 : 4	–	100	–	–	–
Пшенично-льняная мука 94 : 6	–	–	100	–	–
Пшенично-льняная мука 92 : 8	–	–	–	100	–
Пшенично-льняная мука 90 : 10	–	–	–	–	100
Дрожжи хлебопекарные	5,0				
Соль пищевая	1,5				

Результаты и их обсуждение. Исследование влияния различных соотношений цельносмолотой пшенично-льняной муки проводилось по следующим направлениям:

– изучение влияния различных соотношений пшенично-льняной помольной смеси на физико-химические показатели качества муки;

– изучение влияния различных соотношений пшенично-льняной муки на органолептические и физико-химические показатели полуфабрикатов и готовых изделий;

– выбор оптимального соотношения пшенично-льняной муки по органолептическим и физико-химическим показателям готового хлеба;

– расчет пищевой ценности хлеба из цельно-смолотой пшенично-льняной муки.

Перед размолом зерно пшеницы подверглось гидротермической обработке – увлажнили до

расчетной влажности 14,5 % и отволаживали в течение 20 ч. К подготовленному зерну пшеницы добавлялись семена льна для получения помольных пшенично-льняных смесей в следующих соотношениях: 96 : 4; 94 : 6; 92 : 8; 90 : 10. Затем готовую помольную смесь измельчали в течение 1 мин на лабораторной мельнице Ormismart GM-800s1, характеристики которой представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики лабораторной мельницы

Показатель	Значение
Мощность, Вт	1400
Частота оборотов, об/мин	30000
Крупность помола, мкм	50–300
Вместимость, г	800

Полученный промежуточный продукт размола направлялся на лабораторный рассев с установленным ситом размером ячейки в 224 мкм, проходом которого получали готовый продукт в виде цельносмолотой пшенично-льняной муки, а сходовый продукт с сита представлял собой пшенично-льняные промежуточные продукты измельчения. Далее сходовый продукт повторно измельчали в лабораторной мельнице и также просеивали на рассеве с получением пшенично-льняной муки и пшенично-льняных отрубей. Разработана технологическая схема получения цельносмолотой пшенично-льняной муки, которая состоит всего из 2 систем, при этом она является очень эффективной, так как выход пше-

нично-льняной муки составил более 89 %. На первой технологической системе происходит измельчение исходной пшенично-льняной помольной зерновой смеси с последующим просеиванием промежуточных продуктов измельчения и высеиванием пшенично-льняной муки. На второй системе происходит доизмельчение сходового продукта первого этапа и последующее просеивание продуктов измельчения. Режимы и параметры измельчения для всех образцов помольных пшенично-льняных смесей оставались неизменными. Выход цельносмолотой пшенично-льняной муки различного соотношения представлен в таблице 3.

Таблица 3

Выход цельносмолотой пшенично-льняной муки различного соотношения, %

Продукт измельчения помольной смеси	Соотношение пшенично-льняной помольной смеси							
	96 : 4		94 : 6		92 : 8		90 : 10	
	Система							
	I	II	I	II	I	II	I	II
Количество продукта, поступившего на измельчение	100	25,2	100	28,6	100	24,6	100	25,0
Проходовой продукт	74,8	14,6	71,4	18,2	75,4	13,8	75,0	18,8
Сходовый продукт	25,2	10,6	28,6	10,4	24,6	10,2	25,0	6,2
Общий выход муки	89,4		89,6		89,8		93,8	

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что с увеличением количества семян льна в помольной пшенично-льняной зерновой смеси возрастает выход цельносмолотой пшенично-льняной муки. Наибольший выход

пшенично-льняной муки получается при добавлении 10 % семян льна и составляет 93,8 %.

Результаты исследований физико-химических показателей качества полученных образцов цельносмолотой пшенично-льняной муки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Физико-химические показатели качества цельносмолотой пшенично-льняной муки

Соотношение пшеницы и льна	Влажность, %	Кислотность, град.	Кол-во клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	ЧП, с
96 : 4	15,68	6,8	22,0	85	230
94 : 6	15,07	8,0	21,8	80	217
92 : 8	15,00	7,0	20,7	77	209
90 : 10	14,22	7,4	20,1	71	201

Как видно из таблицы 4, с повышением количества семян льна в цельносмолотой пшенично-льняной муке ее влажность понижается, что объясняется повышением содержания растительных оболочек, впитывающих влагу. При этом происходит повышение кислотности муки с одновременным понижением содержания клейковины

и ее укреплении за счет повышения содержания полиненасыщенных жирных кислот. Кроме того, происходит возрастание автолитической активности цельносмолотой пшенично-льняной муки.

