

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ НА СКОРОСТЬ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЧЕРСТВЕНИЯ ХЛЕБА

Н.В. Науменко

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

В статье рассматривается возможность использования различных способов воздействия для повышения качества и сохраняемости хлебобулочных изделий. Качество хлеба и хлебобулочных изделий, которые являются в высшей степени лабильными продуктами, при хранении значительно снижается. Потеря свежести хлеба и хлебобулочных изделий – это результат комплекса биохимических, физико-химических и коллоидных процессов, которые связаны с изменениями в белках и углеводах, а также снижения массы за счет потери влаги и летучих веществ. Результаты протекания этих процессов связаны с потерей мягкости и эластичности мякиша, повышением его крошковатости, потерей вкуса и аромата изделий, что в целом определяет потерю потребительской ценности продукта. Срок реализации хлеба составляет 24 часа, считается, что в течение этого времени хлеб способен сохранять признаки свежего продукта. Поскольку именно свежесть является фактором, определяющим потребительские предпочтения на хлеб, то увеличение сроков реализации и хранения хлеба является задачей приоритетной для хлебопекарной промышленности. Необходимость изучения процессов черствения, факторов их определяющих, и поиска путей сохранения свежести хлеба определяет актуальность данной работы. Одним из возможных путей повышения качества и сохраняемости хлеба и хлебобулочных изделий является использование активированной воды, чему и посвящены данные исследования. В статье представлены результаты влияния воды, активированной различными физико-химическими способами, на качество полуфабрикатов и готовых изделий. Рассмотрено влияние активированной воды на протекание процесса хлебопечения, а также на изменение основных показателей качества хлеба в процессе его хранения.

Ключевые слова: пищевая промышленность, хлеб и хлебобулочные изделия, наносекундные электромагнитные импульсы, ультразвуковая обработка.

Среди факторов определяющих технологические свойства сырья, используемого в производстве хлеба и хлебобулочных изделий, наиболее значимыми являются количественный и качественный состав его химических компонентов. Именно их полноценность, с точки зрения способности создавать оптимальные сочетания под влиянием тех или иных технологических процессов, в дальнейшем формируют свойства и качества готовых изделий.

Современные технологии производств ориентированы, прежде всего, на возможности компенсации отклонений, при этом используются разные направления, среди которых изменение рецептур, направленности течения процессов технологий, различные способы влияния на исходное сырье.

Сырье пищевых производств весьма различается не только по структуре, но и по природе, а также изменчивости свойств под влиянием различных факторов. Среди совокупности сырьевых компонентов на особых пози-

циях существуют вода, природные коллоидные структуры и, конечно же, биологические жидкости. Их коллоидная структура зависит от большой совокупности факторов, которые достаточно многогранны и глубоко изучены.

Вместе с тем современные достижения дают возможность говорить о новом витке обновлений не только в теоретических аспектах познания технологий, но и реальном их изменении с новых позиций [3–6].

Поиск инновационных технологий, направленных не только на формирование заданного качества хлеба и хлебобулочных изделий, но и нацеленных на ресурсосберегающую переработку сырья и максимальное сохранение его физиологически ценных компонентов, является наиболее актуальным в наши дни.

Для повышения качества хлеба и хлебобулочных изделий возможно использование активированной воды, полученной одновременным воздействием постоянного тока с наносекундными электромагнитными импуль-

сами (НЭМИ). В результате исследований было установлено, что на хлебопекарные свойства муки и качество хлебобулочных изделий оказывает положительное влияние катодная вода, полученная путем одновременного воздействия постоянного тока с наносекундными электромагнитными импульсами (НЭМИ католит) [2].

Особенные структурно-механические свойства клейковины (эластичность, упругость) имеют значение для хлебопечения, так как белки образуют в структуре пшеничного теста пространственную упруго-эластичную сетку.

Качество клейковины оказывает сильное влияние на технологические свойства теста, от которых, в свою очередь, зависят основные показатели качества хлебобулочных изделий. В таблице представлены результаты исследования активированной воды на изменение качества клейковины в процессе отлежки.

Клейковина отмывалась через определенные промежутки времени в течение отлежки теста 200 мин. Контроль качества клейковины проводили по показателям: ИДК на приборе ИДК-1 и расплываемость шарика клейковины в термостате при температуре 30 °С. Таким образом, показатель ИДК характеризует качество клейковины во время созревания теста, а расплываемость шарика – качество изолированной клейковины.

