

Экспрессная методика созревания муки

Виктория В. Назарова¹ vvnazarova@yandex.ru
Игорь Б. Бондаренко¹ igorlitmo@rambler.ru
Ольга Л. Жданова¹ helga.khaos@gmail.com

¹ Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, 191002 Санкт-Петербург, Россия

Реферат. Пшеничная мука приобретает необходимые технологические свойства только через определенное время, которое называется периодом созревания муки. Сила пшеничной муки увеличивается со временем созревания муки, так же, как и объем полученного в дальнейшем хлеба, но данный процесс занимает длительное время. В процессе созревания изменяются физические свойства клейковины, что является основной причиной повышения силы пшеничной муки. Цель данного исследования заключается в определении зависимости времени стабилизации электрической емкости пшеничной муки от количества клейковины, которая коррелирует со временем созреванием муки. Метод основан на определении электрической емкости пробы муки, которая стабилизируется в зависимости от содержания клейковины. Методика проведения исследований включает использование образцов пшеничной муки в количестве 10 штук с содержанием клейковины в диапазоне 23,0–32,0% и влажностью муки 13% и 15,0%. Предложенный способ позволяет с помощью математических уравнений определить время созревания пшеничной хлебопекарной муки в зависимости от содержания клейковины.

Ключевые слова: созревание пшеничной муки, электрофизический метод, количество клейковины

Rapid method for wheat flour aging

Viktoria V. Nazarova¹ vvnazarova@yandex.ru
Igor B. Bondarenko¹ igorlitmo@rambler.ru
Olga L. Zhdanova¹ helga.khaos@gmail.com

¹ Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, 191002 Санкт-Петербург, Россия

Summary. Freshly milled wheat flour made from high quality grain gives a low quality bread, especially in the processing of the newly harvested grain. The flour acquires requisite technological properties only after a certain amount of time, which is called flour aging. The strength of wheat flour increases with aging as well as the bread volume, but it takes a lot of time. The main reason behind the increase in strength of the aged wheat flour is change in physical properties of the gluten. The goal of current research is to determine the relationship between stabilization time of wheat flour capacitance and gluten content. The method is based on determining the electrical capacitance of the flour sample which is stabilized depending on gluten content of the flour and correlated with flour aging time. The method involves the use of 15 wheat flour samples with gluten content in the range of 23.0–32.0% and moisture content up to 15.0%. The proposed method allows to use mathematical equations to determine the time of flour aging depending on the gluten content.

Keywords: wheat flour aging, electrophysical method, gluten content

Введение

В процессе созревания в муке изменяются количество и качество клейковины, благодаря этому процессу она приобретает высокие качественные показатели, что позволяет получать более качественные хлебобулочные изделия [1, 2].

Клейковина является показателем качества и хлебопекарных достоинств не только пшеничной муки, но и зерна пшеницы [3, 4]. Контроль количества и качества клейковины осуществляют как при производстве пшеничной муки, так и при производстве хлебобулочных изделий, при этом важное значение имеет оперативность получения информации.

Известен прибор Glutomatic 2200 фирмы Petren для определения количества клейковины. Он внесен в Международные Стандарты ААСС-38-12, ICC-155, ICC-158, но прибор

является дорогостоящим и не всегда возможным для применения [5]. Стандартные методы определения количества и качества клейковины по ГОСТ 27839-2013 [15], ISO 21415-1:2015 [17], ISO 21415-2:2015 [18] являются трудоемкими, длительными по времени и, требующими расхода значительного количества питьевой воды [6].

Современные производства ежедневно изготавливают десятки и сотни тонн муки, поэтому созревание муки в течение 3–4 недель – это довольно дорого. Для ускорения процесса созревания муку окисляют химическими пищевыми добавками, но они способствуют разрушению каротиноидных пигментов, которые, в свою очередь, придают муке кремовый цвет и участвуют в формировании вкусовых и ароматических веществ [7].