Результаты исследований химических свойств цельносмолотой пшенично-льняной муки различного соотношения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Химические свойства исходной пшеничной муки 1-го сорта и полученной цельносмолотой пшенично-льняной муки, %

Соотношение пшеницы и льна	Протеин	Крахмал	Жир
Пшеничная мука 1-го сорта	11,2	69,2	1,1
96 : 4	12,3	66,3	3,6
94 : 6	12,7	66,0	4,3
92 : 8	13,2	65,2	4,8
90 : 10	13,5	64,7	5,3

Как видно из таблицы 5, с увеличением содержания семян льна возрастает содержание протеина и жира, при этом в пшенично-льняной муке снижается содержание крахмала.

Зависимость содержания протеина и жира от содержания семян льна в помольной смеси представлена на рисунке 1.

На следующем этапе исследования для изучения влияния различного соотношения цельносмолотой пшенично-льняной муки на качество готового хлеба провели пробные лабораторные

выпечки. Для этого использовали пшенично-льняную муку в различных соотношениях: 96 : 4; 94 : 6; 92 : 8; 90 : 10. Тесто готовили по рецептуре, представленной в таблице 1. Контрольным образцом служила проба хлеба, приготовленная из пшеничной хлебопекарной муки 1-го сорта. Пробы хлеба анализировали через 18 часов после выпечки по общепринятым методикам. Результаты экспериментальных данных представлены в таблице 6 и на рисунках 2, 3.

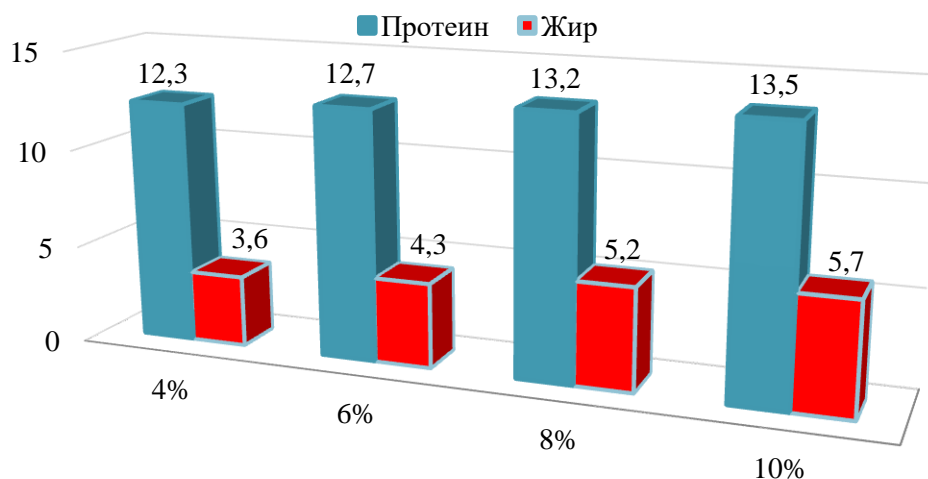


Рис. 1. Изменение содержания протеина и жира в различных соотношениях пшенично-льняной муки, %

Таблица 6

Физико-химические показатели формового хлеба из контрольной пшеничной муки 1-го сорта и цельносмолотой пшенично-льняной муки различного соотношения

Показатель	Контроль	Соотношение пшенично-льняной муки			
		96 : 4	94 : 6	92 : 8	90 : 10
Влажность, %	40,5	40,8	40,9	40,8	40,8
Кислотность, град.	2,2	4,8	5,0	5,2	6,0
Пористость, %	83,0	67,4	66,6	69,2	67,0
Удельный объем, см ³ /г	3,32	2,27	2,27	2,12	1,97
Упругая деформация, мм	7,30	3,51	3,04	3,10	2,80



Рис. 2. Хлеб из контрольной пшеничной муки 1-го сорта и пшенично-льняной муки в различных соотношениях: 1 – контроль; 2 – 96 : 4; 3 – 94 : 6; 4 – 92 : 8; 5 – 90 : 10

