

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА ИЗ СМЕСИ ПШЕНИЧНОЙ И ЛЮПИНОВОЙ МУКИ

Л. В. Анисимова, Е. С. Серебrenикова, В. Е. Бондаренко, В. Ю. Басов

*Изучены реологические свойства теста из смеси пшеничной и люпиновой муки. В исследованиях использовали семена белого люпина сорта Дега, выращенные в Алтайском крае. Люпиновую муку получали с использованием скарификации семян, вызывающей механическое повреждение оболочек. Затем семена подвергали гидротермической обработке, включающей операции пропаривания, сушки и охлаждения. Отделение семенных оболочек осуществляли на лабораторном центробежном шелушителе. Обрушенные семена измельчали в лабораторной мельнице. Муку отбирали проходом через сито № 045. Для приготовления мучных смесей использовали пшеничную муку высшего сорта. Реологические свойства теста изучали на фаринографе® AT Brabender (Германия).*

*Установлено, что внесение люпиновой муки взамен части пшеничной муки приводит к существенным изменениям реологических характеристик теста, таких как: водопоглотительная способность, показатель качества фаринографа, время образования теста. Изменились также устойчивость теста к замесу и степень разжижения теста.*

*Рекомендовано в мучную смесь вводить не более 10 % люпиновой муки взамен пшеничной муки высшего сорта. Следует отметить, что тесто из такой смеси имело лучшую степень разжижения через 12 минут после максимума и показатель качества фаринографа в сравнении с образцом теста из пшеничной муки высшего сорта. Устойчивость теста к замесу и степень разжижения теста через 10 минут после старта были практически на уровне подобных показателей для теста из пшеничной муки высшего сорта.*

*Ключевые слова: мука пшеничная высшего сорта, люпиновая мука, скарификация, гидротермическая обработка, реологические свойства теста, водопоглотительная способность, фаринограмма.*

Хлеб – наиболее распространенный продукт питания для населения нашей страны, он на 40 % удовлетворяет потребности организма человека в наиболее важном источнике энергии – углеводах [1]. Однако в настоящее время, по данным российских ученых, существует проблема дефицита белка в рационе питания жителей России [2].

В связи с этим одним из направлений обогащения хлебобулочных изделий биологически ценными нутриентами является введение высокобелковых компонентов, и предпочтение по праву отдается бобовым культурам, одной из которых является люпин [2].

Люпин (от лат. lupus – волк) – такое название, вероятнее всего, описывает способность растений данного рода приспособляться к суровым условиям окружающей среды. В России культивируют четыре вида люпина: белый, узколистный, желтый и многолетний [3].

Люпиновая мука находит применение

в различных отраслях пищевой промышленности. Ее используют в хлебопечении, кондитерской промышленности при выработке мучных кондитерских изделий, в масложировой отрасли в Австралии, Америке, в ряде стран Европы и Азии [3].

Во всем мире люпин вот уже несколько лет рассматривается как перспективный компонент безглютеновых, а также функциональных продуктов, его отличительной особенностью является высокое содержание белка (до 45 %), сбалансированного по аминокислотному составу. Люпин богат ненасыщенными жирными кислотами, а также содержит до 15 % грубого волокна. Кроме того, в состав семян люпина входят витамины А, Е и группы В, макро- и микроэлементы: калий, кальций, магний, железо, фосфор, селен и др. [3, 4, 5, 6].

В исследованиях зарубежных ученых отмечается свойство продуктов переработки семян люпина предупреждать развитие сердеч-

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА ИЗ СМЕСИ ПШЕНИЧНОЙ И ЛЮПИНОВОЙ МУКИ

но-сосудистых и онкологических заболеваний. Продукты с люпином являются профилактическим средством от сахарного диабета второго типа [7].

Использование люпиновой муки как нового объекта исследований требует всестороннего изучения продуктов с ее добавлением. Одной из наиболее важных характеристик теста, выбранной зерновым сообществом, является реология [8]. Даже небольшие изменения в составе теста способны оказать колоссальное влияние на его реологические характеристики [9].

Люпиновая мука, ввиду отсутствия в ее составе клейковинообразующих белков, должна заметно повлиять на реологические свойства теста, полученного с ее использованием.

Целью данной работы явилось изучение влияния люпиновой муки, вносимой в смесь с пшеничной мукой, на реологические свойства теста.

В опытах использовали семена белого люпина сорта Дега, выращенные в Целинном районе Алтайского края.

