

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР КАК СЫРЬЯ ДЛЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин*

Исследованы физические, физико-химические свойства, химический состав семян люпина, гороха и фасоли белорусской селекции. Разработана технология получения муки из исследуемых культур. Оценены свойства муки из исследуемых культур. Исследована возможность использования муки из зернобобовых культур белорусской селекции в производстве мучных кондитерских изделий. Разработаны рекомендации по ведению технологических процессов производства песочного и бисквитного полуфабрикатов с использованием бобовой муки. Установлено, что внесение фасоловой, люпиновой или гороховой муки взамен 10–15 % пшеничной муки улучшает цвет, внешний вид, структуру пористости готовых изделий и положительно влияет на пищевую ценность.

### **Введение**

Перспективность зернобобовых культур как сырья для пищевой промышленности определяется в первую очередь химическим составом и биологической ценностью их семян.

Зернобобовые культуры являются природным источником растительного белка, пищевых волокон, тиамина, никотиновой кислоты, кальция и железа. Содержание белка в семенах зернобобовых превосходит в несколько раз другие источники растительного происхождения и составляет 20–40 %. Состав белков семян зернобобовых культур сопоставим с белками мяса и представлен большинством незаменимых аминокислот. Усвояемость белков зернобобовых колеблется в диапазоне 60–89 %.

Во многих странах изучение семян зернобобовых культур связано с использованием продуктов его переработки в качестве функциональных диетических ингредиентов, например, в рецептурах безглютеновых диет. Диетическим достоинством зернобобовых культур является наличие холина, метионина, препятствующих ожирению печени. В липидах бобовых содержится значительное количество полиненасыщенных жирных кислот, которые обладают этим же липотропным свойством [1]. Поэтому зернобобовые культуры находят применение при изготовлении комбинированных продуктов во многих отраслях пищевой промышленности.

Муку из семян зернобобовых культур применяют при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, добавляют в пищевые концентраты. Селекционерами Республики Беларусь предложено много разных сортов зернобобовых культур. Наряду с широко возделываемыми и распространенными в республике горохом и фасолью в последнее время приобретают популярность низкоалкалоидные сорта люпина [2, 3]. Вместе с тем технологические свойства, режимы переработки семян зернобобовых культур белорусской селекции в муку и ее использование для производства мучных кондитерских изделий изучены недостаточно.

Известно, что мучные кондитерские изделия занимают большую долю (до 50 %) в общей выработке кондитерской продукции и характеризуются широким разнообразием состава и свойств. Основным сырьем для мучных кондитерских изделий принято считать пшеничную муку, натуральным компонентом которой является глютен – белок, содержащийся в эндосперме зерна пшеницы и обуславливающий вязко-эластичные свойства теста. В то же время некоторая часть населения в мире не может переносить наличие глютена в продуктах. Поэтому разработка рецептур с минимальным содержанием глютена в мучных кондитерских изделиях является актуальной задачей. Это определяет необходимость поиска сырья для получения оптимизированных рецептур таких изделий. Поэтому исследования в данном направлении актуальны.

### Результаты исследований и их обсуждение

Оценка технологических свойств семян бобовых культур предполагает изучение их органолептических, физических и физико-химических свойств, определение качества муки и мучных кондитерских изделий. Работа проводилась в несколько этапов.

Объектами исследований являлись: семена бобовых культур белорусской селекции (люпин сортов Першацвет, Прывабны, Дзіўны, Миртан, Ян; горох сортов Белорусский, Миллениум, Профи, Червенский; фасоль сортов Купеческая, Лима, Белая и Агрокультура); полученная из этих семян мука (люпиновая, гороховая, фасолевая), мучные кондитерские изделия (песочный и бисквитный полуфабрикаты) с использованием муки из бобовых культур.

Семена исследуемых культур выращивались на сортоучастках НПЦ НАН Беларуси по земледелию (г. Жодино). Исследования качества семян, полученной из них муки и мучных кондитерских изделий с ее использованием выполнены в научно-исследовательских и учебных лабораториях МГУП.

При оценке качества семян бобовых культур, муки и мучных кондитерских изделий использовали стандартные и общепринятые методы анализа.

Выбор наилучших сортов семян зернобобовых культур белорусской селекции, пригодных для использования в продовольственных целях, может быть сделан только на основе исчерпывающей информации об их качественном потенциале, включающем их органолептические и физико-химические характеристики, химический состав. Поэтому на первом этапе исследований оценивались органолептические, физические и физико-химические свойства семян бобовых культур.