Образец клейковины, полученный отмыванием теста, замешанного на водопроводной воде, на протяжении всего эксперимента характеризовался постепенным расслаблением клейковины. В процессе отлежки теста качество отмывтой клейковины, а также шарик клейковины контрольного образца постепенно расслабляется, причем эта зависимость носит прямо пропорциональный характер.

Результаты исследований показали, что

активированная вода способна влиять на структурно-механические свойства клейковины. Хотя значения ИДК клейковины, полученной на НЭМИ католите, отмывтой через 20 мин после замеса, были выше чем в контроле и составили 84,8 у.е., но с течением времени происходило укрепление клейковины. Она становилась хорошего качества, способная удерживать образующийся в процессе брожения углекислый газ, способствуя получению хлебобулочных изделий оптимального объема. Расслабление клейковины в начальный период созревания теста (20 мин) может быть связано с присутствием в данной воде сильных восстановителей, то есть доноров электронов, – атомарного водорода и гидратированного электрона. При смещении рН катодной воды в щелочную сторону соотношение между содержанием в воде атомарного водорода и гидратированного может сдвигаться в сторону преимущественно с образованием последнего. Но также возможно, что в воде возникают вторичные, свободно радикальные процессы, инициируемые первичными радикалами. Наличие кислорода, гидратированного электрона и атомарного водорода в воде приводит к образованию устойчивых перекисей. В процессе дальнейшей отлежки теста уже через 80 минут клейковина начинает укрепляться, особенно эти изменения заметны через 110 и 140 минут отлежки. Это вероятно связано с тем, что период существования гидратированного электрона, проявляющего свойства восстановителя, незначителен и через 20 минут его действие сводится к нулю, но перекиси, образующиеся в результате его присутствия, активны более длительный период. Для них характерны окислительные свойства, в результате чего они действуют укрепляюще на клейковину.

Гидратированные белки пшеничного тес-

Влияние активированной воды на изменение показателей качества клейковины во время отлежки теста, показатель ИДК_{деф}, у.е./расплываемость шарика клейковины, мм

Используемая вода	Продолжительность отлежки, мин						
	20	50	80	110	140	170	200
Образец клейковины на питьевой воде	78,0	82,2	85,6	89,5	93,2	96,8	99,0
	30 ± 0,4	35 ± 0,7	40 ± 0,6	45 ± 0,5	50 ± 0,3	53 ± 0,5	59 ± 0,9
Образец клейковины на НЭМИ католите	84,8	83,0	81,1	79,3	77,5	75,2	73,7
	31 ± 0,3	35 ± 0,3	38 ± 0,2	42 ± 0,3	46 ± 0,6	48 ± 0,5	48,7 ± 0,6

Технологические процессы и оборудование

та представляют собой весьма лабильные коллоиды; их реологические свойства могут сильно изменяться под влиянием различных химических и физических воздействий. Для понимания роли всех компонентов теста в определении его особенностей как упруго-вязко-пластичного тела важно учитывать, что это многокомпонентная система, поэтому для установления влияния активированной воды на свойства теста определяли силу муки по расплываемости шарика теста.

Использование активированной воды для замеса теста позволило установить в целом ее укрепляющие действие. Этому также способствовала высокая концентрация ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , оказывающих положительное влияние на структурно-механические свойства теста [2].

Для установления влияния активированной воды на качество хлебобулочных изделий была проведена пробная лабораторная выпечка формовых изделий из пшеничной муки первого сорта, изготовленного на водопроводной воде (контроль) и на активированной воде (НЭМИ католит). Органолептическую оценку хлебобулочных изделий проводила группа дегустаторов с использованием 5-уровневой шкалы.

Использование активированной воды оказало влияние на изменение таких показателей качества, как внешний вид, характер пористости, эластичность и разжевываемость мякиша. Значительные изменения вкуса, аромата и цвета мякиша изделий отмечены не были, поэтому вышеуказанные показатели в дальней-

