

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕСЕЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ И ПРОСЯНОЙ МУКИ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Л.В. Анисимова, А.А. Беликова

Изучены химический состав и потребительские свойства просяной муки, полученной из исходного зерна и зерна, подвергнутого гидротермической обработке. Дана сравнительная оценка качества хлеба из пшеничной муки и смеси пшеничной и просяной муки, полученной разными способами. Рекомендовано в хлебопекарных смесях с пшеничной мукой использовать просяную муку, выработанную из зерна, прошедшего гидротермическую обработку с увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой.

Ключевые слова: просяная мука, гидротермическая обработка, химический состав, потребительские свойства, мука пшеничная хлебопекарная, пробная выпечка, качество хлеба.

В век стремительного развития технического прогресса всё сложнее становится найти натуральные, экологически чистые, вкусные и полезные продукты. Всё более популярным становится формат так называемого эко- или биомагазина, где можно купить продукты питания из сырья, не подвергавшегося генной модификации, при получении которого не использовались средства химической защиты растений на этапе возделывания, консерванты, красители, ароматизаторы и прочие пищевые добавки на этапе производства конечного продукта. Такие магазины давно стали нормой во многих развитых странах. В России подобные магазины открыты практически в каждом крупном городе, но пока, как правило, продукты в них доступны только наиболее обеспеченным слоям населения.

Получение экологически чистого продукта требует дополнительных затрат, что, конечно, сказывается на его стоимости. Кроме того, следует отметить, что чем ближе место производства продукта к месту его потребления, тем этот продукт дешевле, так как сокращаются затраты на его перевозку и хранение, и полезнее, потому что для долгой транспортировки и хранения производителям приходится вводить в продукцию добавки, продлевающие срок ее годности.

Разработка и применение современных ресурсосберегающих технологий, а также использование местного сырья, позволяют снизить затраты на производство продуктов питания, обладающих высокой экологической чистотой. В связи с этим стоит предположить, что новые способы получения продуктов из привычного сырья позволили бы частично решить указанную проблему.

К такому привычному и известному много лет сырью можно отнести зерно проса – культуры, которая из-за своей неприхотливости к теплу и влаге получила широкое распространение в сложных климатических условиях России. Самый привычный и популярный продукт из проса – это крупа пшено, каша из которой является типичным блюдом для русской национальной кухни. Однако интересны перспективы использования проса для получения муки, которую можно применять как в промышленном производстве (на хлебозаводах и в кондитерских цехах), так и на бытовом уровне – как муку из других видов крупяных культур, представленную сегодня в широком ассортименте в розничной торговле.

Получение муки из проса путем измельчения ядра не позволяет выработать продукт длительного хранения из-за особенностей химического состава проса: высокое содержание ненасыщенных жирных кислот и активный комплекс липолитических ферментов способствуют быстрому прогорканию продуктов его переработки. Как правило, для решения этой проблемы ядро проса после шелушения подвергают процедуре шлифования. Однако при шлифовании удаляются наиболее ценные в пищевом отношении и богатые витаминами, минералами, ненасыщенными жирными кислотами части зерна проса – зародыш и алейроновый слой.

В Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова на кафедре технологии хранения и переработки зерна уже несколько лет ведется разработка технологии просяной муки с использованием гидротермической обработки ГТО зерна проса. Целью этого исследования является получение продукта, обладающего высокой пи-

тательной ценностью и, вместе с тем, достаточно стойкого при хранении.

Нами предложены способы и режимы гидротермической обработки ГТО зерна и ядра проса, изучены химический состав, физико-химические и органолептические показатели качества просяной муки, полученной разными способами [1], исследована стойкость просяной муки при хранении [2]. Кроме того, изучена возможность использования просяной муки в хлебопекарном и кондитерском производствах.

В хлебопечении просяная мука выступает не только как компонент, обогащающий питательными веществами хлебопекарную смесь, но и как естественный улучшитель качества смеси. Так, в ходе исследований было установлено, что просяная мука оказывает укрепляющее действие на слабую пшеничную клейковину [3].