Для цитирования

Назарова В.В., Бондаренко И.Б., Жданова О.Л. Экспрессная методика созревания муки // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 195–199. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-195-199

For citation

Nazarova V.V., Bondarenko I.B., Zhdanova O.L. Rapid method for wheat flour aging. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 195–199. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-195-199

Материалы и методы исследования

Для определения количества клейковины в муке использовался электрофизический метод, основанный на свойстве клейковины связывать содержащуюся в муке влагу, и на переводе данной влаги в свободное состояние с помощью нагрева. Метод приведен в патенте № 2526187 Российской Федерации от 20.08.2014 [8, 20].

Значения электрической емкости муки определялись на экспериментальной установке, приведенной на рисунке 1.

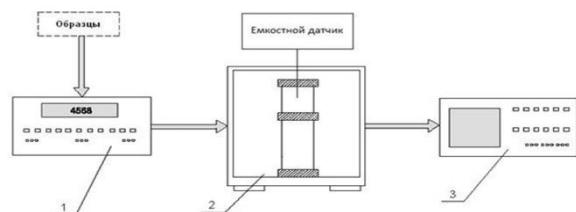


Рисунок 1. Экспериментальная установка: 1 – измеритель влажности ЭЛВИЗ-2, 2 – термошкаф SNOL58/350 с емкостным датчиком, 3 – измеритель емкости ET-20

Figure 1. Experimental setup: 1 – moisture meter, ALVIS 2, 2 – oven SNOL 58/350 with a capacitive sensor, a 3 – capacitance meter 20 am ET

В емкостной измерительный преобразователь помещались пробы муки с определенным содержанием клейковины, мука нагревалась до температуры 70 ± 5 °C. Значения электрической емкости измерялись через каждые 10 °C на интервале 30–70 °C.

Для определения зависимости времени стабилизации электрической емкости пшеничной муки от количества клейковины использовали подготовленные пробы муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с содержанием клейковины 23, 27,6, 29,3, 30,5 и 32%. Для того, чтобы добиться повышенной влажности проб муки, их увлажняли путем помещения в эксикатор с водой, где она набирала влагу в процессе сорбции, таким образом достигалась влажность 13 и 15%.

Гигротермически увлажненные образцы пшеничной муки после стандартного анализа определения влаги помещались в герметично закрытый термошкаф с емкостным датчиком и при комнатной температуре отмечалась величина электрической емкости пробы пшеничной хлебопекарной муки, эксперимент проводился в течение 14 суток.

Для определения количества клейковины в муке емкостным методом были построены графики зависимости электрической емкости муки от температуры. Чем больше содержание клейковины в муке, тем больше электрическая емкость, так как белки клейковины удерживают связанную влагу [9–12]. Перевод связанной белками клейковины влаги в свободное состояние

путем нагрева проб муки обуславливает изменение емкости муки, таким образом, электрическая емкость муки зависит от содержания клейковины в муке (рисунок 2).

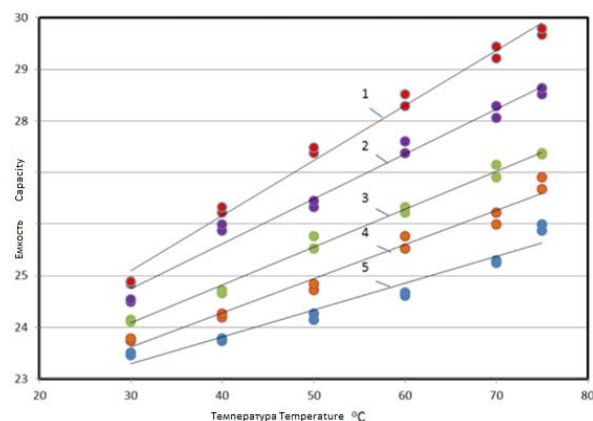


Рисунок 2. Зависимость емкости пробы муки от температуры, где содержание клейковины в муке: 1 – 32,0%, 2 – 30,5%, 3 – 29,3%, 4 – 27,6%, 5 – 23,0%