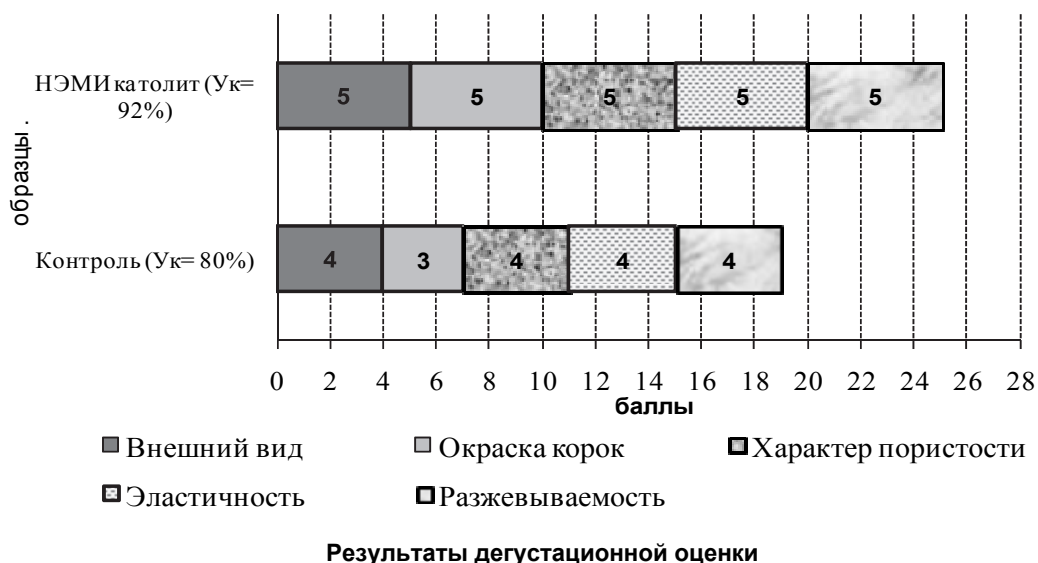
шем анализе не учитывались. Полученные результаты дегустационной оценки представлены на рисунке.

Образцы хлебобулочных изделий, полученные с использованием НЭМИ католита, имели оценку баллов значительно выше, чем у контрольных образцов.

Их можно охарактеризовать как изделия с увеличенным объемом, правильной формы с несколько выпуклой коркой. Присутствие достаточно равномерной тонкостенной пористости с порами округлой формы повышает потребительские достоинства исследуемых образцов, а также наличие мягкого, эластичного и хорошо разжевываемого мякиша делает его еще привлекательней.

На основании расчета уровня качества образцы, полученные с использованием катодной воды, были признаны отличного качества (92%), тогда как контрольные образцы хорошего уровня качества (80%). Таким образом, можно сделать вывод, что НЭМИ католит позволяет улучшить органолептические показатели хлебобулочных изделий, тем самым повысить привлекательность данных продуктов для потребителей.

Еще одним перспективным способом повышения качества хлеба и хлебобулочных изделий можно считать использование ультразвукового воздействия. Ультразвук широко применяется в пищевой промышленности, оказывая положительное влияние на такие процессы, как: диспергирование, растворение, экстрагирование, эмульгирование. Также ультразвук применяется при производстве



напитков [1] и молочной промышленности [4], в хлебопекарной промышленности с помощью ультразвука активируют дрожжи, воду перед замесом теста [5].

Относительно влияния УЗ обработки на состав и свойства воды существует достаточно много противоречивых данных, объясняемых различными теориями. Однако неоспоримым остается тот факт, что воздействие УЗ на воду приводит к изменениям ее структуры, что в свою очередь в различной степени отражается на свойствах и показателях качества воды.

Эффективность применения ультразвука может быть обусловлена воздействием специфических эффектов, присущих ультразвуковому колебанию, а именно кавитацией.

Изменение структуры и свойств воды определяются рядом эффектов, вызываемых ультразвуковой обработкой. Согласно данным исследователей [6] одним из наиболее мощных эффектов является кавитационная дезинтеграция, вызывающая диссоциацию молекулы воды и разрушение субстанций, присутствующих в ней.

Известно, что кавитация является весьма эффективным процессом деструкции воды. Кавитационная дезинтеграция, как результат воздействия первичного и вторичного звуков акустического поля кавитации вызывает разрушение водородных связей внутри ассоциатов молекул воды, что повышает ее гидратационную активность.

Использование воды, обработанной ультразвуковым воздействием положительно сказывается на скорости процесса брожения теста. Об этом свидетельствуют данные увеличения скорости накопления дрожжевых клеток, а также улучшение технологической эффективности брожения.

Активированная вода положительно сказывается на развитии белковой матрицы и увеличении размера крахмальных зерен в процессе созревания теста. В сравнении с контрольными образцами можно отметить увеличение размеров крахмальных зерен и интенсивное развитие белковой матрицы, что также положительно сказывается на качестве и сохраняемости хлеба.

При проведении органолептической оценки качества было отмечено, что в экспериментальных образцах пористость более развита, поры равномерные и тонкостенные. Установление физико-химических показате-

лей подтвердило результаты органолептической оценки и показало, что уже на начальном этапе хранения значение пористости и влажности было выше контрольных образцов.

