

## ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУКИ

С.С. Кузьмина, Л.А. Козубаева, Д.Н. Протопопов

*Работа посвящена определению влияния механоактивации отрубей на выход и качество муки. Установлено, что при относительной скорости пальцев в дезинтеграторе до 129 метров в секунду из пшеничных отрубей выделяется 40 % мучнистого продукта, который можно добавлять в пшеничную муку 1-го сорта в количестве до 20 % без существенного ухудшения её технологических свойств. При этом водопоглощительная способность, массовая доля клейковины и качество клейковины улучшаются.*

*Ключевые слова: механоактивация, дезинтегратор, отруби, показатели качества, водопоглощительная способность, мука.*

В настоящее время актуально безотходное производство, основанное на принципе наиболее полного использования сырья. Технологические процессы, применяемые в перерабатывающей промышленности, в большинстве своем многоотходные. Отходы, образующиеся при переработке зерна, называются вторичными сырьевыми ресурсами, которыми являются зародыш, отруби, лузга и мучка. В основном они идут на кормовые цели и только 15 % общего количества отрубей и зародышей применяют в хлебопекарном и кондитерском производствах, для получения продуктов лечебно-профилактического питания. Пшеничные отруби, полученные при сортовых помолах зерна, представляют собой оболочку с прикрепленными частицами алейронового слоя и крахмала. Таким образом, вторичные ресурсы зерноперерабатывающей промышленности используют недостаточно эффективно [7]. При сотрудничестве двух кафедр «Технология хранения и переработки зерна» и «Машины и аппараты пищевых производств» Алтайского государственного технического университета имени И. И. Ползунова ведутся разработки, позволяющие повысить эффективность использования продуктов переработки зерна при производстве хлеба [1, 3–5].

Реализация поставленных задач осуществляется за счет комплексного использования дезинтегратора. Диспергация твердых тел (помол) уже давно превратилась в особую отрасль технологической науки, которая занимается механическими силами, необходимыми для разрушения структуры твердых тел. В последнее время дезинтеграция формируется как новый компонент технологии, основанной на механической активации вещества, и в первую очередь на увеличении

технологической активности поверхности дисперсного продукта большим количеством механической энергии. Преимущества дезинтеграторов в том, что они имеют относительно малое энергопотребление и высокую эффективность помола [6].

В представленной работе исследовали целесообразность использования дезинтегратора для повышения выхода муки и влияния на её качество. Для этого пшеничные отруби подвергали дополнительному измельчению на дезинтеграторе, развивающем относительную скорость движения пальцев на внешнем радиусе до 129 м/с. Полученный продукт просеивали через систему сит – № 35 и № 43. Таким образом, мучнистый продукт, полученный после дезинтегратора и прошедший через нижнее сито, имел размер частиц пшеничной муки 1 сорта. Показатели качества мучнистого продукта представлены в таблице 1.

По результатам, представленным в таблице, видно, что при определении белизны было получено отрицательное значение вследствие того, что мучнистый продукт гораздо темнее пшеничной муки за счет мелких частиц отрубей. При этом белизна мучнистого продукта составила – «-18,5» усл. ед. прибора РЗ-БПЛ.

Исследование массовой доли и качества сырой клейковины в мучнистом продукте показало, что массовая доля сырой клейковины составила 29,0 % и характеризовалась как «неудовлетворительная крепкая». Научно доказано, что в состав белков, содержащихся в зерне пшеницы, входят и так называемые склеропотеины (нерастворимые или трудно-растворимые белки), содержащиеся в оболочках и периферических слоях зерна. Эти белки содержатся в зерне в количестве почти

## ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУКИ

4 %. В результате тонкого размола на дезинтеграторе происходило выделение трудно-растворимых белков, которые вступали во

взаимодействие с клейковинообразующими белками за счет механической активации полимеров.

Таблица 1 – Показатели качества мучнистого продукта

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %	7,2
Крупность помола муки, %: остаток на сите № 35; проход через сито № 43	53,7 40,0
Белизна, усл. ед. прибора РЗ-БПЛ	-18,5
Массовая доля сырой клейковины, %	29,0
Качество сырой клейковины, усл. ед. прибора ИДК	20 III группа – неудовлетворительная крепкая
Массовая доля крахмала, %	23,73

Массовая доля крахмала в мучнистом продукте составила 23,73 %, за счет более полного отделения крахмала от пшеничных отрубей.

Таким образом, дезинтегрирование пшеничных отрубей позволило эффективно извлечь ценные компоненты муки и увеличить её выход.

Качество муки имеет большое значение при производстве хлеба, влияя в значительной мере на скорость протекания в тесте биохимических и коллоидных процессов и

вследствие этого на свойства теста, качество и выход хлеба. Одним из этапов работы являлось исследование качества смеси пшеничной муки и мучнистого продукта при разном их соотношении. В связи с этим осуществляли внесение мучнистого продукта взамен эквивалентного количества муки пшеничной 1 сорта в количестве от 4 % до 20 % с шагом 4 %. Для сравнения результатов в качестве контроля использовали результаты исследования муки пшеничной хлебопекарной 1 сорта. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Качество смесей пшеничной муки и мучнистого продукта

Соотношение пшеничной муки и мучнистого продукта, %	Влажность, %	ВПС, %	Белизна, усл. ед. прибора РЗ-БПЛ	Кислотность, град
Контроль	10,9	52	41,0	3,7
96:4	11,0	55	28,9	4,0
92:8	10,7	52	27,7	4,2
90:10	10,7	53	26,8	4,4
88:12	10,4	53	25,3	5,2
86:14	10,5	53	21,6	5,3
84:16	10,5	68	18,7	5,7
82:18	10,5	69	16,1	6,2
80:20	10,5	70	14,3	6,5

С увеличением количества мучнистого продукта происходило постепенное снижение влажности муки, связанное с более низкой влажностью вносимого продукта взамен пшеничной муки.