При выработке люпиновой муки семена люпина подвергали скарификации на лабораторной установке типа ЗШН. Затем семена направляли на гидротермическую обработку, которая включала операции пропаривания, сушки и охлаждения. Используемый способ ГТО в сочетании с предшествующей подготовкой семян позволяет добиться наиболее равномерного и полного проникновения влаги внутрь семядолей (ядра). Необходимость скарификации объясняется наличием у семени люпина плотной кожистой семенной оболочки, плохо пропускающей влагу [10].

Семена люпина, прошедшие ГТО, шлушили в лабораторном центробежном шлушителе. Продукты шлушения сортировали на ситах и в лабораторном аспираторе. Отобранное после шлушения ядро измельчали в лабораторной мельнице. Продукты размола просеивали через металлотканое сито № 045. Люпиновую муку отбирали проходом через указанное сито.

Для приготовления смесей с люпиновой мукой и дальнейшего изучения реологических свойств теста использовали пшеничную муку высшего сорта со следующими показателями качества: цвет – белый; запах и вкус – собственные пшеничной муке, без посторонних запахов и привкусов; хруст при разжевывании

муки отсутствует; влажность – 12,2 %; белизна – 59 усл. ед. РЗ-БПЛ; содержание сырой клейковины – 28,0 %, качество клейковины – 75 ед. ИДК (I группа); кислотность по болтушке – 2,7 град. кислотности; число падения – 316 с.

Люпиновая мука, вводимая в состав мучной смеси, имела следующее качество: цвет – желтый; запах – ореховый, не затхлый, не плесневый; вкус – свойственный люпиновой муке; при разжевывании муки хруст не ощущается; влажность – 8,5 %.

При определении качества муки использовали действующие стандарты.

Реологические свойства теста изучали на фаринографе® AT Brabender (Германия).

В ходе проведения исследований определяли следующие показатели, характеризующие реологические свойства теста: водопоглотительную способность, %; DDT – время образования теста, мин.; S – устойчивость теста к замесу, мин.; DS (ICC) – степень разжижения теста, ЕФ; FQN показатель качества фаринографа, мм.

Для оценки влияния люпиновой муки на реологические свойства теста были приготовлены смеси, в которые вводили 5, 10, 15 и 25 % люпиновой муки взамен пшеничной муки. Контролем послужило тесто из пшеничной муки высшего сорта. Фаринограмма теста из пшеничной муки представлена на рисунке 1. Фаринограммы образцов теста из смесей пшеничной и люпиновой муки приведены на рисунке 2.

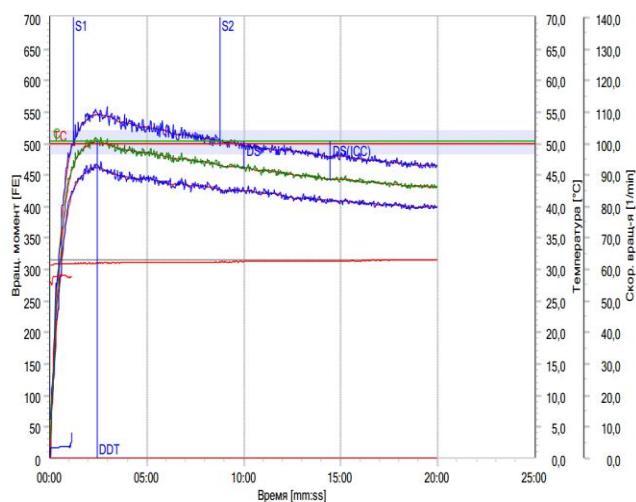
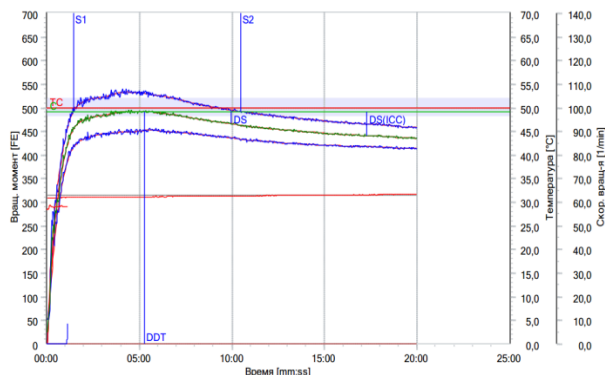
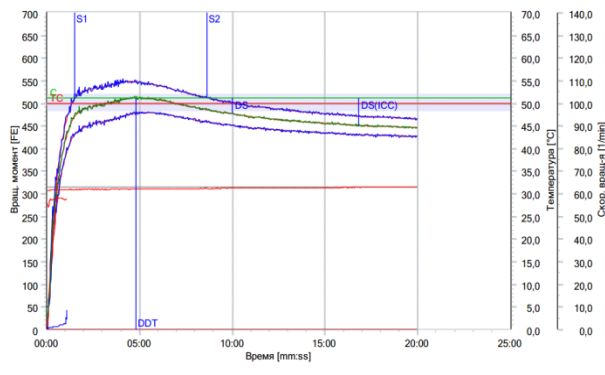