Органолептическая оценка исследуемых семян зернобобовых культур показала, что их цвет, вкус и запах были свойственны конкретному ботаническому виду и сорту, без посторонних запахов и привкусов. Семена были здоровыми, в негреющемся состоянии. Семена люпина и гороха обладали округлой, а семена фасоли – овальной формой. Цвет семян люпина и гороха – желтый, со светло-кремовыми оттенками. Цвет фасоли – белый.

Показатели физических свойств семян люпина, гороха и фасоли разных сортов белорусской селекции приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физические показатели качества семян люпина, гороха и фасоли

Культура	Сорт	Натура, г/л	Масса 1000 семян, г	Объем семян, мм <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Люпин	Першацвет	710±79	124±13	89±17	1,27±0,03
	Прывабны	756±27	138±17	102±27	1,31±0,03
	Дзіўны	760±30	126±14	90±19	1,31±0,09
	Миртан	711±51	134±16	80±17	1,34±0,07
	Ян	822±59	125±14	95±24	1,30±0,09
Горох	Белорусский	853±28	219±22	140±15	1,11±0,06
	Миллениум	878±34	238±24	170±13	1,20±0,08
	Профи	861±35	231±21	180±15	1,15±0,07
	Червенский	860±31	221±22	150±15	1,13±0,09
Фасоль	Купеческая	733±29	500±34	500±25	1,40±0,09
	Лима	690±31	1229±56	1000±58	1,30±0,08
	Белая	733±33	267±30	211±21	1,30±0,09
	Агрокультура	749±35	561±38	472±44	1,10±0,07

Выявлено, что самым высоким значением натуры (массы 1 л семян) отличался люпин сорта Ян, горох – сорта Миллениум и фасоль – сорта Агрокультура. Более выровненными являлись семена люпина сорта Ян и гороха сорта Белорусский. Наиболее высокими значениями массы 1000 семян у люпина обладал сорт Прывабны, гороха – сорт Миллениум и фасоли – сорт Лима. При измерении объема семян среди исследуемых зернобобовых культур выделялись люпин сорта Прывабны, гороха – Миллениум и фасоли – Лима. Для оценки степени

зрелости и выполненности семян измеряли их плотность. Установлено, что наибольшей плотностью отличались семена гороха люпина сорта Миртан, гороха – сорта Миллениум и фасоли – сорта Купеческая.

Решающую роль в сохранности семян и поведении их в процессе переработки в муку играет содержание влаги. Влажность семян люпина изучаемых сортов находилась в пределах 11,2–11,8 %, гороха – 9,0–9,8 %, фасоли – 12,0–13,4 %, что позволило все образцы отнести к категории «сухое зерно».

Средний химический состав семян изучаемых зернобобовых культур (в процентах на сухое вещество) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав семян бобовых культур

Показатели химического состава	Культура		
	люпин	горох	фасоль
Белки, %	41,5±4,5	28,0±7,4	24,6±7,4
Крахмал, %	17,6±3,8	49,2±4,9	49,0±3,6
Моно- и дисахариды, %	4,7±1,8	4,7±1,5	5,8±0,5
Жир, %	6,9±2,5	1,5±0,7	1,8±0,5
Клетчатка, %	14,9±2,5	5,4±1,2	4,6±1,0
Зола, %	4,5±1,7	3,1±0,8	4,3±0,6
Прочие вещества, %	9,9±0,5	8,1±0,4	9,9±0,6

Как видно из результатов таблицы 2, семена люпина, гороха и фасоли отличались достаточно высоким содержанием белков, наибольшее количество которых обнаружено у семян люпина и менее всех – у фасоли. Содержание крахмала было примерно одинаковым у семян гороха и фасоли, а у люпина – примерно втрое ниже по сравнению с ними. По содержанию сахаров семена исследуемых культур практически не различались. Зато семена люпина характеризовались достаточно высоким содержанием жира, клетчатки и минеральных веществ.

Таким образом, по результатам органолептической оценки, изучения физических показателей качества и химического состава семян все исследуемые образцы люпина, гороха и фасоли белорусской селекции соответствовали требованиям ТНПА и были признаны пригодными для производства муки. Отмечено, что наиболее подходящими для получения муки могут быть семена люпина сортов Прывабны и Ян, гороха сорта Миллениум и фасоли сортов Купеческая и Лима.

