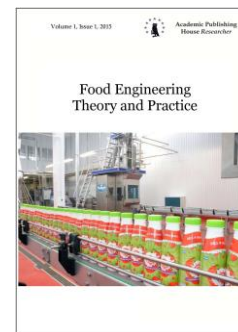


Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation  
 Food Engineering Theory and Practice  
 Has been issued since 2015.  
 ISSN: 2412-2254  
 Vol. 2, Is. 1, pp. 23-28, 2016

DOI: 10.13187/fetp.2016.2.23  
[www.ejournal35.com](http://www.ejournal35.com)



UDC 664.746.6

### **Stabilization of Qualitative Factors of the Wheat Flour Developed by the Flour-Grinding Enterprises of the Republic of Bashkortostan**

O.L. Semyonova

Bashkir State Agrarian University, Russian Federation

#### **Abstract**

The article is described the technology of processing of wheat flour in the field of ultrahigh frequencies for the purpose the stabilization of qualitative characteristics to the rational values suitable in the baking industry. The author comes to the conclusion that the microwave processing of a control sample of wheat flour, purposefully makes it possible to stabilize the number and quality of gluten of the flour, leading to rational values of the parameters acceptable in the bakery production.

**Keywords:** wheat flour, SHF–processing, qualitative factors, gluten, quality crudeof gluten, SHF–adjustment, regime parameters, rational parameters of processing, surfaces of the response, improvement of quality.

#### **Введение**

На развитие сельского хозяйства Республики Башкортостан в 2009...2012 годах негативное влияние оказали засухи 2009, 2010 и 2012 годов [5]. Урожайность зерна пшеницы в этот период была очень низкая: 9,9 ц/га в 2009, 11,5 ц/га в 2010 и 12,3 ц/га в 2012 году. Такое зерно по своему качеству можно было отнести к суховейному, которое отличается щуплостью, наличием морщинистой сетки и меньшей массой по сравнению с полноценным зерном [6].

В 2013 и 2014 годах наблюдалась противоположная ситуация, в периоды роста зерна пшеницы осадков было значительно больше нормы, а средние месячные температуры были ниже нормы, при которой формируется нормально созревшее зерно. Урожайность пшеницы была значительно выше предыдущих лет и составляла в среднем по республике 14..15 ц/га, а в некоторых районах Башкортостана (Гафурийский, Мелеuzовский, Стерлитамакский, Уфимский и Чекмагушевский) она доходила до 20...25 ц/га [5].

Факторы, влияющие на качество зерна, можно объединить в три группы: внутренние причины, свойственные сорту (генетические); условия произрастания злакового растения и созревания зерна (экологические); действие физических и химических агентов, которыми обрабатывают зерно, муку или клейковину (экзогенные)[4].

#### **Результаты**

Если изучить влияние погодных условий произрастания пшеницы на её качество, то высокая влажность, обеспечивающая повышенные урожаи, обычно приводит к снижению белковости зерна и, следовательно, его пищевой ценности. Вегетационными опытами также

показано, что снижение температуры с 20 до 15 °С, уменьшает содержание белка в зерне яровой пшеницы с 15,5 до 12,2% [4].

Количественный и качественный анализ муки высшего сорта, выработанной из зерна пшеницы урожая 2014 года, показал, что контрольный образец муки обладает пониженным содержанием белка 11,35%, содержанием клейковины 26,04% и II группой качества клейковины (удовлетворительно слабая, качество сырой клейковины – 86 условных единиц по показаниям прибора ИДК)[2,3].

Качество хлебобулочных изделий, полученных из муки, с такими показателями – низкое, для замеса теста приходится добавлять воды меньше, чем положено по расчету, тесто имеет липкую, мажущуюся консистенцию, плохо поддается машинной обработке, во время брожения оно склонно к разжижению, тестовые заготовки быстро расплываются, т.к. тесто плохо задерживает диоксид углерода.