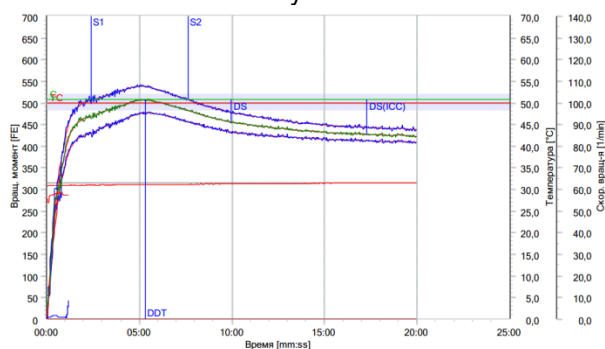
Рисунок 1 – Фаринограмма теста из пшеничной муки высшего сорта



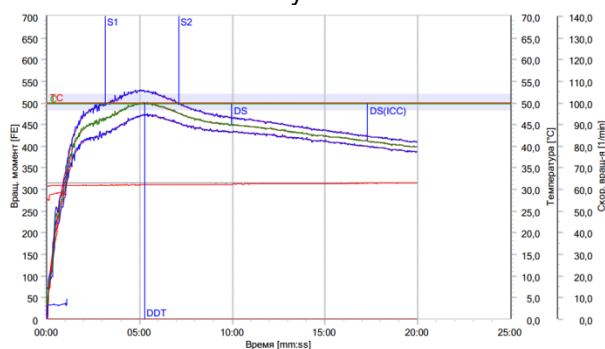
5 % люпиновой муки в смеси с пшеничной мукой



10 % люпиновой муки в смеси с пшеничной мукой



15 % люпиновой муки в смеси с пшеничной мукой



25 % люпиновой муки в смеси с пшеничной мукой

Рисунок 2 – Фаринограммы теста из смесей пшеничной и люпиновой муки

Зависимость водопоглотительной способности теста от содержания люпиновой муки в смеси с пшеничной мукой показана на рисунке 3.

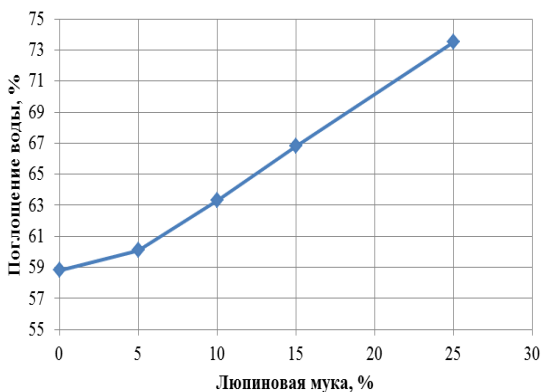


Рисунок 3 – Влияние содержания люпиновой муки в смеси на водопоглотительную способность теста

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что повышение содержания люпиновой муки в смеси сказывается на ее водопоглотительной способности. Так, с увеличением содержания люпиновой муки в смеси возрастает водопоглотительная способность образцов. Это можно объяснить повышенным содержанием белков в люпиновой муке, так как белки обладают высокой водопоглотительной способностью.

Кроме того, люпин содержит некрахмальные полисахариды, а именно гемицеллюлозу, целлюлозу и галактаны, которые также способны удерживать влагу. В состав семян люпина входит до 21 % подобных веществ [11, 12].

Реологические характеристики образцов теста представлены в таблице 1. Зависимости отдельных реологических характеристик теста от содержания люпиновой муки в смеси – на рисунках 4 и 5.

Внесение люпиновой муки в мучную смесь оказало влияние на все показатели реологических свойств теста.

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА ИЗ СМЕСИ ПШЕНИЧНОЙ И ЛЮПИНОВОЙ МУКИ

Показатель степени разжижения (рисунок 4) через 10 минут после замеса для образцов теста с 5%-ным и 10%-ным добавлением люпиновой муки имеет меньшее значение, чем для контроля. Однако при добавлении 15 % люпиновой муки показатель возрастает и становится больше, чем для контрольного образца.