На следующем этапе исследований в результате измельчения на лабораторной мельнице нетермообработанных семян гороха, фасоли и люпина получали образцы люпиновой, гороховой и фасолевой муки. Процесс получения бобовой муки проходил по разработанной нами технологии в несколько этапов: подготовка семян к помолу, обрушивание семян бобовых на лабораторной семенорушке; отделение оболочек от основной обрушенной массы; измельчение очищенной от оболочек массы на мельнице; просеивание и разделение полученной муки на фракции [4].

После измельчения семян люпина, фасоли и гороха определяли гранулометрический состав полученных видов бобовой муки, который представлен на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что более 50 % частиц люпиновой и гороховой муки имеют размеры около 180 мкм, а у фасолевой муки 200–220 мкм, что соответствует размеру частиц традиционных видов муки низких сортов – пшеничной второго сорта и обойной и ржаной обойной.

Далее был проведен анализ органолептических и физико-химических показателей полученных образцов бобовой муки.

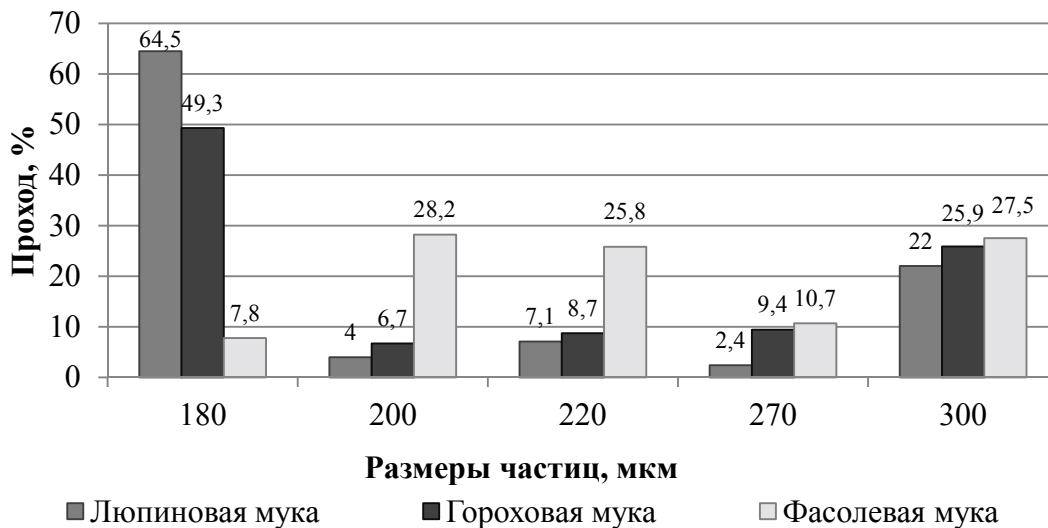


Рисунок 1 – Гранулометрический состав муки из зернобобовых культур

При оценке органолептических показателей отмечено, что благодаря особенностям предварительной обработки семян люпина, фасоли и гороха перед помолом у всех видов муки не был выраженным свойственный бобовым культурам вкус и запах. По цвету фасолевая мука почти не отличалась от пшеничной, выделяясь лишь более сероватым оттенком. В то же время люпиновая и гороховая мука обладали выраженным желтым цветом из-за содержания каротина и за счет присутствия желтоокрашенных периферийных (отрубянистых) частиц семян. Поэтому с учетом органолептических свойств использование люпиновой и гороховой муки представляется целесообразным либо в рецептурах мучных кондитерских изделий с интенсивной окраской поверхности и мякиша, либо низкокалорийных мучных продуктов, при этом желтый цвет бобовой муки может имитировать присутствие сдобящих ингредиентов.

