

Включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований
*Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь
от 2 февраля 2011 г. № 26*



ISSN 2073-4794

№4(18)
2012

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

ул. Козлова, 29, г. Минск,
220037, Республика Беларусь
Тел./факс: (375-17) 285-39-70/
285-39-71, 294-31-41 (редактор)
e-mail: aspirant@belproduct.com

Оригинал-макет подготовлен по заказу
РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по продовольствию»
РУП «Информационно-вычислительный
центр Министерства финансов
Республики Беларусь»

Отпечатано в типографии
УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 17.12.2012.
Формат 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура NewtonC. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 10,96. Уч.-изд. л. 10,74.
Тираж 100 экз. Заказ 565.
ЛИ № 02330/0494336 от 16.03.2009.
ЛП № 02330/0494120 от 11.03.2009.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков 01241
для ведомственных подписчиков 012412

Учредитель

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной
академии наук Беларуси по продовольствию»

Зарегистрирован в Министерстве информации
Республики Беларусь (свидетельство
о регистрации № 590 от 30 июля 2009 г.)

Главный редактор

Зенон Валентинович Ловкис

Заместитель главного редактора

Александр Анатольевич Шепшелев

Ответственный редактор

Наталья Павловна Миронова

Редакционный совет

А. В. Акулич, З. В. Василенко,
В. Г. Гусаков, И. И. Данченко,
К. И. Жакова, И. И. Кондратова,
А. Н. Лилишенцева, Л. М. Павловская,
Н. Н. Петюшев, И. М. Почицкая,
Т. М. Тананайко, Т. П. Троцкая,
О. Л. Сороко, В. А. Шаршунов

finished articles with use of products of its processing is presented. Expediency of use of the powder received from tubers topinambur by development of new grades of bakery and flour confectionery of increased food value is proved.

УДК 664.64.016.8:633.31./37

Статья посвящена исследованию возможностей применения фасолевой и гороховой муки в производстве хлебобулочных изделий. Результаты экспериментов показали, что при внесении муки из гороха в концентрации 10 % и муки из фасоли в концентрации 15 % к массе пшеничной муки высшего сорта хлебопекарные свойства композитных смесей практически не изменяются по сравнению с контрольными образцами. Изделия, выпеченные на основе композитных смесей безопасным способом, имеют хорошие технологические и органолептические характеристики.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУКИ ИЗ ФАСОЛИ И ГОРОХА В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Беларусь

И. М. Русина, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья;

*А. Ф. Макарович, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой химии;
Т. П. Троцкая, доктор технических наук, профессор, декан инженерно-технологического факультета;*

Ю. В. Мистюк, ведущий лаборант;

С. С. Ковалевская, младший научный сотрудник

Актуальными проблемами хлебопекарной отрасли являются качество продукции, развитие ассортимента диетических и профилактических хлебобулочных изделий, создание высокоэффективных технологий [1, с. 71–73; 2, с. 56–62; 3, с. 68–69].

С целью получения более сбалансированных по химическому составу хлебобулочных изделий в последние годы широко применяют композитные смеси из муки различного состава [4, с. 42–46; 5, с. 50–52; 6, с. 48–51; 7, с. 73–74]. Основой смесей являются зерновые и крупяные продукты, главным образом в виде муки различных культур.

Возможно применение овсяной и рисовой муки в сочетании с пшеничной. Установлено, что добавление рисовой муки и овсяной до 10 % к массе пшеничной способствует увеличению объема хлебобулочных изделий, улучшению структуры пористости, укреплению клейковины. При добавлении рисовой муки к первому и второму сортам пшеничной муки получают изделия более светлых оттенков.

Одновременное применение различных видов муки из зерновых и крупяных культур может дать более полный эффект обогащения хлеба. Так, путем реализации полного факторного эксперимента было установлено оптимальное соотношение входящих в смесь круп (48,4 % пшеницы шлифованной; 35,5 % продела гречневого и 16,1 % рисовой крупы). Хлеб со смесью круп обладал не только привлекательным и необычным внешним видом, приятным вкусом и ароматом, но и высокой пищевой ценностью.

Одним из современных направлений обогащения хлебобулочных изделий является использование вторичных сырьевых ресурсов переработки растительного сырья и нетрадиционных растительных компонентов (выжимки плодово-ягодных культур, порошки мицелия грибов, крахмалопродукты, мука из зерна суданской травы, амаранта, чечевицы и др.) [4, с. 42–46; 5, с. 50–52; 6, с. 48–51; 7, с. 73–74].