Figure 2. Dependence of the sample capacity of flour on the temperature where the gluten content in the flour: 1 – 32,0%, 2 – 30,5%, 3 – 29,3%, 4 – 27,6%, 5 – 23,0%

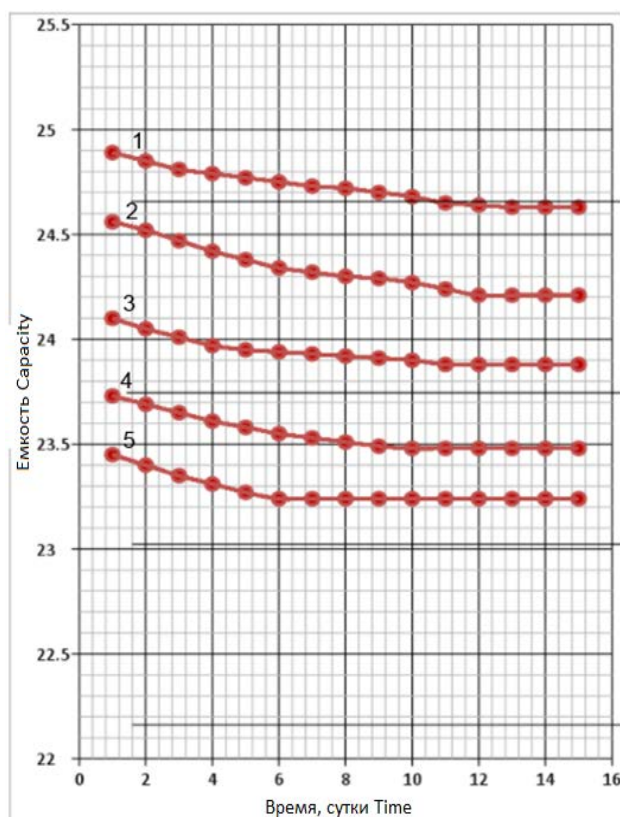
Известно, что в лабораторных и производственных условиях довольно трудно получить образцы пшеничной хлебопекарной муки, соответствующие ГОСТ 52189-2003 [16] с различным содержанием клейковины, и с влажностью, например, 13 и 15% для каждого значения содержания клейковины в диапазоне 23,0–32,0%, поэтому для обеспечения экспериментальных исследований для определения времени созревания муки было принято решение исследовать влияние нескольких факторов на величину электрической емкости муки: содержания клейковины и влажности измеряемой пробы муки.

Процесс проводили в течение четырнадцати суток, за это время было установлено уменьшение электрической емкости муки во всех образцах муки с двумя значениями влажностей и с разным содержанием клейковины (10 образцов муки). Измерение емкости пробы проводились через каждые сутки до момента, когда устанавливалось постоянное во времени значение емкости муки, после чего проба пшеничной муки извлекалась из емкостного конденсатора.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований муки, приведенные на рисунке 3 подтвердили следующее. Время стабилизации увлажненных проб завершилось в течении 6–13 суток, в зависимости от содержания клейковины в пробе пшеничной хлебопекарной муки. У образцов муки с низким содержанием клейковины и влажности значение электрической емкости стабилизируется начиная с 6-х суток, а для образцов муки

с высоким содержанием клейковины и влажностью стабилизация емкости муки наступает с 12–14 суток и в продолжении всего эксперимента остается практически неизменным.



Наблюдаемая постепенная стабилизация электрической емкости пробы после ее увлажнения объясняется тем, что поглощенная образцом влага требует некоторого времени для ее окончательной связи со скелетом муки [13, 14].