Для оценки возможности применения просяной муки в хлебопечении нами проведено несколько серий пробных выпечек хлеба с подсортировкой к пшеничной муке просяной муки, полученной разными способами [3, 4].

За несколько лет исследований были выявлены определенные тенденции, которые освещены в настоящей статье.

Для обоснования выбора способа получения просяной муки при дальнейшем анализе хлебопекарных свойств смесей рассмотрим химический состав и потребительские свойства просяной муки, выработанной разными способами (результаты исследования 2009 г.).

Химический состав и потребительские свойства просяной муки определяли по стандартным и общепринятым методикам.

Просяную муку получали путём измельчения шелушёного ядра (проходом через сито № 045) при следующих способах подготовки зерна к шелушению:

- без гидротермической обработки;
- с использованием ГТО, включающей увлажнение зерна при атмосферном давлении до влажности 24,0-24,5 %, отволаживание в течение 12 ч и сушку зерна при температуре агента сушки 110 °С до влажности 13,0-14,0 %;
- с использованием ГТО, включающей увлажнение зерна под вакуумом до влажности 20,5-21,5 %, отволаживание в течение 6 ч и сушку зерна при температуре агента сушки 110 °С до влажности 13,0-14,0 %.

Химический состав и потребительские свойства просяной муки, полученной разными способами, приведены в таблице 1.

Мука, полученная из зерна проса без ГТО, имела светло-жёлтый цвет, свойственные ядру проса аромат и вкус, но уже через один месяц хранения приобрела горьковатый привкус. Горьковатый привкус муки свидетельствует об активности липолитических ферментов и начале развития процесса прогоркания жиров.

Просяная мука, выработанная с использованием ГТО (при обоих способах увлажнения), имела светло-жёлтый цвет, вкус и аромат, свойственные ядру проса, легкий сладковатый привкус. Появление сладковатого привкуса может свидетельствовать о накоплении простых сахаров.

Таблица 1 – Потребительские свойства и химический состав просяной муки

Показатель качества просяной муки	Способ получения муки		
	из исходного зерна проса (без ГТО)	проса с ГТО (увлажнение при атмосферном давлении)	проса с ГТО (увлажнение под вакуумом)
Массовая доля влаги, %	9,8	11,8	10,6
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество (с.в.), %	1,24	1,30	1,37
Массовая доля сахара, % на с.в.	0,7	0,9	0,8
Массовая доля белка (N × 5,7), % на с.в.	13,2	13,0	13,2
Массовая доля крахмала, % на с.в.	77,8	73,6	76,9
Массовая доля декстринов, % на с.в.	0,7	0,8	0,8
Коэффициент отражения, усл. ед. прибора БЛИК – РЗ	23	12	17
Кислотность по болтушке, град. кислотности	7,4	3,4	3,0
Цвет	светло-жёлтый		
Запах	свойственный ядру проса, без постороннего		
Вкус	свойственный ядру проса,		
	с горьковатым привкусом	с легким сладковатым привкусом	

Широкое распространение для оценки потребительских свойств муки, в том числе муки из крупяных культур, получила интенсивность окраски (белизна). Чем светлее мука, тем выше оценивается ее качество. Интенсивность окраски просяной муки определяли путём изме-

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕСЕЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ И ПРОСЯНОЙ МУКИ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

рения коэффициента отражательной способности муки на приборе БЛИК – РЗ.

Из таблицы 1 видно, что мука, выработанная из зерна проса с использованием ГТО, имеет меньший коэффициент отражения, чем мука из зерна, не прошедшего ГТО. Мука из зерна, подвергнутого ГТО с увлажнением при атмосферном давлении, имеет самый низкий коэффициент отражения. Изменение интенсивности окраски муки, очевидно, связано с развитием процесса меланоидинообразования под воздействием тепла на этапе сушки зерна.