Применение в композитных смесях муки из бобовых культур дает значительный эффект обогащения продукции белками, но в Беларуси используется только соевая мука, которая содержит активные энзимы, необходимые при приготовлении дрожжевого хлеба, и увеличивает водопоглотительную способность в тесте, уменьшает впитывание жиров.

Однако известно, что большинство сортов сои являются продуктом генной модификации, в то время как в Республике Беларусь производятся в достаточном количестве отечественные бобовые культуры.

Фасолева и гороховая мука не производится для нужд хлебопекарной промышленности, хотя данные культуры содержат до 25 % белка. По его содержанию культуры приближаются к мясу и превышают рыбу. Белки фасоли и гороха усваиваются организмом на 75 %, в то время как соя содержит большее количество ингибиторов протеаз.

Зерна фасоли и гороха содержат много витаминов (каротина, С, В₂, В₆, РР, фолиевой кислоты, 50–60 %), углеводов (моно- и олигосахаридов, крахмала); имеются жиры (3,6 %), незаменимые аминокислоты (лизин — 2–4 % и триптофан — 0,1–0,2 %). Богат набор и минеральных веществ.

Фасоль и горох имеют широкий спектр применения в народной медицине, благодаря своим полезным и целебным свойствам. Бобовые культуры обладают хорошими диетическими свойствами, успокаивающим действием, полезны для здоровья зубов. Фасоль и горох — это самые необходимые продукты питания в рационе больных сахарным диабетом. Фасоль и горох сохраняют свои полезные и лечебные свойства в процессе обработки, приготовления и даже при консервировании.

В связи с этим целью явилось изучение возможности использования муки из фасоли и гороха при производстве хлебобулочных изделий.

В работе использовались реактивы российского производства квалификаций х. ч. и ч. д. а. Определение хлебопекарных показателей качества композитных смесей муки проводились согласно требованиям ГОСТ 9404-88, 27839-88, 27839-88, 28797-90, 27676-88, 27493-87, технологические показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий оценивали согласно требованиям ГОСТ 9404-88, 27493-87, 21094-75, ГОСТ 5669-96, ГОСТ 5670-96 [8, 158 с.], показатели пищевой ценности контролировали согласно ГОСТ 13496.4-93, 13496.15-97, 26657-97, ГОСТ 26570-95 [9, 215 с.].

Известно, что качество готовой продукции во многом определяется характеристиками сырья. Мука является основным компонентом хлебобулочных изделий, от которого во многом зависят технологические и органолептические свойства готовой продукции, поэтому первый этап экспериментальной работы — изучение хлебопекарных показателей качества композитных смесей из пшеничной муки высшего сорта и муки из фасоли.

Композитные смеси составляли на основе пшеничной муки высшего сорта и муки из фасоли и гороха. Муку из фасоли и гороха получали путем размалывания семян на лабораторной мельнице ЛМЦ-1 и последующим просеиванием через сита № 43. В ходе исследований муку из фасоли и гороха вносили в количестве 5, 10, 15, 20 и 25 % к массе пшеничной муки высшего сорта. Фасоль использовалась белых сортов.

По данным исследований состояния клейковинного комплекса композитных смесей, содержащих муку из фасоли, количество клейковины во взятых опытных образцах резко снижается, а в двух последних концентрациях отмыть клейковину не удалось, что свидетельствует о негативном влиянии добавки на состояние клейковинного комплекса композитной смеси. Фасоль не содержит глютелиновой и проламиновой фракции белков. Извлекаемые щелочью белки относятся к глобулинам, что и является причиной невозможности получить клейковину при внесении значительного количества муки из фасоли. Масса сырой клейковины у опытных образцов снижалась по сравнению с контрольными образцами на 1,56–7,62 %, изменения достоверны ($p < 0,05$).

Цвет клейковины с добавлением муки из фасоли светло-серый, так как фасолева мука имеет более белый цвет.

Растяжимость образцов, содержащих муку из фасоли, снижалась на 2–4 см, что связано с изменениями клейковинного комплекса.

Во всех опытных образцах упругость клейковины, определенная с помощью ИДК, находится в пределах 80 единиц. Такие показания прибора соответствуют «удовлетворительно слабой» по силе муке. Внесение фасоловой муки в концентрации 15 % от массы муки привело к снижению определяемого показателя до 79,4. Объяснить такие данные, вероятно, можно изменением химического состава композитной смеси. При внесении именно такой концентрации муки из фасоли, возможно, происходят взаимодействия белковых веществ из разных компонентов смеси.

