

## МУКА ИЗ СЕМЯН ЛЬНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ОБОГАЩЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Росляков Ю.Ф., д-р техн. наук, проф., Вершинина О.Л., канд. техн. наук, доц.,  
Гончар В.В., канд. техн. наук, доц., Сацюк К.А., Березанская А.С.*

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,  
Российская Федерация, г. Краснодар

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность использования муки, полученной из семян льна в производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

**Ключевые слова.** Льняная мука, технология, обогащенный хлеб, пищевая ценность.

## FLOUR FROM FLAX SEEDS IN THE PRODUCTION OF ENRICHED BAKERY PRODUCTS

*Roslyakov Yu.F., Dr. Sc. (Tech.), Prof.,  
Vershinina O.L., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.,  
Gonchar V.V., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.,  
Satsyuk K.A., Berezanskaya A.S.*

FSBEI HE «Kuban State Technological University»,  
Russian Federation, Krasnodar

**Abstract.** The article discusses the possibility of using flour from flax seeds in the production of bakery products of increased nutritional value.

**Keywords.** Flax flour, technology, enriched bread, nutritional value.

Хлеб является основным продуктом питания для подавляющего большинства населения нашей страны. В то же время остро стоит проблема обогащения традиционного продукта – хлеба, пищевыми и биологически активными компонентами, с целью повышения его пищевой ценности. Одним из приоритетных направлений в области здорового питания россиян является создание продуктов функционального назначения с улучшенным химическим составом, обогащенных полноценными белками, витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами. Сырье, содержащее эти компоненты, должно быть относительно дешевым и обладать высокой пищевой ценностью. Кроме того, такое сырье должно быть универсальным в использовании и обладать широким спектром положительного действия на организм человека. Именно поэтому, потребитель все чаще и чаще стал выбирать продукт, изготовленный из натурального сырья [1, 2, 5, 6].

В связи с этим особого внимания заслуживает мука, получаемая из семян льна. Анализ содержания физиологически активных компонентов в семенах льна позволяет с уверенностью считать их идеальным обогатителем пищевых

продуктов. Белки семян льна по аминокислотному составу более полноценные, чем белки пшеничной и ржаной муки и могут дополнять их, повышая пищевую ценность хлебобулочных изделий. Большой практический интерес представляют полисахариды льняного семени, так как они могут выступать в качестве водоудерживающих агентов и связующих элементов хлебобулочных изделий, оказывая при этом протекторное действие на пищеварительную систему. Пищевые волокна льняного семени также представляют значительный интерес, так как одним из способов повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий является обогащение их растительными пищевыми волокнами в виде отрубей либо в виде цельно смолотой муки [3].

В данной работе для обогащения хлебобулочных изделий использовали льняную муку, вырабатываемую по ТУ 9293-010- 89751414-2010 – это продукт, изготовленный в производственных условиях по специальной технологии, представляющий собой результат помола семян льна и последующего обезжиривания полученной массы. Данный способ предусматривает получение пищевой льняной муки, содержащей в пересчете на сухое вещество от 25 % до 40 % жира, до 20 % сырого протеина и до 3 % сырой клетчатки. Она имеет цвет – от светло-серого до коричневого, вкус – ореховый. Полученная мука, содержащая все биологически активные вещества семян льна – полиненасыщенные жирные кислоты, витамин F, лигнины, пищевые волокна, легко усвояемый белок – предназначена для использования в хлебопекарной, кондитерской промышленности и для реализации населению в торговой сети [4].

Хлебобулочные изделия готовили из пшеничной муки высшего сорта, отвечающей следующим показателям качества: массовая доля влаги – 13,5 %, качество сырой клейковины – 75 условных единиц прибора ИДК. В соответствии с ГОСТ 26574-2017 клейковину пшеничной муки характеризовали как хорошую, относящуюся к 1 группе. Учитывая то, что качество готовых изделий во многом зависит от качества исходного сырья, определяли влияние льняной муки на качество и количество клейковины пшеничной муки высшего сорта, на ее силу и газообразующую способность.

При исследовании влияния льняной муки на количество и качество сырой клейковины её вносили в количестве 4, 6, 9, 11 % взамен части пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта. Контролем служили пробы клейковины из пшеничной муки высшего сорта без внесения муки льняной.

Результаты исследования влияния льняной муки на количество и качество сырой клейковины представлены на рисунке. Они показывают, что с увеличением содержания в рецептуре льняной муки снижалось количество отмываемой сырой клейковины от 10 % до 62 %. Вероятно, это связано с особенностями фракционного состава белков льняной муки, а именно с высоким содержанием слизей и водорастворимых белков – альбуминов. Максимальное уменьшение клейковины наблюдалось при внесении 9 % и 11 % льняной муки. Добавление льняной муки повышало упругие свойства клейковины по показателям прибора ИДК-2 от 4 % до 6 % в зависимости от ее дозировки. Укрепление клейковины можно объяснить влиянием полиненасыщенных жирных кислот

льняной муки на процессы формирования клейковинных белков при образовании теста.

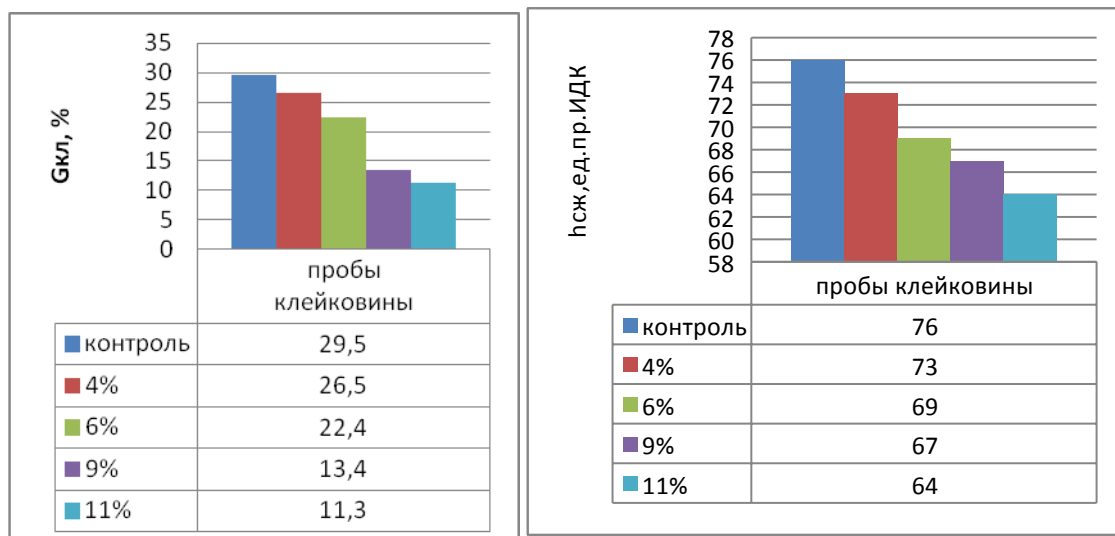


Рисунок Влияние льняной муки на количество (А) и качество (Б) сырой клейковины

Поскольку газообразующая способность пшеничной муки является важным хлебопекарным свойством, от которого зависит характер технологического процесса, интенсивность брожения, накопление продуктов брожения и образование веществ, обуславливающих вкус и аромат хлеба, в работе исследовали также влияние различных дозировок льняной муки на газообразующую способность теста. Газообразующую способность теста определяли на приборе Яго-Островского.

Установлено, что при добавлении льняной муки уменьшается общий объём газообразования на 3-9 % по сравнению с контролем. Понижение газообразующей способности, вероятно, обусловлено более низким содержанием полисахаридов и отсутствием крахмала в льняной муке. Для проб с добавлением льняной муки характерен интенсивный процесс газообразования в первые 90 мин. брожения теста, что обусловлено сбраживанием собственных сахаров пшеничной муки высшего сорта (сахарозы, глюкозы и фруктозы). В целом характер протекания процесса газообразования для всех проб был одинаков, как в опытных, так и в контрольной.

Тесто для хлеба готовили безопасным способом: всё сырьё по рецептуре замешивали на многофункциональном планетарном смесителе-гомогенизаторе серии PL на средней скорости в течение 3,5 мин. Соль вносили в тесто в виде водного раствора, прессованные дрожжи в виде дрожжевой суспензии в соотношении с водой 1:3. Температура теста после замеса составляла от 28 °С до 30 °С, влажность от 42 % до 43 %. Брожение теста осуществляли в термостате при температуре от 28 °С до 30 °С и относительной влажности воздуха от 75 % до 80 % в течение 150 мин. Через 150 мин брожения проводили обминку теста в

течение 1 мин вручную. Из выброженного теста отбирали пробы массой по 350 г для формового и по 150 г для подового хлеба. Разделку и формование теста осуществляли вручную. Разделанные тестовые заготовки укладывали в формы и на листы.

Расстойку тестовых заготовок проводили в расстойном шкафу Miwebackcomba-GS при температуре 35 °С и влажности воздуха от 75 % до 80 %. Готовность тестовых заготовок к выпечке определяли органолептически. Изделия выпекали в конвекционной печи Sirio при температуре среды пекарной камеры от 170 °С до 190 °С. Продолжительность выпечки формового хлеба составляла от 25 до 27 мин, подового от 10 до 14 мин.

Объектами исследования являлись пробы хлеба, приготовленные безопарным способом с внесением льняной в количестве 4, 6%, 9% и 11 % взамен части пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта. В качестве контроля использовали пробы хлеба без внесения добавки.

Результаты исследования физико-химических показателей качества хлеба с льняной мукой представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние различных дозировок льняной муки на показатели качества хлеба

Наименование показателей качества	Контроль (без добавки)	Показатели качества хлеба с внесением льняной муки			
		4 %	6 %	9 %	11 %
<b>Физико-химические показатели качества</b>					
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	370	360	340	340	330
Пористость мякиша, %	80	80	79	79	78
Влажность мякиша, %	42,6	42,5	42,5	42,3	42,2
Кислотность мякиша, град	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0
Формоустойчивость, Н/Д	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Анализ показателей качества хлеба показал, что степень влияния льняной муки на качество изделий зависела от её дозировки.

При оценке физико-химических показателей установлено, что по мере увеличения количества вносимой льняной муки от 4 % до 11 % наблюдалось снижение удельного объема хлеба от 3,0 % до 11,0 %, пористости мякиша хлеба – от 1,3% до 2,5 %. Наибольшее изменение этих показателей отмечалось при максимальном внесении льняной муки. Влажность, кислотность и формоустойчивость мякиша во всех пробах хлеба практически не изменялись.

Органолептическая оценка показала, что все изделия имели развитую равномерную пористость и эластичный мякиш сероватого цвета. Увеличение дозировки льняной муки до 11 % приводило к более интенсивному окрашиванию мякиша и появлению постороннего привкуса и запаха. Использование льняной муки приводит к возникновению технологических рисков, которые проявляются в увеличении упругих свойств клейковины, ухудшении растяжимости, эластичности и стабильности теста, сокращении его газообразующей и

газоудерживающей способности. Также установлено, что по мере увеличения дозировки льняной муки ухудшались органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий. Проведенные исследования позволили предварительно выбрать рациональные дозировки льняной муки 6 % и 9 %, которые в дальнейшем использовались в работе.

Пищевая ценность хлеба определяется содержанием в нем отдельных составных частей и энергетической ценностью с учетом коэффициента усвояемости. Пищевая ценность хлеба тем выше, чем больше он удовлетворяет потребности организма человека в пищевых веществах и чем больше его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания.

Одной из задач данного исследования, было рассчитать, какое количество пищевых веществ поступает в организм человека с хлебом, в состав которого входит льняная мука. Для этого, основываясь на содержании основных пищевых веществ в сырь и выходе хлеба, получаем теоретическое содержание пищевых веществ в 100 г разработанного пшеничного хлеба. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав и пищевая ценность хлебобулочных изделий

Содержание	Расчётное содержание, г на 100 г продукта			
	хлеб «Ромашка» (контроль)		хлеб «На здоровье» (опыт)	
	химический состав	пищевая ценность, %	химический состав	пищевая ценность, %
Белки, г	6,5	8,9	8,5	11,64
Жиры, г	4,0	4,81	4,5	5,4
Углеводы, г	50,0	13,69	47,0	20,27
Минеральные вещества, г				
Кальций, мг	18,6	2,32	32,5	4,06
Магний, мг	12,6	3,15	43,1	10,77
Калий, мг	94,5	3,78	308,8	12,35
Натрий, мг	405,4	10,13	254,3	6,35
Фосфор, мг	66,9	5,5	105,1	8,75
Железо, мг	0,95	6,78	1,3	9,28
В <sub>1</sub> , мг	0,1	7,69	0,2	15,38
В <sub>2</sub> , мг	0,04	2,66	0,05	3,33
РР, мг	1,02	6,37	1,6	10
Е, мг	1,5	16,6	2,3	25,5
ЭЦ, кКал/кДж	26/1089		260/1089	

Из данных, приведенных в таблице 2, видно, что при употреблении 100 г хлеба «На здоровье» удовлетворяется степень суточной потребности человека в белках на 116 %, жирах на 5,4 %, углеводах на 20,27 %, минеральных веществах от 4,06 % до 12,35 %, витаминах от 3,33 % до 25,5 %.

Расчёт химического состава хлеба «На здоровье» показал, что за счёт использования природных пищевых компонентов (льняной муки) повышается содержание белков на 31-38 %, железа – на 37-132 %, фолиевой кислоты – на 10-15 %, витамина Е – на 53-133 %, РР – на 57-76 %, ω-6 – на 40-178 % и уменьшается содержание углеводов на 4-6 % по сравнению с контролем в зависимости от вида изделий. Значительное увеличение содержания минеральных веществ в хлебобулочных изделиях калия на 164-227 %, магния – на 176-242 % в основном обусловлено заменой соли поваренной пищевой на соль пищевую с пониженным содержанием натрия, обогащённую калием и магнием. При этом количество натрия сокращалось на 25-37 % в зависимости от вида изделий

В хлебобулочных изделиях без обогащающих компонентов содержание незаменимых аминокислот недостаточно. Поэтому введение в рецептуру хлеба белковых добавок, содержащих большое количество этих аминокислот, способствует повышению его пищевой ценности.

При использовании льняной муки увеличивались значения удельного объема и пористости хлеба по сравнению с контрольным образцом. Добавление льняной муки положительно влияет на химический состав и пищевую ценность хлеба из пшеничной муки высшего сорта.

## **Литература**

1. Чалдаев П.А., Зимичев А.В. Современные направления обогащения хлебобулочных изделий // Хлебопечение России. 2011. № 2. С. 24-27.
2. Росляков Ю.Ф., Вершинина О.Л., Гончар В.В. Научные основы разработки хлебобулочных изделий функционального назначения // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2009. № 8. С. 34-35.
3. Шалтумаев Т.Ш., Могильный М.П., Сигарева М.А. Использование продуктов переработки семян льна для производства изделий повышенной пищевой ценности // Известия вузов. Пищевая технология. 2015. № 5-6. С. 42-45.
4. Зубцов В.А., Миневич И.Э. Биологические и физико-химические основы использования льняной муки для разработки хлебобулочных изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 3. С. 10-13.
5. Росляков Ю.Ф., Вершинина О.Л., Гончар В.В. Создание хлебобулочных изделий функционального назначения // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2007, № 10(73). С. 24-25.
6. Гончар В.В., Росляков Ю.Ф., Вершинина О.Л. Использование порошка из клубней топинамбура в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Хлебопродукты. 2013. № 10. С. 46-47.