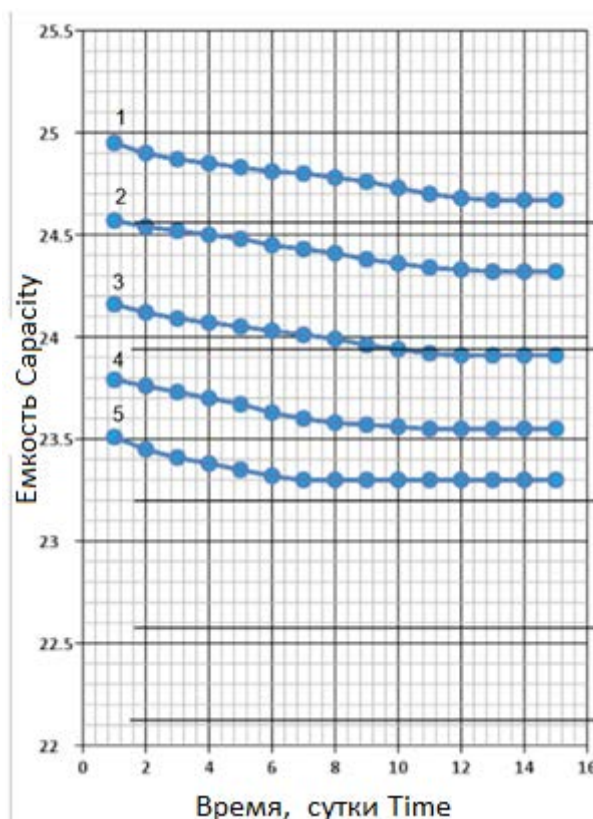


Рисунок 3. График зависимости электрической емкости муки от времени при влажности 13,0% и 15%, где количество клейковины в муке (1 – 32%, 2 – 30,5%, 3 – 29,3%, 4 – 27,6%, 5 – 23,0%)

Figure 3. Graph of dependence of electric capacity of flour on time at a humidity of 13,0% and 15%, where the amount of gluten in the flour (1 – 32%, 2 – 30,5%, 3 – 29,3%, 4 – 27,6%, 5 – 23,0%)

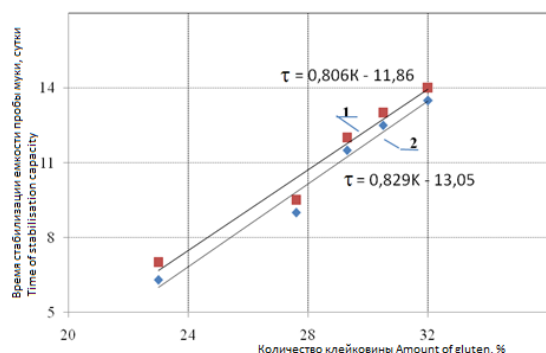


Рисунок 4. Зависимость времени стабилизации емкости пробы высшего сорта муки пшеничной от количества клейковины при влажности муки 15% (1) и 13% (2)

Figure 4. Dependence of time of stabilization of capacity of sample of the premium grade of wheat flour on quantity of gluten at humidity of flour of 15% (1) and 13% (2)

В результате проведения экспериментов были построены графики зависимостей времени стабилизации электрической емкости от количества клейковины пробы пшеничной муки высшего сорта при влажности муки 15% и 13%, представленные на рисунке 4. Анализ проведенных исследований показал незначительное (в пределах погрешности) влияние влаги во всем диапазоне содержания клейковины в муке пшеничной хлебопекарной.