Наибольший интерес для прогнозирования перспектив использования люпиновой, фасолевой и гороховой муки для получения мучных кондитерских изделий представляло исследование физико-химические показатели, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели бобовой муки

Наименование показателей	Вид муки		
	люпиновая	фасолевая	гороховая
Массовая доля влаги, %	9,6±0,2	11,2±0,2	10,6±0,2
Зольность в пересчете на сухое вещество, %	2,41±0,03	3,80±0,05	1,70±0,02
Белизна, усл.ед. прибора РЗ-БПЛ	14±1	41±0	34±0
Число падения, с	160±5	165±5	165±5
Металломагнитная примесь, мг/кг	1,3±0,3	1,2±0,0	1,2±0,0
Кислотность, градусы	16,1±0,2	13,6±0,2	11,9±0,2
Седиментационный осадок, см <sup>3</sup>	14±2	16±2	21±2
Щелочеудерживающая способность, %	136±5	240±5	152±5

Отмечено, что влажность гороховой, фасолевой и люпиновой муки была несколько ниже, а зольность выше, чем у муки традиционных видов (пшеничной по СТБ 1666 и ржаной по ГОСТ 7075), что связано с особенностями химического состава, гидротермической обработки и измельчения семян люпина, фасоли и гороха. В целом эти показатели соответствовали стандартным значениям влажности (не более 15 %) и зольности (не выше зольности зерна).

Белизна муки из зернобобовых культур, определяемая на приборе РЗ-БПЛ, была сопоставима для люпиновой и гороховой муки с белизной муки пшеничной второго сорта, для фасолевой – муки пшеничной первого сорта.

По ферментной активности бобовая мука существенно превосходила пшеничную муку, и по величине числа падения соответствовала муке ржаной обдирной (ГОСТ 7045), причем среди всех исследуемых видов бобовой муки наибольшая активность ферментов отмечалась для люпиновой муки.

Содержание металломагнитной примеси во всех образцах муки из семян бобовых культур белорусской селекции не превышало нормируемых значений (не более 3 мг на 1 кг).

Несмотря на то, что кислотность муки не регламентируется стандартами, этот показатель имеет существенное значение для характеристики свежести муки и особенностей ее использования в мучных полуфабрикатах. Из таблицы 3 видно, что у люпиновой, гороховой и фасолевого муки из семян бобовых культур белорусской селекции выявлена достаточно высокая кислотность, которая в 4–6 раз превышала значение аналогичного показателя пшеничной муки и обусловлена значительным содержанием аминокислот, органических кислот и кислых солей.

Несмотря на более высокое содержание белков по сравнению с зерном пшеницы, из люпиновой, фасолевого и гороховой муки клейковина не отмывалась. Однако мука из семян бобовых культур содержит больше водорастворимых белков, за счет чего обладает повышенной щелочудерживающей способностью и более низким значением седиментационного осадка. Можно предположить, что использование такой муки взамен части пшеничной в производстве мучных кондитерских изделий будет способствовать расслаблению клейковины теста и повышению его пластичности.

Таким образом, результаты исследования качества люпиновой, гороховой и фасолевого муки из семян зернобобовых культур белорусской селекции позволили рекомендовать ее для использования в производстве мучных кондитерских изделий. При этом основные технологические приемы применения такой муки должны учитывать её способность снижать содержание клейковины в мучных полуфабрикатах, повышать пластичность теста и придавать ему более высокую начальную кислотность. Поэтому предложено использовать муку из бобовых культур для получения мучных кондитерских изделий из пластичного и вязко-пластичного теста, в частности песочного и бисквитного полуфабрикатов.

Известно, что для создания пластичной консистенции песочного теста необходимо максимально ограничить набухание клейковинных белков пшеничной муки. Это достигается введением в состав песочного теста значительного содержания сахара и жира, а также малого количества воды [5, 6]. Тесто для песочного полуфабриката приготавливали по технологической схеме, включающей два этапа: приготовление эмульсии и замес теста.

Тесто для бисквитного полуфабриката, имеющее вязко-пластичную консистенцию, также готовили в два этапа: взбивание сахаро-яичной массы (пены) и замес теста. Взбивание сахаро-яичной массы до состояния пены способствует формированию воздушно-пористой структуры готовых изделий. Замес теста при этом должен быть непродолжительным, чтобы клейковина не успела развить свои упругие свойства и получилось тесто мягкой и пышной консистенции. По этой же причине во избежание затягивания теста муку используют только с клейковиной слабого или среднего качества в смеси с бесклейковинным сырьем [5, 6].

При исследовании возможности использования муки из семян зернобобовых культур в производстве песочного и бисквитного полуфабрикатов часть пшеничной муки заменяли бобовой мукой в количестве от 0 до 20 % с интервалом 5 %.