Водопоглотительная способность муки (ВПС) – это способность муки поглощать определенное количество воды при замесе для образования теста нормальной консистенции. ВПС зависит от химического состава муки, её

влажности, сорта, а также от количества сахара и жира, добавляемого в тесто. Из представленных результатов видно, что с увеличением содержания мучнистого продукта в смеси водопоглотительная способность муки повышалась. Повышение водопоглотительной способности муки обусловлено понижением влажности муки и возрастанием содержания частиц отрубей, которые связывали влагу адсорбционно, вследствие наличия в них большого числа капилляров.

По результатам анализа видно, что кислотность муки по мере увеличения содержания мучнистого продукта в смеси динамично нарастала, за счет дополнительного внесения кислот.

Показатель «белизна» имеет существенное значение для практического хлебопечения, поскольку дает возможность судить о

степени очистки муки от отрубянистых частиц и, таким образом, о ее сортности. С увеличением содержания мучнистого продукта происходило постепенное снижение белизны муки. Следует отметить, что при добавлении мучнистого продукта в количестве 4 % и более взамен пшеничной муки значение белизны соответствовало пшеничной муке второго сорта.

Технологическое значение клейковины заключается в том, что она формирует тесто. При набухании вместе с другими веществами зерна и добавками (дрожжами и др.) она образует сплошную упругую сетку, соединяющую в компактную массу все вещества муки, из которой в результате ферментных процессов в тесте и завершающего этапа – выпечки получают хлеб [2]. Массовая доля и качество сырой клейковины смеси пшеничной муки и мучнистого продукта представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Массовая доля и качество сырой клейковины смеси пшеничной муки и мучнистого продукта

Соотношение пшеничной муки и мучнистого продукта, %	Массовая доля сырой клейковины, %	Качество сырой клейковины		
		показатель прибора, усл. ед. прибора ИДК	группа качества	характеристика клейковины
Контроль	32,8	80	II	удовлетворительная слабая
92:8	33,0	60	I	хорошая
88:12	33,2	70	I	хорошая
84:16	33,4	70	I	хорошая
80:20	33,6	60	I	хорошая

Анализ результатов показал, что при добавлении мучнистого продукта массовая доля сырой клейковины в муке постепенно увеличивалась. Вероятно, взаимодействие склептопротеинов с клейковинообразующими белками происходило на основании того, что на поверхности частиц в процессе дезинтегрирования формировался особый вид энергии, который способствовал более плотному взаимодействию двух видов белков.

Исследование качества клейковины показало, что добавление 8 % дезинтегрированного мучнистого продукта привело к укреплению клейковины. При этом клейковина перешла из II группы (удовлетворительная слабая) в I группу (хорошая). Укрепление клейковины связано с тем, что мучнистый продукт содержал клейковину, характеризующуюся как неудовлетворительная крепкая, в то время как клейковина пшеничной муки характеризовалась как удовлетворительная слабая по качеству.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование дезинтегратора в технологической схеме, несомненно, будет способствовать увеличению выхода муки. По показателям качества полученная мука соответствует пшеничной муке 2 сорта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние механоактивации на качество муки / Кузьмина С. С., Протопопов Д. Н., Козубаева Л. А., Иванов С. В. – Москва : Международная промышленная академия, 2011 – выпуск 9. – С. 213–217.
2. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 512 с.
3. Козубаева, Л. А. Использование механической активации круп при производстве крупяного хлеба / Л. А. Козубаева, А. С. Захарова, С. С. Кузьмина // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 135–138.
4. Кузьмина, С. С. Особенности приготовления

## ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУКИ

хлеба повышенной пищевой ценности / С. С. Кузьмина, Л. А. Козубаева // Вестник алтайской науки. – 2013. – № 2-1. – С. 79–82.

5. Патент 2010116333/13 МПК А 21 D 13/02, А 21 D 2/00. Способ производства пшеничного хлеба повышенной пищевой ценности (варианты) / Кузьмина С. С., Могучева Э. П. (8 июня 2011 г.)

6. Хинт, И. А. УДА – технологии: проблемы и перспективы / И. А. Хинт. – Таллин : «Валгус», 1981. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.tpribor.ru/hint4.html> [Загл. с экрана].

7. Эргашева, Х. О целесообразности обогащения пшеничной сортовой муки / Х. Эргашева, В. Раджабова // Хлебопродукты. Бухарский технологический институт пищевой и легкой промышленности. – 2010. – № 11. – С. 54–55.

**Кузьмина С.С.**, к.т.н., доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна», ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: [Svetlana.politeh@mail.ru](mailto:Svetlana.politeh@mail.ru), тел.: 8(3852) 29-07-30.

**Козубаева Л.А.**, к.т.н., доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна», ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: [cosubaeva@mail.ru](mailto:cosubaeva@mail.ru), тел.: 8(3852) 29-07-30.

**Протопопов Д.Н.**, к.т.н., доцент кафедры «Машины и аппараты пищевых производств», ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: [dnprotopopov@mail.ru](mailto:dnprotopopov@mail.ru), тел.: 8(3852) 29-07-24.