Водопоглотительная способность муки зависит от ее химического состава, влажности, крупности и сорта. Мука с высоким содержанием сильной клейковины поглощает больше влаги, чем слабая мука. Установлено, что средняя водопоглотительная способность муки пшеничной составляет 170–250 %.

Гидратационная способность клейковины композитных смесей повышается при внесении больших количеств муки из фасоли (изменения показателя достоверны, $p < 0,05$). Вероятно, это связано с тем, что способность удерживать на поверхности белка воду повышается за счет большей адсорбирующей способности глобулиновой фракции белков фасоли. Резкий скачок гидратационной способности при внесении муки из фасоли в количестве 15 % может свидетельствовать об определенных перестройках белкового комплекса при такой ее концентрации. Для четкого объяснения полученных данных необходимо проводить дальнейшие исследования.

Результаты исследования качества и количества клейковины композитной смеси, включающей муку из гороха, показали, что в контрольном образце из муки высшего сорта содержание клейковины составляло 27,5 %. При внесении гороховой муки в количестве от 5–25 % к массе пшеничной муки количество сырой клейковины уменьшалось на 0,57–6,64 %. Полученные изменения были достоверны, $p < 0,1$.

Результаты эксперимента свидетельствуют, что внесение гороховой муки в количестве 5–10 % к массе пшеничной муки слегка снижает содержание клейковинных белков в общей массе; при внесении 20–25 % муки из гороха наблюдается еще более значительное снижение, что связано с изменением белкового состава, так как гороховая мука не содержит фракций, способных образовывать клейковину. В опытных образцах растяжимость клейковины снижалась с 20 до 13 см, что обусловлено теми же причинами.

Упругость клейковины, определенная с помощью прибора ИДК, в контрольных образцах соответствовала «хорошей». При внесении гороховой муки значения прибора ИДК повышались, и качество соответственно ухудшалось до «удовлетворительно слабой», изменения были достоверны ($p < 0,1$). Полученные данные также объясняются изменением белкового состава композитной смеси. Уменьшение количества клейковины при повышении содержания гороховой муки приводит к ухудшению качества клейковины.

Внесение гороховой муки в количестве 5–25 % к массе пшеничной муки, как и в предыдущем случае, привело к незначительному повышению гидратационной способности клейковины смеси по сравнению с контролем. Объясняется это тем, что те глобулиновые фракции белков бобовых культур, которые извлекаются щелочью, способны удерживать воду в больших количествах по сравнению с белками пшеницы. Вероятно, на гидратационную способность влияет и перераспределение компонентов в новой композитной смеси.

В экспериментальной работе также было проанализировано влияние добавления муки из исследуемых бобовых культур на расплываемость шарика теста. Полученные данные показали, что при увеличении в пищевой системе концентрации муки из бобовых культур расплываемость шарика теста снижается. Это обусловлено снижением растяжимости клейковины полученных композитных смесей.

Внесение гороховой и фасоловой муки приводило к увеличению влажности и кислотности композитных смесей. Это связано с тем, что горох и фасоль имеет большую влажность. Данные бобовые культуры содержат больше органических кислот, свободных аминокислот кислого характера.

Определение автолитической активности по числу падения композитных смесей, включающих гороховую и фасолевую муку, показало, что в контрольном образце общая амилазная активность составляла $318 \pm 3,5$ с. В опытных образцах композитных смесей этот показатель слегка повышался (на 4–6 %). Следовательно, общая амилазная активность была выше. Это свидетельствует о том, что в среде присутствует достаточное количество ферментов и субстратов реакции.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение о том, что внесение в муку высшего сорта различных концентраций муки из фасоли и гороха изменяют технологические показатели качества полученных смесей муки. Наиболее приемлемые значения технологических показателей качества получены при внесении муки из фасоли и гороха до 10–15 % к массе пшеничной муки.

С целью изучения влияния муки из бобовых культур на качество готовых изделий провели пробные выпечки. Рецепт включал муку, воду, дрожжи (3 %) и соль (1,5 %). Тесто готовили из муки высшего сорта с добавлением муки из фасоли (гороха) безопасным способом. Процесс замеса теста для приготовления хлеба осуществлялся в одну стадию, брожение проходило 2,5 ч. Через 60 мин брожения делали обминку. Созревшее тесто округляли, придавали форму шара ручным способом и укладывали швом вниз на листы, смазанные растительным маслом. Продолжительность расстойки составляло 35–40 мин, продолжительность выпечки — 10–15 мин при температуре $+230^\circ\text{C}$.

В лабораторных условиях расчет рецептуры велся на 200 г муки. Количество воды, необходимое на замес теста, определялось расчетным путем, исходя из влажности теста 43 %.