Выводы

Были получены математические зависимости времени стабилизации электрической емкости пшеничной муки от количества клейковины, которая коррелирует со временем созревания муки. Внедрение данного электрофизического метода открывает перспективы в области экспрессного контроля определения созревания муки, которые могут быть применимы на элеваторах и на мукомольных предприятиях России.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Казаков Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов. СПб.: ГИОРД, 2005. 512 с.
- 2 Knorr D. Food biotechnology. U.S.A.: Basel, 1998. 452 p.
- 3 Жигунов Д.А. Взаимосвязь показателей качества зерна и муки // Хлебопродукты. 2013. № 10. С. 64–65.
- 4 Микулович Т.П. Растительный белок. М.: Агропромиздат, 1991. 684 с.
- 5 Mis A. Some methodological aspects of determining wet gluten quality by the Glutomatic Method (a laboratory note) // International Agrophysics. 2000. №14. P. 263–267.
- 6 Баракова Н.В., Устинова А.С., Назарова В.В., Мартыненко В.Е. Сравнительный анализ методов определения клейковины в муке пшеничной. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. № 3. С. 120–125.
- 7 Косован А.П., Дремучева Г.Ф. Применение хлебопекарных улучшителей для регулирования качества муки // Пищевая промышленность. 2003. № 12. С. 44–45.
- 8 Балюбаш В.А. Способ определения клейковины в пшеничной хлебопекарной муке. // Хлебопродукты. 2014. № 7 С. 20–23.
- 9 Моик И.Б. Термо- и влагометрия пищевых продуктов. М.: Агропромиздат, 1988. 303 с.
- 10 Колпакова В.В., Студенникова О.Ю. Гидратационная способность и физико-химические свойства белков пшеничной клейковины // Известия вузов. Пищевая технология. 2009. № 2–3. С. 5–8.
- 11 Sherwy P.R., Tatham A.S. Disulphide bonds in wheat gluten proteins // J Cereal Sci, New Jersey. 2001 207 p.
- 12 Вакар А.Б., Колпакова В.В. Растворимость глютелиновой фракции клейковины // Вестн. с.-х. науки. 1976. № 7. С. 45–50.
- 13 Казаков Е.Д. О теоретических основах образования клейковины // Известия вузов. Пищевая технология. 1992. № 5–6. С. 5–7.
- 14 Kenneth J. Breslauer Characterization of cereals and flours. Properties, analysis and applications. N.Y.: Rutgers University, 2003. 547 p.
- 15 ГОСТ 27839–13. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины. М: Стандартинформ, 2011.
- 16 ГОСТ 52189–2003. Мука пшеничная. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2003 г.
- 17 ISO 21415–1:2006 Пшеница и пшеничная мука. Определение содержания клейковины. Часть 1. Определение содержания сырой клейковины ручным методом
- 18 ISO 21415–2:2015 Пшеница и пшеничная мука. Определение содержания клейковины. Часть 2. Определение содержания сырой клейковины и индекса клейковины механическими средствами
- 19 Пат. 2526187 РФ МПК G01T33/10 Способ определения количества клейковины в пшеничной муке / Балюбаш В.А., Алешичев С.Е., Назарова В.В., Березин В.В и др. Заявл.07.12.2013; Оpubл.20.08.2014.