Подобная зависимость наблюдается и для показателя степени разжижения образцов теста через 12 минут после достижения точки максимума (по стандарту ICC).

Снижение показателя степени разжижения теста свидетельствует об улучшении реологических свойств теста, в то время как его увеличение показывает обратное. Следовательно, замена 5 и 10 % пшеничной муки люпиновой мукой оказывает положительное влияние на оба показателя степени разжижения теста.

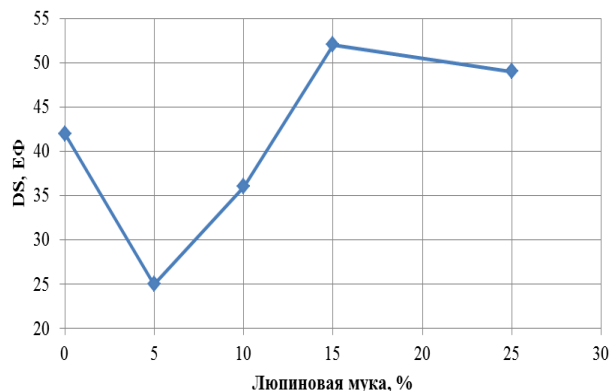


Рисунок 4 – Влияние содержания люпиновой муки в смеси на степень разжижения теста (DS)

Таблица 1 – Фаринографические параметры теста из смесей пшеничной и люпиновой муки

Содержание люпиновой муки в смеси с пшеничной мукой высшего сорта, %	Время образования теста DDT, мин	Устойчивость теста к замесу S, мин	Степень разжижения теста через 10 мин после старта DS, ЕФ	Степень разжижения теста через 12 минут после максимума DS(ICC), ЕФ	Показатель качества фаринографа FQN, мм
0	2:27	7:36	42	60	71
5	5:18	9:02	25	50	106
10	4:49	7:07	36	62	90
15	5:20	5:13	52	80	80
25	5:18	3:58	49	87	75

Время образования теста возрастает при увеличении содержания люпиновой муки в смеси. Для образца с добавлением 25 % люпиновой муки взамен пшеничной муки время образования теста составляет 5 минут 18 с, что более чем в два раза превышает время образования теста для контрольного образца. Это, в первую очередь, связано со снижением в каждом последующем образце количества клейковины. При этом возрастает длительность гомогенизации компонентов смеси. Кроме того, белковая и углеводная фракции люпиновой муки, вероятно, требуют увеличения времени для гидратации, ввиду повышенной водопоглотительной способности.

Устойчивость теста к замесу при добавлении малого количества люпиновой муки (5 %) демонстрирует рост, однако при анализе образцов теста с большим содержанием люпиновой муки показатель устойчивости теста к замесу снижается. Это связано с изменением структуры белковой фракции образцов. При внесении люпиновой муки в размере 5 % белковые фракции

люпиновой и пшеничной муки вкуче образуют устойчивый каркас. Однако при увеличении белковой фракции люпиновой муки баланс нарушается и, как следствие, устойчивость теста к замесу снижается.

Показатель качества фаринографа (рисунок 5) – величина, интегрирующая все реологические показатели прибора, в нее входят характеристики формирования теста, устойчивость теста к замесу и степень его разжижения [13]. Чем выше этот комплексный показатель, тем лучше качество теста.

При исследовании образцов с добавлением люпиновой муки установлено, что наибольшее значение показателя качества фаринографа соответствует образцу с добавлением люпиновой муки взамен пшеничной в количестве 5 %. Однако следует отметить, что внесение любого количества люпиновой муки в смесь взамен пшеничной (до 25 %) способствует повышению показателя качества фаринографа.

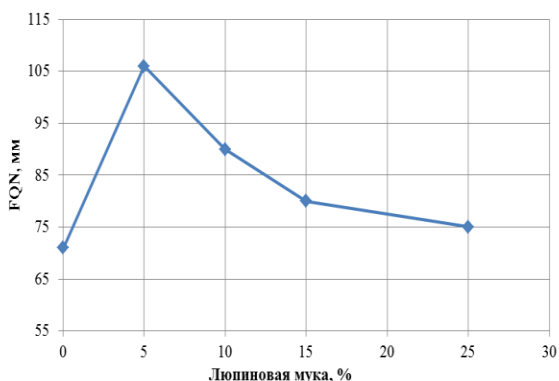


Рисунок 5 – Влияние содержания люпиновой муки в смеси на показатель качества фаринографа

Таким образом, внесение в смесь с пшеничной мукой высшего сорта люпиновой муки отразилось на всех реологических показателях качества теста. Так, увеличилась водопоглотительная способность теста, вырос показатель качества фаринографа, увеличилось время образования теста. Кроме того, при исследовании образцов смесей с небольшим содержанием люпиновой муки обнаружены снижение степени разжижения теста, а также рост устойчивости теста к замесу.