Отмечено, что внесение люпиновой, гороховой или фасолевого муки не оказывало значительного влияния на технологические параметры приготовления песочного и бисквитного теста (влажность, температуру, продолжительность сбивания эмульсии и пены, продолжительность замеса теста). Вместе с тем песочное тесто с добавлением 15 и 20 % муки из семян люпина, гороха и фасоли сложнее поддавалось формованию, было более липким, что объясняется особенностями химического состава бобовой муки. В то же время бисквитное тесто с добавлением 15 и 20 % бобовой муки было более вязким и менее текучим, медленнее отливалось в формы, что, по-видимому, обусловлено тем, что люпиновая мука содержит больше пищевых волокон, чем пшеничная, и, соответственно, придает тесту более высокую вязкость. Также следует отметить, что после отливки бисквитного теста в формы в отличие от традиционной технологии его оставляли

постоять в течение ( $10 \pm 1$ ) мин, так как зафиксировано, что органолептические показатели готового бисквита, выпеченного после выстойки теста, лучше, чем бисквита без выстойки. Это можно объяснить тем, что при выстойке в вязко-пластичном тесте происходит взаимодействие белков куриного яйца с пищевыми волокнами бобовой муки с образованием белково-полисахаридных комплексов, что приводит к лучшей фиксации пенообразной структуры [5].

При исследовании влияния добавок люпиновой, гороховой и фасолевой муки на органолептические (форма, поверхность, цвет, вид в изломе, вкус и запах) и физико-химические (влажность, щелочность, плотность) показатели готовых изделий установлено, что наилучшими характеристиками, соответствующими требованиям действующих стандартов, обладали песочный и бисквитный полуфабрикаты с внесением 10 % и 15 % муки из бобовых культур взамен пшеничной муки.

Проведен расчет пищевой ценности песочного и бисквитного полуфабрикатов с использованием муки их бобовых культур белорусской селекции. Установлено, что в мучных кондитерских изделиях с добавлением муки из зернобобовых культур по сравнению с контрольными образцами повысилось содержание водорастворимых белков и одновременно уменьшилась доля глютена, возросло количество пищевых волокон, макро- и микроэлементов (калия, кальция, магния, фосфора, железа), витаминов группы В ( $B_1$ ,  $B_2$  и РР), а энергетическая ценность полуфабрикатов практически не изменилась.

### Заключение

В результате проведенных исследований получены новые данные по физическим свойствам и химическому составу семян люпина, гороха и фасоли белорусской селекции. Наиболее подходящими для получения муки могут быть семена люпина сортов Прывабны и Ян, гороха сорта Миллениум и фасоли сортов Купеческая и Лима.

Предложена технология получения люпиновой, гороховой и фасолевой муки из семян бобовых культур белорусской селекции. Выявлено, что мука из бобовых культур отличается более крупным и размерами частиц, низкой влажностью и белизной, повышенными зольностью, кислотностью и ферментативной активностью, а также отсутствием клейковины и преобладанием водорастворимых белков.

Выявлена целесообразность использования муки из семян люпина, гороха и фасоли белорусской селекции для производства песочного и бисквитного полуфабрикатов. Установлено, что внесение муки из бобовых культур в песочное и бисквитное тесто в количестве 10–15 % не оказывает существенного влияния на ход технологического процесса и качество готовой продукции, что позволит осуществлять выработку мучных кондитерских изделий с использованием бобовой муки на действующих поточно-механизированных линиях.

Показано, что в мучных кондитерских изделиях с добавлением муки из бобовых культур белорусской селекции снижается доля глютена, повышается содержание водорастворимых белков, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов группы В при неизменной энергетической ценности.

### Литература

- 1 Шпаар, Д. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников, Г. Тарануха. – Минск.: ФУАинформ, 2000. – 312 с.
- 2 Зернобобовые культуры в Белоруссии [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www. myfermer.ru](http://www.myfermer.ru). – Дата доступа: 19.05.2017.
- 3 Сорты и гибриды сельскохозяйственных культур РНИУП «Институт земледелия и селекции НАН Беларуси» (зерновые, зернобобовые, крупяные, масличные) // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 3 (47). – С. 2–13.
- 4 Рукшан Л. В. Использование люпина для производства муки / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Хлебопек, 2008. – № 4(33). – С.29–32.
- 5 Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий. – Воронеж, Воронеж. гос. техн. академия, 1997. – 416 с.
- 6 Олейникова, А. Я. Технология кондитерских изделий: учебник для студентов / А. Я. Олейникова, Л. М. Аксенова, Г. О. Магомедов. – СПб.: РАПП, 2010. – 670 с.

Поступила в редакцию 08.12.2017