В настоящее время хлебопекарные предприятия республики решают эту проблему, используя пищевые добавки-улучшители окислительного действия или сухую пшеничную клейковину. Применение окислителей и сухой пшеничной клейковины повышает газодерживающую способность теста, в результате чего возрастает объем хлеба, улучшаются эластичность и структура пористости мякиша.

Тем не менее, улучшение муки возможно еще на стадии её производства, а именно применением физических методов обработки хлебопекарной муки с целью стабилизации качественных показателей.

Использование таких физических методов, как ИК-нагрев и СВЧ-обработка, позволяют сократить процесс созревания муки, который в обычных условиях для слабой муки длится 1,5...2 месяца [1].

В предыдущих исследованиях СВЧ-обработка использовалась для расслабления крепкой клейковины и стабилизации газодерживающей способности пшеничной муки, полученной из суховейного зерна [6].

При проведении исследований использовалась лабораторная установка периодического действия с СВЧ-энергоподводом, частотой 2,45±0,05 ГГц. Показатели качества муки ( $y_i$ ) зависят от следующих параметров обработки в поле СВЧ: скорости нагрева муки, удельной тепловой мощности СВЧ-энергоподвода, толщины слоя муки при обработке в электромагнитном поле СВЧ:

$$\acute{o}_i = f(v, P, h), \quad (1)$$

где  $v$  – скорость нагрева муки °С/с;  $P$  – удельная тепловая мощность СВЧ-энергоподвода, кВт/м<sup>3</sup>;  $h$  – толщина слоя муки, мм.

Скорость нагрева была установлена экспериментальными исследованиями в пределах 0,33...1,0°С/с, диапазон варьирования удельной тепловой мощности СВЧ-энергоподвода принят от 0,2 до 0,64кВт/м<sup>3</sup>. При влажности в диапазоне 12...14%, учитывая электрофизические характеристики пшеничной муки оптимальной глубиной проникновения электромагнитного поля можно считать 20...40 мм [5].

Для комплексного исследования влияния СВЧ-обработки на количественные и качественные показатели пшеничной муки, мука обрабатывалась при варьировании режимных параметров на установке с СВЧ-энергоподводом.

Математическая обработка экспериментальных данных методом множественного регрессионного анализа позволила получить эмпирические зависимости физико-химических показателей пшеничной муки от параметров СВЧ-обработки при действии режимных факторов: скорости нагрева  $v$ , удельной тепловой мощности СВЧ-энергоподвода  $P$ , толщины слоя муки  $h$  в заданной области значений их уровней.

В результате обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, связывающие критерий оптимизации – массовую долю сырой клейковины ( $y_1$ ) и качество сырой клейковины пшеничной муки ( $y_2$ ) со скоростью нагрева ( $x_1$ ), удельной тепловой мощностью СВЧ-энергоподвода ( $x_2$ ), толщиной слоя муки ( $x_3$ ):

$$\begin{aligned} \hat{o}_1 = & 26,632 - 1,075x_1 - 3,246x_2 + 1,27x_3 - 0,192x_1^2 - \\ & - 2692\hat{o}_2^2 + 1,048\hat{o}_3^2 - 1,173x_1\hat{o}_2 + 0,284x_1x_3 + 0,859x_2x_3 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \hat{o}_2 = & 68,77 - 6,133x_1 - 22,4,5x_2 + 1,93x_3 + 9,395x_1^2 - \\ & 30,272\hat{o}_2^2 + 3,063\hat{o}_3^2 - 4,458x_1\hat{o}_2 - 3,208x_1x_3 + 6,375x_2x_3 \end{aligned} \quad (2)$$

Произведя анализ уравнений регрессии и построив поверхности отклика (рисунок 1, 2) можно отметить, увеличение содержания массовой доли сырой клейковины (на 7...13% по сравнению с контрольным образцом муки) и качества сырой клейковины по прибору ИДК-1 (на 25...34% по сравнению с контрольным образцом муки, что позволяет отнести обработанную муку к I группе качества) происходит при скорости нагрева 0,65...0,7°С/с, удельной тепловой мощности СВЧ-энергоподвода 0,42...0,5 кВт/м<sup>3</sup>, при толщине слоя муки 30...40 мм.