Исходя из вышеизложенного, можно рекомендовать вносить в смесь до 10 % люпиновой муки взамен пшеничной муки высшего сорта. При этом реологические показатели качества теста практически не ухудшатся. Следует также отметить, что внесение 5 % люпиновой муки улучшает ряд реологических характеристик теста в сравнении с контрольным образцом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашенко, Л. П. Технология хлебобулочных изделий / Л. П. Пашенко, И. М. Жаркова. – М.: Колос, 2008. – 389 с.
2. Пищевая ценность люпина и направления использования продуктов его переработки / Е. И. Сизенко, А. Б. Лисицын, Л. С. Кудряшов, А. В. Растяпина // Все о мясе. – 2004. – №4. – С. 34-40.
3. Применение люпиновой муки в технологии хлеба / Ю. Н. Труфанова, О. М. Романова, Е. В. Гончарова, Е. М. Вострикова, И.А. Никитин // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности. Материалы III Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 114-118.
4. Штеле, А. Л. Белый люпин - новый белковый корм для высокопродуктивной птицы / А. Л. Штеле // Птицеводство. – № 10. – 2013. С. 27-33.

5. Straková, E. Nutritional Composition of Seeds of the Genus Lupinus / E. Straková, P. Suchý, V. Večerek, V. Šerman, N. Mas, M. Jůz // Acta Vet. Brno. – 2006. – 75. P. – 489-493.

6. Gladstones, J. S. Lupins as Crop Plants. Field Crop Abstracts. – 1970. – 23. – P. 123-148.

7. Belski, R. Effects of lupin-enriched foods on body composition and cardiovascular disease risk factors: a 12-month randomized controlled weight loss trial / R. Belski, T. A. Mori, I. B. Puddey, S. Sipsas, R. J. Woodman, T. R. Ackland, L. J. Beilin, E. R. Dove, N. B. Carlyon, V. Jayaseena, J. M. Hodgson // International Journal of Obesity. – 2011. – Vol. 35. - № 6. – P. 810 – 819.

8. Dapčević Hadnađev, T. The Role of Empirical Rheology in Flour Quality Control / T. Dapčević Hadnađev, M. Pojić, M. Hadnađev, A. Torbica // Wide Spectra of Quality Control. – 2011. – P. 335–360.

9. Пирогов, А. Н. Инженерная реология. Учебное пособие / А. Н. Пирогов, Д. В. Дonya. – Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 110 с.

10. Серебrenикова, Е. С. Исследование процесса поглощения влаги семенами белого люпина при иммерсионном увлажнении / Е. С. Серебrenикова, Л. В. Анисимова, В. Е. Бондаренко // Ползуновский вестник. – 2017. – № 4. – С. 52-56.

11. Franco, T. T. Characterization of storage cell wall polysaccharides from Brazilian legume seeds and the formation of aqueous two-phase systems / T. T. Franco, N. R. Rodrigues, G. E. Serra, V. R. Panegassi, M. S. Buckeridge // Journal of Chromatography B, 680. – 1996. – P. 255-261.

12. Mohamed, A. A. Nonstarchy polysaccharide analysis of cotyledon and hull of Lupinus albus / A. A. Mohamed, P. Rayas-Duarte // Cereal Chemistry. – 1995. – 72(6). – P. 648-651.

13. Diosi, G. Role of the farinograph test in the wheat our quality determination / G. Diosi, M. More, P. Sipos Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria. – 2015. – № 8. – P. 104-110.

**Анисимова Людмила Витальевна**, к.т.н., доцент, доцент кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8 (3852) 29-07-55, e-mail: anislv@mail.ru.

**Серебrenикова Екатерина Сергеевна**, аспирант кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8 (3852) 29-07-55, e-mail: silver.775594@mail.ru.

**Бондаренко Вадим Евгеньевич**, магистрант кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8 (3852) 29-07-55, e-mail: kailxy1995@mail.ru.

**Басов Василий Юрьевич**, начальник лаборатории ООО «КДВ Яшкинская мельница», тел.: 8-913-429-34-43, e-mail: v.basov@kdv.m.ru.