Кислотность и влажность полуфабрикатов контрольных и опытных образцов находились в пределах нормы. В опытных образцах влажность и кислотность теста незначительно повышалась.

Органолептические показатели качества готовой продукции, оцененные по балльной системе, были удовлетворительными во всех исследуемых образцах. При более высоких количествах фасолевой муки (20–25 %) появлялся специфический привкус фасоли. При внесении 15–25 % муки из гороха к массе пшеничной муки, кроме привкуса гороха, появлялся желтоватый оттенок.

Физико-химические показатели качества готовых изделий, выпеченных безопасным способом, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели качества изделий контрольных и опытных образцов, выпеченных безопасным способом (% к массе пшеничной муки высшего сорта)

Показатель	Контрольный образец	Композитная смесь, содержащая муку из фасоли				
		5	10	15	20	25
Пористость, %	$71,00 \pm 0,80$	$68,57 \pm 0,90$	$66,73 \pm 0,50$	$66,50 \pm 0,60$	$63,45 \pm 0,40$	$62,26 \pm 0,90$
Кислотность, pH	$2,0 \pm 0,16$	$2,15 \pm 0,29$	$2,23 \pm 0,23$	$2,30 \pm 0,14$	$2,46 \pm 0,18$	$2,60 \pm 0,20$
Влажность, %	$38,71 \pm 0,18$	$39,15 \pm 0,14$	$39,65 \pm 0,24$	$40,14 \pm 0,19$	$41,73 \pm 0,20$	$42,12 \pm 0,24$
		Композитная смесь, содержащая муку из гороха				
Пористость, %	$71,0 \pm 0,6$	$70,5 \pm 0,4$	$69,7 \pm 0,4$	$66,0 \pm 0,4$	$64,2 \pm 0,4$	$62,0 \pm 0,3$
Кислотность, pH	$2,0 \pm 0,16$	$2,15 \pm 0,15$	$2,20 \pm 0,20$	$2,25 \pm 0,20$	$2,45 \pm 0,25$	$2,55 \pm 0,15$
Влажность, %	$37,1 \pm 0,18$	$38,1 \pm 0,20$	$38,8 \pm 0,20$	$39,2 \pm 0,18$	$39,6 \pm 0,20$	$39,9 \pm 0,15$

При внесении муки из фасоли пористость готовых изделий уменьшалась (по сравнению с контролем) на 2–9 %; изменения были достоверны между контрольными и опытными образцами, содержащими 15–25 % фасолевой муки. Кислотность и влажность изменились незначительно, и их показатели были в пределах требуемых норм качества.

Влажность и кислотность опытных образцов, выпеченных из пшеничной и гороховой муки, увеличивается по сравнению с контролируемыми показателями, поскольку влажность и кислотность гороховой муки выше. Пористость опытных изделий уменьшается на 1–9 %, однако находится в пределах нормы.

После этого были определены условия выпечки хлебобулочных изделий. Кроме безопасного способа использовали опарный. Выпечку проводили на густой опаре. Данные экспериментов показали, что изделия, выпеченные на основе композитных смесей при опарном способе тестоведения, имели меньшую пористость. Объяснить полученные данные можно тем, что при более длительном тестоведении происходит разрушение клейковинного комплекса под влиянием компонентов фасолевой муки. Следовательно, использовать данный способ тестоведения нецелесообразно.

На основании результатов исследования органолептических свойств и технологических показателей качества готовой продукции наилучшей концентрацией в технологическом плане для фасолевой муки — 15 % к массе пшеничной муки, для гороховой — 10 %.

Следующим этапом исследований явилось улучшение рецептуры пшеничного хлеба с использованием муки из фасоли и гороха. В рецептуру изделия входили пшеничная мука высшего сорта, сахар, дрожжи, соль, вода, подсолнечное масло для смазки форм. В данную рецептуру была внесена мука из фасоли в количестве 15 % в одно изделие, в другое — мука из гороха в количестве 10 % к массе пшеничной муки. Изделия выпекали безопасным способом и контролировали технологические показатели качества готовой продукции (табл. 2).

Таблица 2. Физико-химические показатели пшеничного хлеба, выпеченного по унифицированной рецептуре

Показатель	Контрольный образец	Опытный образец, содержащий 10 % муки из гороха к массе пшеничной муки	Опытный образец, содержащий 15 % муки из фасоли к массе пшеничной муки
Пористость, %	73,0±0,6	73,5±0,6	72,6±0,5
Кислотность, pH	2,2±0,2	2,3±0,2	2,4±0,2
Влажность, %	39,2±0,2	40,1±0,3	40,78±0,2

Таким образом, показатели качества контрольного и опытных образцов незначительно отличаются. Пористость изделий при внесении обогатительных добавок практически не снижается.