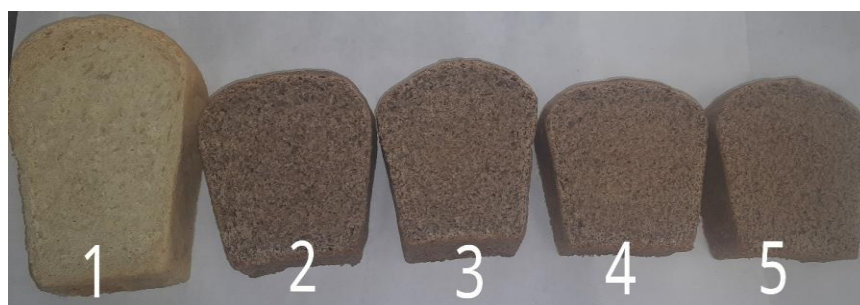


Рис. 3. Хлеб из контрольной пшеничной муки 1-го сорта и пшенично-льняной муки в различных соотношениях в разрезе: 1 – контроль; 2 – 96 : 4; 3 – 94 : 6; 4 – 92 : 8; 5 – 90 : 10

Из представленных рисунков видно, что формовой хлеб, приготовленный из цельнозерновой пшенично-льняной муки различного соотношения, имеет хороший товарный вид, и в целом его можно рекомендовать предприятиям

для выработки данного вида продукции и расширения ассортимента.

На рисунках 4–6 представлено влияние соотношения цельнозерновой пшенично-льняной муки на пористость хлеба, ее удельный объем и упругую деформацию.

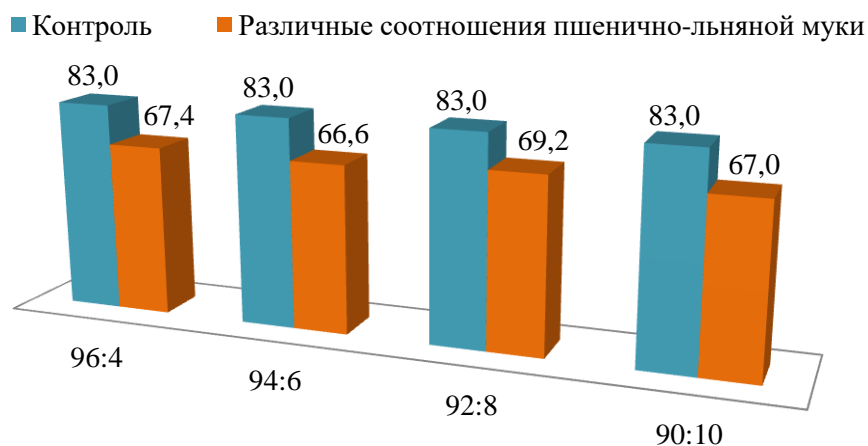


Рис. 4. Влияние соотношения цельнозерновой пшенично-льняной муки на пористость хлеба, %

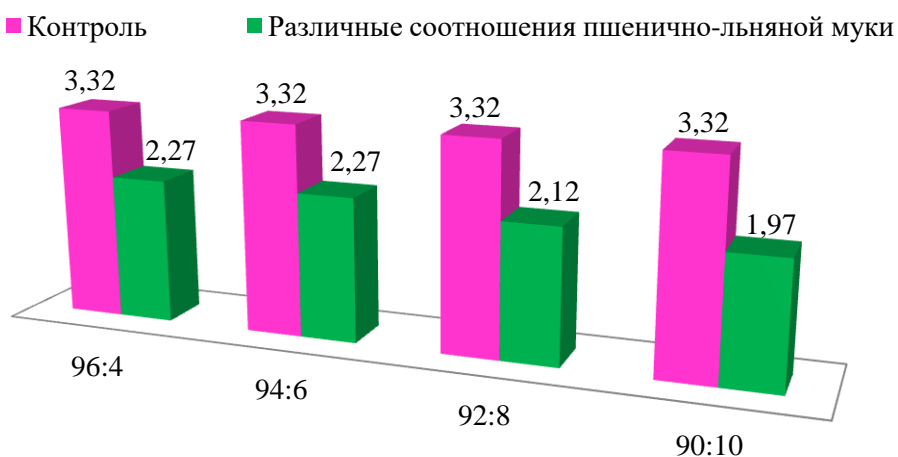


Рис. 5. Влияние соотношения цельнозерновой пшенично-льняной муки на удельный объем хлеба, %