REFERENCES

- 1 Kazakov E.D Biokhimiya zerna i khleboproduktov [Biochemistry of grain and bakery products.] Saint-Petersburg, GIORД, 2005. 232p. (in Russian)
- 2 Knorr D. Food biotechnology. U.S.A., Basel, 1998. 452p.
- 3 Zhigunov D.A. The interrelation between grain and flour quality indicators. *Khleboprodukty* [Grain and wheat quality relation] 2013. no. 10, pp. 64–65.(in Russian)
- 4 Mikulovich T.P. Rastitelnyy belok [Plant protein] Moscow, Agropromizdat, 1991. 684 p. (in Russian)
- 5 Mis A. Some methodological aspects of determining wet gluten quality by the Glutomatic Method (a laboratory note). *International Agrophysics*. 2000. no. 14. pp. 263–267.
- 6 Barakova N.V., Ustinova A.S., Nazarova V.V., Martynenko V.E. Comparison study of methods for gluten content determination in wheat flour]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO, Seriya "Processy i apparaty pishchevykh proizvodstv"* [Scientific journal of NIITMO. A series of "Processes and devices of food production."] 2015. no. 3. pp. 120–125.(in Russian)
- 7 Kosovan A.P., Dremucheva G.F. Using of bread improvers for flour quality regulation. *Pishhevaya promyshlennost'*. [Food industry] 2003. no. 12. pp. 44–45.(in Russian)
- 8 Baljubash, V.A. Method for gluten content determination in wheat. *Hleboprodukty*. [Bakery] 2014. no. 7. pp.20–23.(in Russian)
- 9 Moik, I.B. Termo –I vlagometriya pishhevykh produktov [Thermometry and hygrometry of food] Moscow, Agropromizdat, 1988. 303 p.(in Russian)
- 10 Kolpakova V.V., Studennikova O.J. Gluten protein hydration ability and physical-chemical properties. *Izvestiya vuzov. Pishhevaya tehnologiya*. [Proceedings of high schools. Food technology] 2009 no. 2–3. pp. 5–8. (in Russian)
- 11 Sherwy P.R., Tatham A.S. Disulphidebonds in wheat gluten proteins. *J Cereal Sci*, New Jersey, 207 p.
- 12 Vakar A.B., Kolpakova V.V. Solubility of glutenin fraction of gluten. *Vestn. s.-h. nauki*. [Proceedings of agriculture science] 1976. no. 7. pp. 45–50.(in Russian)
- 13 Kazakov E.D. Theoretical basis of gluten formation. *Izvestiya vuzov. Pishhevaya tehnologiya*. [Proceedings of high schools. Food technology] 1992 no. 5–6. pp. 5–7.(in Russian)
- 14 Kenneth J. Breslauer Characterization of cereals and flours. Properties, analysis and applications. N.Y.: Rutgers University, 2003. 547 p.
- 15 GOST 27839–13. Mukapshenichnaya. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva klejkoviny. [Wheat flour. Methods for determining the quantity and quality of gluten] Moscow, Standartinform, 2011.(in Russian)
- 16 GOST 52189–2003. Muka pshenichnaya. Obshhie tehicheskie uslovija. [Wheat flour. General specifications.] Moscow, Standartinform, 2003. (in Russian)
- 17 ISO 21415–1:2006 Pshenitsa I phenichnaya muka. Oprdelenie soderzhaniya kleikoviny [Wheat and wheat flour – Gluten content – Part 1: Determination of wet gluten by a manual method]
- 18 ISO 21415–2:2015 Pshenitsa I phenichnaya muka. Oprdelenie soderzhaniya kleikoviny [Wheat and wheat flour –Gluten content –Part 2: Determination of wet gluten and gluten index by mechanical means]
- 19 Baljubash V.A., Aleshichev S.E., Nazarova V.V., Berezin V.V. et al. Sposob opredeleniya kolichestva klejkoviny v pshenichnoj muke [Method for determining the amount of gluten in wheat flour] Patent RF, no. 2526187, 2014. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виктория В. Назарова к.т.н., ст. преподаватель, кафедра теплофизики и теоретических основ тепло- хладотехники, Университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия, vvnazarova@yandex.ru

Игорь Б. Бондаренко к.т.н., доцент, кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем, Университет Информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия, igorlitmo@rambler.ru

Ольга Л. Жданова студент, кафедра теплофизики и теоретических основ тепло- хладотехники, Университет Информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия, helga.khaos@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.03.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Viktoriya V. Nazarova candidate of technical sciences, senior lecturer, thermophysics and theoretical basis of thermal and refrigerating engineering department, ITMO University, Lovonosov st. 9, Saint Petersburg, 191002, Russia, vvnazarova@yandex.ru

Igor B. Bondarenko candidate of technical sciences, design and security of computer systems department, ITMO University, Lovonosov st. 9, Saint Petersburg, 191002, Russia, igorlitmo@rambler.ru

Olga L. Zhdanova student, thermophysics and theoretical basis of thermal and refrigerating engineering department, ITMO University, Lovonosov st. 9, Saint Petersburg, 191002, Russia, helga.khaos@gmail.com

CONTRIBUTION

all authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.27.2018

ACCEPTED 5.17.2018