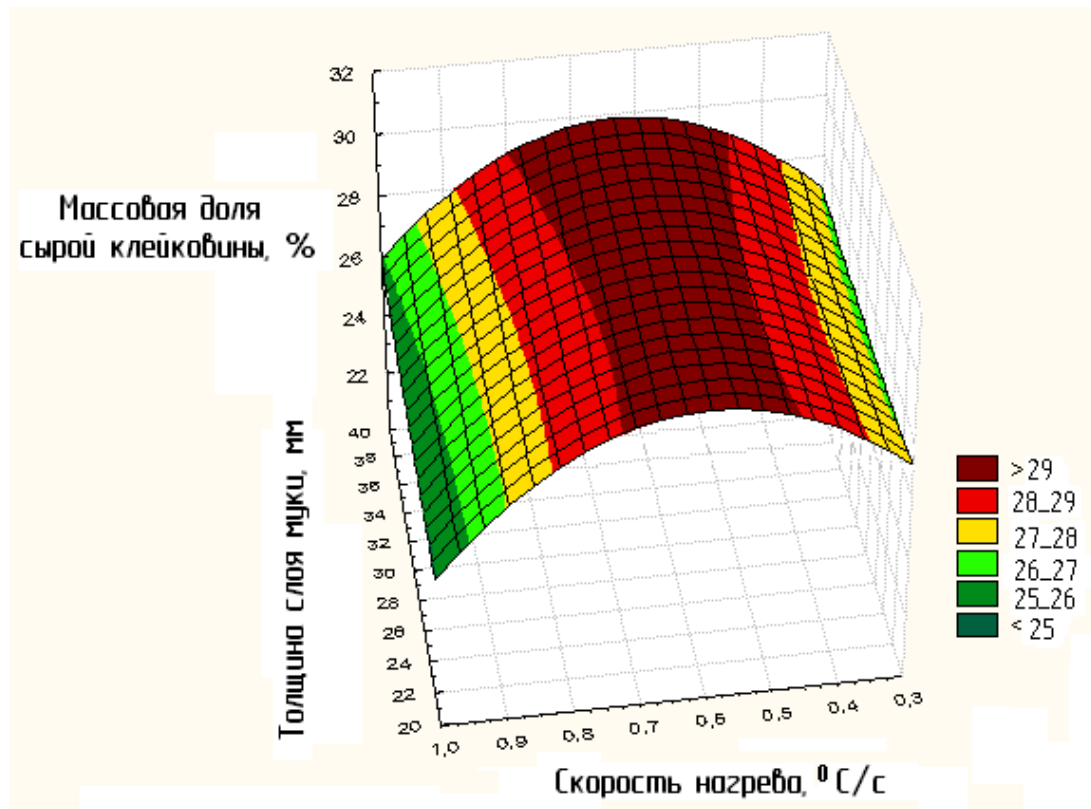


Рис. 1. Зависимость массовой доли сырой клейковины муки от скорости нагрева и толщины слоя муки