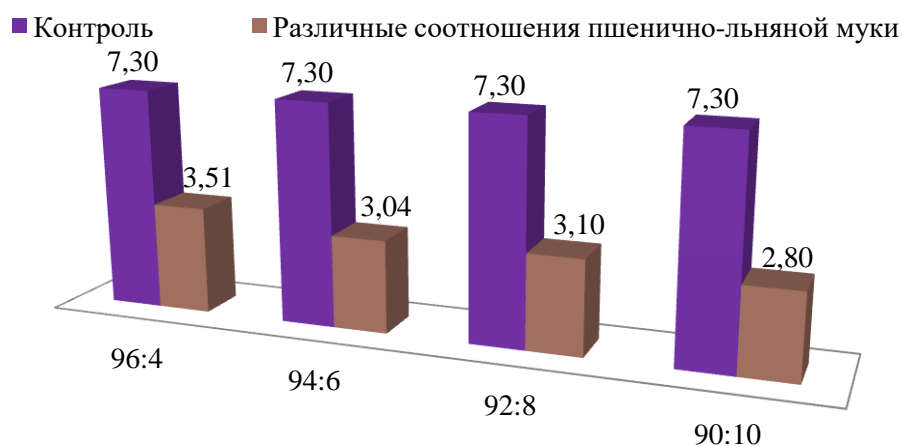


Рис. 6. Влияние соотношения цельнозерновой пшенично-льняной муки на упругую деформацию хлеба, %

Из представленных графиков видно, что по физико-химическим показателям качества пшенично-льняная мука приближается в большей степени к ржаной муке, что обуславливается особенностью схемы помола и высоким содержанием отрубянистых частиц льна и пшеницы. Тем не менее хлеб, полученный из представленного вида муки, обладал хорошими качественными показателями, развитой тонкостенной пористостью и приятным вкусом и ароматом.

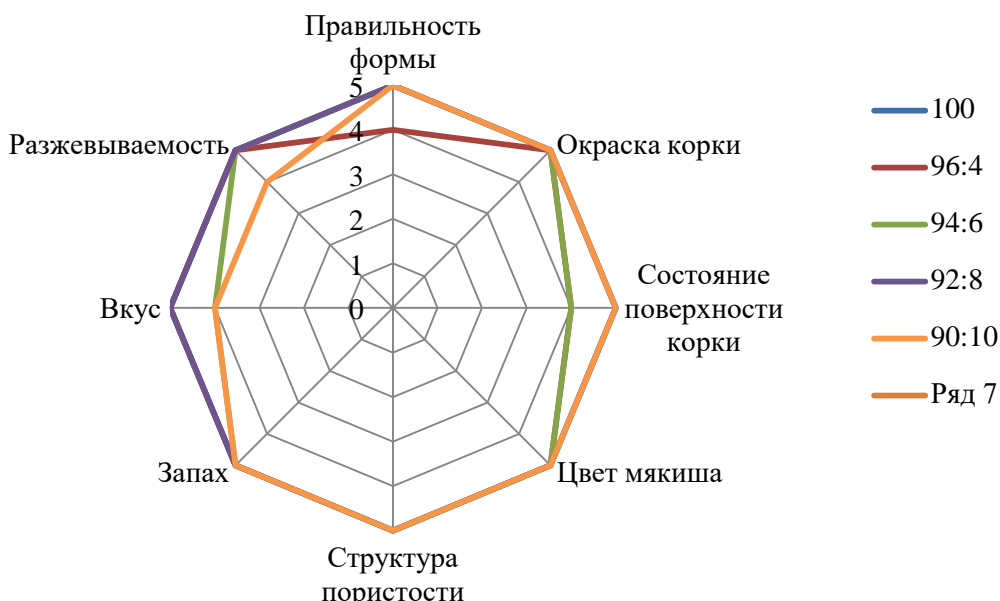
Наилучшими хлебопекарными свойствами, а также соотношением пищевой ценности к качеству обладает хлеб, полученный из цельносмолотой пшенично-льняной муки в соотношении

92 : 8. Помимо этого, полученный хлеб получил наивысший балл по результатам органолептической оценки, представленным в таблице 7 и на рисунке 7. Для оценки формового хлеба из контрольной пшеничной муки 1-го сорта и с различным соотношением цельносмолотой пшенично-льняной муки использовали методику балльной оценки качества хлебобулочных изделий, разработанной на кафедре зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий «РОС-БИОТЕХ». В связи с этим данный образец хлеба был выбран для расчета ее энергетической и пищевой ценности.