С точки зрения оценки потребительских свойств важным показателем является кислотность муки, так как она характеризует её свежесть. Мука с повышенной кислотностью – это мука, либо хранившаяся длительное время, либо хранившаяся при неблагоприятных условиях: повышенной температуре и влажности, либо имеющая изначально высокую кислотность (в случае, когда речь идет о муке из крупяных культур). Повышенная кислотность муки может привести к увеличению кислотности готовых изделий из такой муки, снизить срок их хранения и потребительские свойства в целом.

Применение ГТО зерна проса с использованием обоих способов увлажнения привело к снижению кислотности муки. При этом максимальному снижению данного показателя способствовал способ ГТО с увлажнением зерна под вакуумом. Понижение кислотности муки, полученной из зерна проса, прошедшего ГТО, очевидно, связано с развитием денатурационных процессов в белках под воздействием высокой температуры и с частичной инактивацией ферментов, ускоряющих прогоркание муки.

Проанализировав результаты исследования потребительских свойств полученных нами трех видов просяной муки, можно сделать вывод, что ГТО положительно влияет на органолептические показатели и способствует уменьшению кислотности муки, что позволяет хранить её дольше без потери первоначального качества.

Если сравнивать два способа гидротермической обработки зерна, то муку с лучшими потребительскими свойствами (более светлую и с меньшей кислотностью) получили при увлажнении зерна под вакуумом.

При изучении химического состава просяной муки определяли следующие показатели: влажность, зольность, содержание сахара, белка (общего азота), крахмала и декстринов.

Как видно из таблицы, зольность муки из зерна, прошедшего ГТО, по сравнению с мукой, полученной из зерна проса без ГТО, заметно выше. Это увеличение зольности можно объяснить переносом золаобразующих веществ из оболочек в ядро при увлажнении зерна и последующем отволаживании. При этом мука обогащается минеральными веществами.

Из приведенных данных видно, что гидротермическая обработка зерна проса практически не влияет на содержание белка в просяной муке.

Наименьшее содержание крахмала обнаружено в муке, выработанной из зерна, прошедшего ГТО с увлажнением при атмосферном давлении. Наибольшее содержание крахмала – в муке из зерна без ГТО. Из этого можно предположить, что продукция из муки, полученной после ГТО зерна, будет обладать лучшей усвояемостью.

В муке из зерна, прошедшего ГТО с использованием обоих способов увлажнения, содержание декстринов несколько повысилось. Содержание сахара (мальтозы) в этих двух видах муки также возросло, что объясняет появление сладковатого привкуса при ее органолептическом анализе. При этом способ ГТО с увлажнением зерна при атмосферном давлении привел к большему увеличению содержания мальтозы в муке.

Увеличение содержания сахара, декстринов и снижение содержания крахмала объясняется гидролизом крахмала, в том числе и неферментативным, под воздействием тепла и влаги.

Исследования показали, что использование ГТО зерна позволяет выработать просяную муку, обладающую лучшими потребительскими свойствами и химическим составом. В частности, просяная мука обогащается минеральными веществами, имеет более низкое содержание крахмала и более высокое содержание декстринов и простых сахаров, более низкую кислотность, лучший вкус.

Кроме изучения химического состава и потребительских достоинств просяной муки исследовали хлебопекарные свойства смесей из пшеничной и просяной муки, полученной разными вышеуказанными способами. Хлебопекарные свойства смесей оценивали по качеству хлеба, полученного при пробных выпечках в лабораторных условиях. Тесто готовили безопарным способом.

На основе данных предварительных экспериментов определили, что наилучшее

качество хлеба получается при замене от 5 до 10 % пшеничной муки на просяную. Соответственно сравнительную выпечку хлеба провели с заменой 10 % муки пшеничной на муку просяную. За контроль приняли хлеб, испечённый из пшеничной муки.

Результаты исследования качества формового хлеба, выпеченного из смесей муки пшеничной хлебопекарной и просяной муки, полученной разными способами, представлены в таблице 2 (исследование 2009 г.). Качество муки пшеничной хлебопекарной приведено ниже (таблица 3).