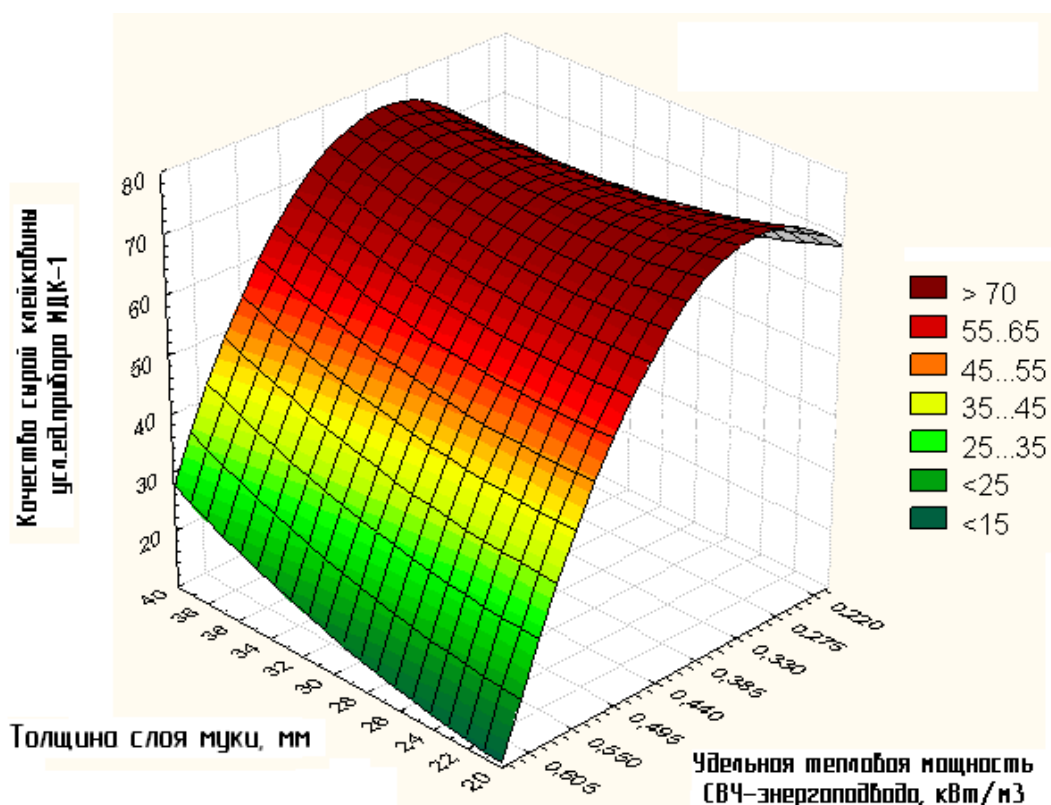


Рис. 2. Зависимость качества сырой клейковины муки от удельной тепловой мощности СВЧ-энергоподвода и толщины слоя муки

При обработке муки при вышеперечисленных параметрах, она достигает температуры 45...55 °С, происходит частичная денатурация белков, проявляющаяся в виде укрепления клейковины муки.

При СВЧ-обработке увеличивается количество дисульфидных связей ( $-S=S-$ ) по сравнению с клейковиной муки контрольного образца, имеющего большее количество сульфгидрильных связей ( $-SH$ ).

Восстановленный глутатион при СВЧ-обработке переходит в окисленный глутатион путем отнятия водорода, и две молекулы восстановленного глутатиона соединяются дисульфидной связью, образуя молекулу окисленного глутатиона.

Также выявленное косвенным образом увеличение количества дисульфидных связей может свидетельствовать о том, что клейковинные белки становятся менее атакуемыми для протеолитических ферментов, что также способствует сохранности клейковины в муке.

При экспериментальных исследованиях также выявлено повышение уровня белка на 0,5...1%, практически на всех режимных параметрах. Незначительное повышение белка после обработки муки в СВЧ-поле вызвано её усушкой и увеличением сухого остатка при проведении лабораторных исследований по содержанию белка. Таким образом, применение входных параметров в перечисленных выше пределах способствует сохранности белковых веществ.

Однако, проведенные исследования не являются законченными, т.к. необходимо выявить влияние СВЧ-обработки на все показатели качества пшеничной муки, регламентируемые нормативно-технической документацией на пшеничную муку [3].