Таблица 7

Балльная органолептическая оценка качества готового хлеба из контрольной пшеничной муки 1-го сорта и с различным соотношением цельносмолотой пшенично-льняной муки

Показатель	Коэффициент весомости	Контроль 100	Соотношение пшенично-льняной муки			
			96 : 4	94 : 6	92 : 8	90 : 10
Правильность формы	3,0	5	4	5	5	5
Окраска корки	1,0	5	5	5	5	5
Состояние поверхности корки	1,0	5	4	4	5	5
Цвет мякиша	2,0	5	5	5	5	5
Структура пористости	1,5	5	5	5	5	5
Запах	2,5	5	5	5	5	5
Вкус	2,5	5	5	4	5	4
Разжевываемость	1,0	5	5	5	5	4
Совокупность всех показателей	–	65,0	61,0	61,5	65,0	61,5



На заключительном этапе исследований произвели расчет энергетической и пищевой ценности хлеба из пшенично-льняной муки в соотношении 92 : 8 как наиболее оптимальном.

Расчет пищевой ценности проводился по общепринятой методике [9]. Полученные расчетные данные приведены в таблице 8.

Таблица 8

Пищевая ценность пшенично-льняного хлеба в соотношении 92 : 8 на 100 г съедобной части, г

Показатель	Значение показателя
Белки	12,6
Жиры	3,4
Углеводы	60,7
Энергетическая ценность, ккал	227,8

Заключение. По результатам проведенных исследований разработаны технология получения цельносмолотой пшенично-льняной муки и рецептура формового пшенично-льняного хлеба из нее. Установлено, что с увеличением количества семян льна в помольной пшенично-льняной зерновой смеси возрастает выход пшенично-льняной муки. Наибольший выход пшенично-льняной муки получается при добавлении 10 % семян льна и составляет 93,8 %.

Выявлено, что с повышением количества семян льна в цельносмолотой пшенично-льняной муке ее влажность понижается, что объясняется повышением содержания растительных оболочек, впитывающих влагу. При этом происходит повышение кислотности муки с одновременным понижением содержания клейковины и ее укреплением за счет содержания полиненасыщенных жирных кислот.

Определено оптимальное соотношение цельнозерновой пшенично-льняной муки для выработки формового хлеба, которое составляет 92 : 8. При этом пищевая ценность хлеба выросла по содержанию белка на 17,9 % и по содержанию жира почти на 481,8 %.

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние внесения семян льна в помольную смесь на показатели пищевой ценности хлеба.

Список источников

1. Особенности продуктов переработки двухкомпонентных смесей пшеницы и льна / Г.Н. Панкратов [и др.] // Хлебопродукты. 2018. № 12. С. 42–46.
2. Новые функциональные продукты из двухкомпонентной зерновой смеси пшеницы и льна, полученные с использованием био-

технологических методов / Е.П. Мелешкина [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 2. С. 54–58. DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/54-58.

3. Тупсина Н.Н., Матюшев В.В., Бочарова Л.В. Использование льняной муки в производстве пшенично-ржаных сортов хлеба // Вестник КрасГАУ. 2018. № 4 (139). С. 169–174.
4. Снегирева Н.В., Марченко Л.В. Использование льняной муки и семян льна в рецептурах мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2019. № 11 (152). С. 143–150. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-143-150.
5. Миневич И.Э., Цыганова Т.Б. Влияние добавки измельченных семян льна и льняной муки на технологические и потребительские свойства мучных изделий // Известия вузов. Пищевая технология. 2020. № 2-3 (374-375). С. 88–91. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.23.
6. Алешкина С.В., Васюкова А.Т. Возможности применения льняной муки и семян льна для разработки мучных кондитерских изделий // Агропромышленные технологии Центральной России. 2022. № 2 (24). С. 21–29. DOI: 10.24888/2541-7835-2022-24-21-30.
7. Формирование пищевой ценности булочных изделий с мукой из семян масличных культур / А.С. Захарова [и др.] // Ползуновский вестник. 2020. № 4. С. 3–9. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.04.001.
8. Сафронова Т.Н., Фатьянов Е.А. Разработка нового вида хлеба повышенной пищевой ценности с использованием льняной муки для Арктического региона РФ // Торговля, сервис, индустрия питания. 2021. Т. 1, № 1. С. 52–63. DOI: 10.17516/2782-2214-0006.
9. Снегирева Н.В., Янова М.А. Пищевая ценность льняной обезжиренной муки как функ-