Таблица 2 – Качество формового хлеба из смеси пшеничной муки хлебопекарной и просяной муки, полученной разными способами

Показатель качества хлеба	Состав смеси			
	Пшеничная мука – 100%	Пшеничная мука – 90%, просяная мука из исходного зерна – 10%	Пшеничная мука – 90%, просяная мука из зерна с ГТО (увлажнение при атм. давлении) – 10%	Пшеничная мука – 90%, просяная мука из зерна с ГТО (увлажнение под вакуумом) – 10%
Массовая доля влаги, %	42,0	44,8	44,8	43,4
Масса хлеба, г	155,3	179,9	159,4	177,3
Удельный объем, см ³ /г	3,3	2,1	2,5	2,4
Состояние корок	цвет коричневый, поверхность ровная, выпуклая, без подрывов			
Внешний вид	во всех образцах форма правильная и симметричная			
Объем, см ³	520	380	400	420
Запах, вкус	свойственные пшеничному хлебу	ощущается легкий запах и привкус пшённой каши		
Цвет мякиша		белый	светло-жёлтый	белый, с желтоватым оттенком
Эластичность мякиша	хорошая			
Поры	мелкие, распределены равномерно, средней толщины			
Пористость, %	77,3	60,4	68,4	69,9
Кислотность, град.	1,6	2,2	1,8	1,8

Анализ полученных данных показал, что замена в смеси 10 % муки пшеничной на просяную муку, полученную любым рассмотренным способом, не только не ухудшает внеш-

ний вид хлеба (все образцы были правильной формы, с ровными, равномерно окрашенными корками без трещин и подрывов, с эластичными мякишем с красивым рисунком пор), но и придают хлебу приятный лёгкий аромат и привкус пшённой каши, а мякишу – желтоватый оттенок.

Следует отметить, что по сравнению с контрольным образцом из пшеничной муки у хлеба, испечённого из смесей пшеничной и просяной муки, снизились показатели объема, удельного объема и пористости. При выпечке подового хлеба из смеси пшеничной и просяной муки отмечено понижение формоустойчивости. Снижение уровня перечисленных показателей качества хлеба следует связать с исходными свойствами пшеничной муки. Исползованная при выпечке пшеничная мука имела достаточно крепкую клейковину (45 ед. ИДК). Просяная мука в смеси еще более укрепила клейковину и одновременно снизила её содержание, что и сказалось на качестве хлеба. Вместе с тем, качество хлеба из смеси пшеничной и просяной муки осталось в пределах допустимого.

Введение в хлебопекарную смесь просяной муки несколько повысило (в пределах норм) кислотность хлеба. Это объясняется тем, что для просяной муки по сравнению с пшеничной характерен более высокий уровень исходной кислотности. Данное обстоятельство не могло не сказаться на качестве готового продукта.

В целом, при использовании для выпечки смесей из пшеничной и просяной муки лучшим качеством обладали образцы формового и подового хлеба с добавлением в смесь просяной муки из зерна, прошедшего ГТО (независимо от способа увлажнения). Однако, учитывая результаты анализа химического состава и потребительских свойств просяной муки, полученной разными способами, дальнейший обзор перспектив использования просяной муки в хлебопечении сделаем на примере смесей из пшеничной и просяной муки, полученной из зерна, прошедшего ГТО с увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой (по результатам исследований 2009-2011 гг.).

При изготовлении смесей использовали муку пшеничную хлебопекарную по ГОСТ Р 58129-2003 производства мукомольных заводов Алтайского края. Характеристика пшеничной муки приведена в таблице 3.

Физико-химические показатели качества хлеба по результатам пробных выпечек раз-

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕСЕЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ И ПРОСЯНОЙ МУКИ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

ных лет из смесей пшеничной и просяной муки, полученной с использованием ГТО зерна проса с увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой, для формового хлеба представлены в таблице 4 и на рисунке 1, для подового хлеба – на рисунке 2.