Органолептические показатели качества были также удовлетворительными. Кроме того, хлеб, выпеченный с добавлением гороховой и фасолевой муки, терял меньшее количество влаги за 5 суток хранения.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать унифицировать рецептуры хлебобулочных изделий с помощью внесения гороховой и фасолевой муки. Технологические показатели качества продукции при внесении 10 и 15 % концентраций соответственно гороховой и фасолевой муки останутся хорошими.

Были определены некоторые показатели пищевой ценности готовой продукции, выпеченной по улучшенной рецептуре пшеничного хлеба с добавлением муки из семян гороха и фасоли. Согласно полученным данным, многие показатели опытных образцов улучшились по сравнению с контролем (табл. 3).

Таблица 3. Показатели пищевой ценности пшеничного хлеба контрольных изделий и образцов, выпеченных по улучшенной рецептуре

Показатель	Контрольный образец	Образец с содержанием муки из гороха, 10 % к массе муки	Образец с содержанием муки из фасоли, 15 % к массе муки
Белки, г/кг	75,4	88,8	79,7
Жиры, г/кг	12,9	13,2	15,6
Сахара, г/100 г	2,5	2,8	3,6
Кальций, г/кг	2,7	2,9	2,8
Фосфор, г/кг	1,4	2,1	2,30

В опытных образцах значительно повысилось количество белков и фосфора. Отмечалось незначительное повышение содержания жиров и кальция. Редуцирующих сахаров в изделиях из фасоли было значительно больше по сравнению с другими опытными и контрольными образцами.

На основании проведенных исследований можно утверждать, что внесение муки из гороха и фасоли в количествах 10 и 15 % соответственно не оказывает отрицательного влияния на основные технологические показатели качества полученных композитных смесей. Органолептические и технологические показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий при оптимальных концентрациях внесения муки из гороха (10 % к массе пшеничной муки высшего сорта) и фасоли (15 %) остаются в пределах норм стандартов. Наилучшим способом выпечки изделий на основе композитных смесей в технологическом и экономическом плане следует считать безопасный.

Кроме того, можно рекомендовать использование гороховой и фасолевой муки для унификации рецептуры пшеничного хлеба. Полученные изделия имеют хорошие органолептические, физико-химические показатели качества и высокую пищевую ценность.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гуляев, К. К.* Функциональные продукты питания — реалии и перспективы / К. К. Гуляев // Хлебопек. — 2004. — № 6. — С. 71–73.
2. *Драчева, Л. В.* Пути и способы обогащения хлебобулочных изделий / Л. В. Драчева // Хлебопечение России. — 2002. — № 2. — С. 56–62.
3. *Захарова, А. С.* Разработка рецептуры хлебобулочных изделий с использованием крупяных культур / А. С. Захарова, Л. А. Козубаева // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2007. — № 3. — С. 68–69.
4. *Мустафаева, К. К.* / Рациональная переработка экстрактов из плодов облепихи / К. К. Мустафаева // Хлебопекарное производство. — 2012. — № 3. — С. 42–46.
5. Характеристика расторопши — перспективного компонента хлебобулочных изделий / Л. П. Пашенко [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2005. — № 9. — С. 50–52.
6. Использование люпиновой муки при изготовлении макаронных изделий / Е. В. Петрова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2004. — № 2. — С. 48–51.
7. Применение пищевкусовой добавки из красной смородины в кондитерской промышленности / А. Г. Чернобровина [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2007. — № 5. — С. 73–74.
8. *Чижов, Б. А.* Технологический контроль хлебопекарного производства / Б. А. Чижов, М. С. Шкваркина. — М.: Пищевая промышленность, 1987. — 158 с.
9. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (Технология хлебобулочных изделий) / под ред. Л. П. Пашенко. — М.: КолосС, 2006. — 215 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 12.11.2012

**I. M. Rusina, A. F. Makarchikov, T. P. Trotskaya,
Y. V. Mistsiuik, S. S. Kavaleuskaja**

POSSIBILITIES OF KIDNEY BEANS FLOUR AND PEA FLOUR USING FOR BREAD PRODUCTION

The article is dedicated to exploring the possibilities of bean and pea flour in bakery products. The experimental results showed that the introduction of the pea flour at 10 % of beans and flour in a concentration of 15 % by weight of wheat flour baking properties of composite mixtures are virtually unchanged compared to the controls. Products, baked on the basis of composite mixtures bezoparnym method have good technological and organoleptic characteristics.