- ционального ингредиента для кондитерской промышленности // *Агропродовольственная политика России*. 2022. № 2-3. С. 25–28.
10. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба / *С.И. Конева [и др.] // Техника и технология пищевых производств*. 2019. Т. 49, № 1. С. 85–96. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-85-96.
 11. Влияние муки из жмыха льняного на биологическую ценность белков вареной колбасы из мяса птицы / *З.В. Василенко [и др.] // Механика и технологии*. 2022. № 2 (76). С. 59–65. DOI: 10.55956/VQQD2432.
 12. Бакуменко О.Е., Алексеенко Е.В. Научные и практические аспекты применения льняной муки в пищевых концентратах сладких блюд // *Пищевая промышленность*. 2022. № 5. С. 29–32. DOI: 10.52653/PP1.2022.5.5.009.
 13. Применение клетчатки льняной как физиологически функционального ингредиента в производстве обогащенных пищевых концентратов / *З.В. Ловкис [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. 2019. Т. 57, № 3. С. 368–378. DOI: 10.29235/1817-7204-2019-57-3-368-378.
 14. Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н. Влияние гидротермической обработки на выход и качество пшенично-тритикалево-льняной муки // *Health, Food & Biotechnology*. 2020. Т. 2. № 2. С. 46–59. DOI: 10.36107/hfb.2020.i2.s337.
 15. Каменева К.С., Щевьева К.В., Наумова Н.Л. Использование муки из семян льна в производстве кекса повышенной пищевой ценности // *Вестник МГТУ. Тр. Мурманского государственного технического университета*. 2020. Т. 23, № 3. С. 195–204. DOI: 10.21443/1560-9278-2020-23-3-195-204.
 16. Influence of harvest year in the physicochemical properties and antioxidant activity of flaxseed hull oils from Tunisia / *Al Hjjali [et al.] // Food Science and Technology*. 2015. 35. P. 175–182. DOI: 10.1590/1678-457X.6688.
 17. Effect of flaxseed polyphenols on physical stability and oxidative stability of flaxseed oil-in-water nanoemulsions / *C. Cheng [et al.] // Food Chem*. 2019. Dec 15;301:125207. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125207.
 18. Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed / *C. K. O. Dzuvoor [et al.] // Molecules*. 2018. 24. 23 (10). P. 2444. DOI: 10.3390/molecules23102444.
 19. Quality of flaxseed oil cake under different storage conditions / *A. Mannucci [et al.] // LWT*. 2019. 104. P. 84–90. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.01.035.

References

1. Osobennosti produktov pererabotki dvuhkomponentnyh smesey pshenicy i l'na / *G.N. Pankratov [i dr.] // Hleboprodukty*. 2018. № 12. S. 42–46.
2. Novye funkcional'nye produkty iz dvuhkomponentnoj zernovoj smesi pshenicy i l'na, poluchennye s ispol'zovaniem biotekhnologicheskikh metodov / *E.P. Meleshkina [i dr.] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*. 2019. № 2. S. 54–58. DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/54-58.
3. *Tipsina N.N., Matyushev V.V., Bocharova L.V.* Ispol'zovanie l'nyanoj muki v proizvodstve pshenichno-rzhanyh sortov hleba // *Vestnik KrasGAU*. 2018. № 4 (139). S. 169–174.
4. *Snegireva N.V., Marchenko L.V.* Ispol'zovanie l'nyanoj muki i semyan l'na v recepturah muchnyh konditerskih izdelij // *Vestnik KrasGAU*. 2019. № 11 (152). S. 143–150. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-143-150.
5. *Minevich I. E., Cyganova T.B.* Vliyanie dobavki izmel'chennyh semyan l'na i l'nyanoj muki na tehnologicheskie i potrebitel'skie svoystva muchnyh izdelij // *Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya*. 2020. № 2-3 (374-375). S. 88–91. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.23.
6. *Aleshkina S.V., Vasyukova A.T.* Vozmozhnosti primeneniya l'nyanoj muki i semyan l'na dlya razrabotki muchnyh konditerskih izdelij // *Agropromyshlennye tehnologii Central'noj Rossii*. 2022. № 2 (24). S. 21–29. DOI: 10.24888/2541-7835-2022-24-21-30.
7. Formirovanie pischevoj cennosti bulochnyh izdelij s mukoj iz semyan maslichnyh kul'tur / *A.S. Zaharova [i dr.] // Polzunovskij vestnik*. 2020. № 4. S. 3–9. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.04.001.
8. *Safronova T.N., Fat'yanov E.A.* Razrabotka novogo vida hleba povyshennoj pischevoj cennosti s ispol'zovaniem l'nyanoj muki dlya Arkticheskogo regiona RF // *Torgovlya, servis, industriya pitaniya*. 2021. Т. 1, № 1. S. 52–63. DOI: 10.17516/2782-2214-0006.