### **Заключение**

В целом, по проведенным теоретическим и экспериментальным исследованиям можно отметить, что СВЧ-обработка контрольного образца пшеничной муки, целенаправленно позволяет стабилизировать показатели количества и качества клейковины муки, доводя значения до рациональных параметров, приемлемых в хлебопекарном производстве.

### **Примечания:**

1. Вохмин В.С. Использование физических методов обработки для улучшения качества зерна и продуктов его переработки / В.С. Вохмин, О.Л.Семёнова // Современные научные исследования: инновация и опыт: III Международная научно-практическая конференция. Екатеринбург: Межотраслевой институт «Наука и образование», 2014. №3. С. 63-65.

2. ГОСТ 27839-2013 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины. М.: Стандартинформ, 2014. 18 с.

3. ГОСТ Р 52189–2003. Мука пшеничная. Общие технические условия. М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. 7 с.

4. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. 3-е переработанное и дополненное издание. СПб. : ГИОРД, 2005. 512 с.

5. Постановление Правительства Республики Башкортостан от 17 декабря 2012 г. N 458 «О государственной программе "Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Республике Башкортостан» (с изменениями и дополнениями: Постановление Правительства Республики Башкортостан от 24 октября 2013 г. N 474, Постановление Правительства Республики Башкортостан от 10 марта 2015 г. N 60, Постановление Правительства Республики Башкортостан от 12 декабря 2014 г. N 575)

6. Семёнова, О.Л. : автореф. дис. канд. тех. наук / О.Л.Семёнова. Ижевск, 2012. 18 с.

### **References:**

1. Vokhmin V.S. Ispol'zovanie fizicheskikh metodov obrabotki dlya uluchsheniya kachestva zerna i produktov ego pererabotki / V.S. Vokhmin, O.L.Semenova // Sovremennyye nauchnyye issledovaniya: innovatsiya i opyt: III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Ekaterinburg: Mezhotraslevoi institut «Nauka i obrazovanie», 2014. №3. S. 63-65.

2. GOST 27839-2013 Muka pshenichnaya. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva kleikoviny. M.: Standartinform, 2014. 18 s.

3. GOST R 52189–2003. Muka pshenichnaya. Obshchie tekhnicheskie usloviya. M. : IPK Izdatel'stvo standartov, 2003. 7 s.

4. Kazakov, E. D. Biokhimiya zerna i khleboproduktov / E. D. Kazakov, G. P. Karpilenko. 3-e pererabotannoe i dopolnennoe izdanie. SPb. : GIORД, 2005. 512 s.

5. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan ot 17 dekabrya 2012 g. N 458 «O gosudarstvennoi programme "Razvitie sel'skogo khozyaistva i regulirovanie rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya v Respublike Bashkortostan» (s izmeneniyami i dopolneniyami: Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan ot 24 oktyabrya 2013 g. N 474, Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan ot 10 marta 2015 g. N 60, Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan ot 12 dekabrya 2014 g. N 575)

6. Semenova, O.L. : avtoref. dis. kand. tekh. nauk / O.L.Semenova. Izhevsk, 2012. 18 s.

УДК 664.746.6

**Стабилизация показателей качества пшеничной муки, вырабатываемой мукомольными предприятиями Республики Башкортостан**

О.Л. Семёнова

Башкирский государственный аграрный университет, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье описана технология обработки пшеничной муки в поле сверхвысоких частот с целью стабилизации качественных характеристик до рациональных значений, пригодных в хлебопекарной промышленности. В завершении автор приходит к выводу, что СВЧ-обработка контрольного образца пшеничной муки, целенаправленно позволяет стабилизировать показатели количества и качества клейковины муки, доводя значения до рациональных параметров, приемлемых в хлебопекарном производстве.

**Ключевые слова:** пшеничная мука, СВЧ-обработка, показатели качества, клейковина, качество сырой клейковины, СВЧ-установка, режимные параметры, рациональные параметры обработки, поверхности отклика, улучшение качества.