Таблица 3 - Качество пшеничной муки

Наименование показателя	Характеристика пшеничной муки, использованной в исследованиях, по годам		
	2009	2010	2011
Производитель	ОАО «Алейск-зернопродукт»	Филиал ОАО «ПА-ВА» «СПП Ребрихинский МК»	ОАО «Усть-Калманский элеватор»
Цвет	Белый с кремовым оттенком		Белый
Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый		
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький		
Массовая доля влаги, %	13,9	14,9	12,7
Содержание минеральной примеси	Хруст при разжевывании муки не ощущается		
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	0,55	0,55	0,71
Белизна, условных единиц прибора РЗ-БПЛ	54	59	51
Клейковина сырая: содержание, % качество	28,6 45 ед. ИДК	25,8 75 ед. ИДК	31,4 75 ед. ИДК
Кислотность по болтушке, градусы кислотности	1,4	3,7	3,0

На основе анализа полученных результатов можно выделить несколько тенденций. Во-первых, с увеличением доли просяной муки в смеси возрастает влажность готового изделия, так как просяная мука более гидрофильна, чем пшеничная. Кроме того, увеличивается необходимое для замеса теста количество воды. Во-вторых, в рамках одной серии опытов не происходит существенного увеличения кислотности хлеба. В-третьих, при внесении от 5 до 10 % просяной муки взамен пшеничной наблюдается увеличение удельного объема формового хлеба, что сви-

детельствует об улучшении реологических свойств теста. Дальнейшее увеличение массовой доли просяной муки в смеси ведет к снижению удельного объема формового хлеба, что связано с уменьшением количества клейковинообразующих белков в хлебопечкарной смеси.

Внешний вид хлеба при внесении в смесь от 5 до 10 % просяной муки также улучшается – булочки выше, корки равномерно окрашены, цвет мякиша приобретает красивый желтоватый оттенок, пористость равномерная, усиливается приятный аромат. При увеличенных дозировках просяной муки мякиш хлеба темнеет, становится более плотным и по консистенции напоминает кекс – легко крошится, поры не выражены. При этом усиливается специфический аромат и вкус пшённой каши. На поверхности корок появляются разрывы и трещины, они также более темные.

Таблица 4 – Физико-химические показатели качества формового хлеба из смесей пшеничной и просяной муки (ГТО с увлажнением под вакуумом)

Содержание просяной муки в смеси, %	Год исследования	Показатель качества хлеба		
		Объем, см ³	Влажность, %	Кислотность, град
0	2009	520	42,0	1,6
	2010	435	36,2	1,6
	2011	420	38,5	3,0
5	2009	520	45,6	1,8
	2010	440	36,4	1,8
	2011	570	41,5	3,0
10	2009	450	43,5	1,8
	2010	465	38,2	2,0
	2011	480	39,5	3,0
15	2009	440	43,0	1,8
	2010	530	39,5	2,0
	2011	480	39,0	2,5
20	2009	380	45,6	1,8
	2010	470	39,4	2,1
	2011	460	40,0	2,5
30	2009	340	43,0	1,8
	2010	420	37,6	2,1
	2011	400	40,5	2,5

Важным показателем качества формового хлеба является пористость. Пористость хлеба показывает долю пор в общем объеме мякиша хлеба и выражается в процентах. Пористый хлеб легко усваивается, так как хорошо пропитывается в желудочно-кишечном тракте пищеварительными соками. Следовательно, пористость хлеба является признаком, повышающим его пищевую ценность.

Как видно из рисунка 1 пористость мякша имеет заметную тенденцию к снижению по мере увеличения доли просяной муки в смеси за все три года исследования. Это объясняется тем, что тесто с большим содержанием просяной муки при брожении хуже разрыхляется, оно менее эластично, получаемый при брожении углекислый газ выходит через разрывы на поверхности. Однако при введении в хлебопекарную смесь до 10 % просяной муки взамен пшеничной пористость хлеба во всех сериях опытов практически остается на уровне пористости хлеба из пшеничной муки.