9. *Snegireva N.V., Yanova M.A.* Pischevaya cennost' l'nyanoj obezzhirennoj muki kak funkcionalnogo ingredienta dlya konditerskoj promyshlennosti // *Agroproduovol'stvennaya politika Rossii.* 2022. № 2-3. S. 25–28.
10. Vliyanie l'nyanoj muki na reologicheskie svoystva testa iz smesi pshenichnoj i l'nyanoj muki i kachestvo hleba / *S.I. Koneva* [i dr.] // *Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv.* 2019. T. 49, № 1. S. 85–96. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-85-96.
11. Vliyanie muki iz zhmyha l'nyanogo na biologicheskuyu cennost' belkov varenoj kolbasy iz myasa pticy / *Z.V. Vasilenko* [i dr.] // *Mehanika i tehnologii.* 2022. № 2 (76). S. 59–65. DOI: 10.55956/VQD2432.
12. *Bakumenko O.E., Alekseenko E.V.* Nauchnye i prakticheskie aspekty primeneniya l'nyanoj muki v pischevyh koncentratih sladkih blyud // *Pischevaya promyshlennost'.* 2022. № 5. S. 29–32. DOI: 10.52653/PPI.2022.5.5.009.
13. Primenenie kletchatki l'nyanoj kak fiziologicheski funkcionalnogo ingredienta v proizvodstve obogaschennyh pischevyh koncentratov / *Z.V. Lovkis* [i dr.] // *Vesci Nacyyanal'naj akad'emii navuk Belarusi. Seryya agrarnyh navuk.* 2019. T. 57, № 3. S. 368–378. DOI: 10.29235/1817-7204-2019-57-3-368-378.
14. *Kandrokov R.H., Pankratov G.N.* Vliyanie gidrotermicheskoj obrabotki na vyhod i kachestvo pshenichno-tritikalevo-l'nyanoj muki // *Health, Food & Biotechnology.* 2020. T. 2. № 2. S. 46–59. DOI: 10.36107/hfb.2020.i2.s337.
15. *Kameneva K.S., Schev'eva K.V., Naumova N.L.* Ispol'zovanie muki iz semyan l'na v proizvodstve keksha povyshennoj pischevoj cennosti // *Vestnik MGTU. Tr. Murmanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta.* 2020. T. 23, № 3. S. 195–204. DOI: 10.21443/1560-9278-2020-23-3-195-204.
16. Influence of harvest year in the physicochemical properties and antioxidant activity of flaxseed hull oils from Tunisia / *Al Hjaili* [et al.] // *Food Science and Technology.* 2015. 35. P. 175–182. DOI: 10.1590/1678-457X.6688.
17. Effect of flaxseed polyphenols on physical stability and oxidative stability of flaxseed oil-in-water nanoemulsions / *C. Cheng* [et al.] // *Food Chem.* 2019. Dec 15;301:125207. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125207.
18. Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed / *C.K.O. Dzuvoor* [et al.] // *Molecules.* 2018. 24. 23 (10). P. 2444. DOI: 10.3390/molecules23102444.
19. Quality of flaxseed oil cake under different storage conditions / *A. Mannucci* [et al.] // *LWT.* 2019. 104. P. 84–90. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.01.035.

Статья принята к публикации 04.07.2023 / The article accepted for publication 04.07.2023.

Информация об авторах:

Роман Хажсетович Кандроков¹, доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, кандидат технических наук, доцент

Елизавета Семеновна Поречная², магистрант кафедры кондитерских, сахаристых, субтропических и пищевкусовых технологий

Абдуллах Юсеф³, аспирант кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий

Information about the authors:

Roman Khazhsetovich Kandrokov¹, Associate Professor at the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies, Candidate of Technical Sciences, Docent

Elizaveta Semenovna Porechnaya², Master's student at the Department of Confectionery, Sugar, Subtropical and Food Flavoring Technologies

Abdullah Youssef³, Postgraduate student at the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies