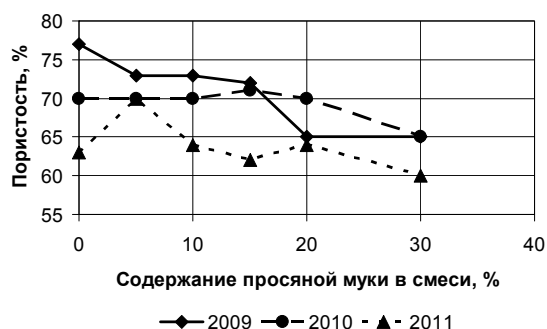


Рисунок 1 – Влияние содержания просяной муки в смеси с пшеничной на пористость формового хлеба

Важным показателем качества подового хлеба является его формоустойчивость. Формоустойчивость подового хлеба вычисляют путём деления наибольшей высоты на средний диаметр хлеба (замеры проводят несколько раз).

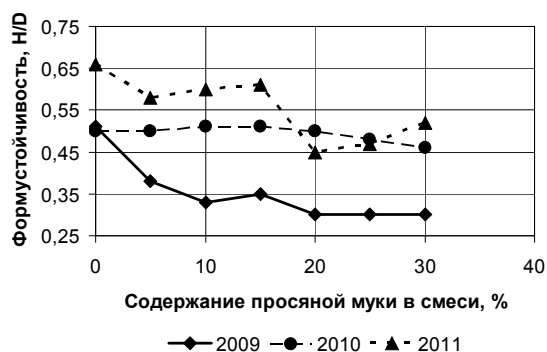


Рисунок 2 – Влияние содержания просяной муки в смеси с пшеничной на формоустойчивость подового хлеба

Из рисунка 2 видно, что формоустойчивость подового хлеба снижается при повышении содержания просяной муки в смеси во всех сериях эксперимента. В связи с тем, что в химическом составе проса отсутствуют клейковинообразующие белки – чем больше в смеси просяной муки, тем меньше в ней со-

держание клейковины, которая формирует упругий «каркас» подового хлеба, не позволяя ему расплываться. При внесении в смесь до 15 % просяной муки взамен пшеничной формоустойчивость остается на уровне, характерном для хлеба из пшеничной муки, булочка красивой и правильной формы (исключение – подовый хлеб выпечки 2009 г., что связано с особенностями свойств клейковины пшеничной муки, использованной в исследованиях).

На основании проведенных исследований можно сделать заключение о том, что просяная мука пригодна к использованию в хлебопекарных смесях для улучшения вкусовых достоинств хлеба, повышения его питательной ценности и в качестве естественного улучшителя пшеничной муки со слабой клейковиной. Лучшим образом для указанных целей подходит просяная мука, выработанная из зерна, прошедшего гидротермическую обработку с увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимова, Л.В. Потребительские свойства просяной муки, полученной разными способами / Л.В. Анисимова, А.А. Беликова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Сб. статей и докладов пятой всероссийской науч.-практ. конф. (15 декабря 2011 г.): в 2 частях, часть 1 / под ред. М.П. Щетинина, Л.Е. Мелёшкиной. – Барнаул: АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2011. – С. 10-15.
2. Анисимова, Л.В. Влияние способа получения просяной муки на её стойкость при хранении / Л.В. Анисимова, А.А. Сидорова // Ползуновский вестник. 2011. № 3/2. С. 129-132.
3. Анисимова, Л.В. Исследование хлебопекарных свойств смеси из пшеничной и просяной муки / Л.В. Анисимова, А.С. Давыдович, А.А. Сидорова // Ползуновский альманах. 2009. № 3. Том 2. С. 99-101.
4. Хлебопекарные свойства смесей из пшеничной и просяной муки, полученной разными способами / Л.В. Анисимова, А.А. Сидорова, В.А. Калюжина, В.В. Тужилкина // Современные проблемы производства продуктов питания: Сб. материалов двенадцатой международной научно-практ. конф. (17 ноября 2009 г.) / АлтГТУ И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – С. 47-51.

Анисимова Л.В., к.т.н., профессор кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8 (3852) 29-07-30;

Беликова А.А., аспирант кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8 (3852) 29-07-30.