В процессе хранения готовых изделий отмеченная тенденция сохраняется. У экспериментальных образцов менее выражено происходит повышение крошковатости и снижение набухаемости мякиша в процессе хранения, что свидетельствует о замедлении процессов черствения.

На основании экспериментальных данных можно сказать, что использование воды, обработанной как ультразвуковым воздействием, так и одновременного воздействия постоянного тока с наносекундными электромагнитными импульсами приводит к интенсификации процессов брожения, более полному набуханию белковой матрицы и зерен крахмала в тесте. В дальнейшем отмечается улучшенные органолептические показатели экспериментальных образцов и значительное замедление процессов черствения хлеба.

Литература

1. Калинина, И.В. Перспективы использования ультразвуковой экстракции в технологии производства морсов / И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. – 2013. – № 3 (3). – С. 55–59.
2. Пат. RU 2181106 C2 7 C02F1/46, C02F1/48 Способ электрохимической обработки водосодержащих сред и устройство для его осуществления / В.Л. Плитман; В.В. Крымский; В.А. Смолко; А.Ю. Шатин – Оубл. 2002.04.10.
3. Пилипенко, Т.В. Использование электрофизических методов при производстве и контроле качества пищевых продуктов / Т.В. Пилипенко, Н.И. Пилипенко, И.Ю. Потороко // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 4. – С. 33.
4. Потороко, И.Ю. Теоретическое и экспериментальное обоснование возможности использования электрофизического воздействия в формировании потребительских свойств восстановленных молочных продуктов / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 1. – С. 17–21.
5. Хмелев, В.Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и до-

машином хозяйстве: монография / В.Н. Хмелев, О.В. Попова. – Барнаул: Изд. АлтГТУ, 1997. – 160 с.

6. Технология и оборудование для обра-

ботки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, В.И. Богуш, И.Ю. Потороко. – М.: Изд-во «ГИОРД», 2013. – 152 с.

Науменко Наталья Владимировна. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), Naumenko_natalya@mail.ru

Поступила в редакцию 10 июля 2015 г.

DOI: 10.14529/food150306

THE IMPACT OF FACTORS ON THE PHYSICAL NATURE OF THE PROCESSES ON THE RATE OF BREAD STALING

N.V. Naumenko

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The possibility of using different methods of influence to improve the quality and persistence of bakery products. The quality of bread and bakery products, which are highly labile products during storage is significantly reduced. Loss of fresh bread and bakery products - is the result of complex biochemical, physical, chemical and colloidal processes that are linked to changes in proteins and carbohydrates, as well as reduce weight due to loss of moisture and volatile matter. The results of these processes are associated with the loss of softness and elasticity of the crumb, increase its friability, loss of taste and fragrance products, which generally determines the loss of consumer product value. Costs for bread is 24 hours, it is believed that during that time capable to keep the bread fresh product attributes. Since it is the freshness factor determining consumer preferences for bread, the increase in terms of sales and storage of grain is a priority task for the baking industry. The need to study the process of staling, the factors determining them, and find ways to preserve the freshness of bread determines the relevance of this work. One possible way to improve the quality and persistence of bread and bakery products is the use of activated water, which are devoted to research data. The article presents the results of the influence of water, activated by various physical and chemical methods, the quality of semi-finished and finished products. The effect of activated water on the process of baking, as well as a change in the basic indicators of the quality of grain during storage.

Keywords: food industry, bread and bakery products, nanosecond electromagnetic pulses, ultrasound treatment.

References

1. Kalinina I.V., Fatkullin R.I. [Prospects for the Use of Ultrasonic Extraction Technology in the Production of Fruit Drinks]. *Problemy ekonomiki i upravleniya v trgovle i promyshlennosti* [Problems of Economy and Management in Commerce and Industry], 2013, no. 3 (3), pp. 55–59. (in Russ.)

2. Plitman V.L.; Krymskiy V.V.; Smolko V.A.; Shatin A.Yu. *Pat. RU 2181106 C2 7 C02F1/46, C02F1/48 Sposob elektrokhimicheskoy obrabotki vodosoderzhashchikh sred i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya. Opubl. 2002.04.10.* [State Standsrud RU 2181106 C2 7 C02F1 / 46, C02F1 / 48 Method of Electrochemical Treatment of Water-Based Media and Device for its Implementation. Publ. 2002.04.10].

3. Pilipenko T.V., Pilipenko N.I., Potoroко I.Yu. [Using the Electrical Methods in Production and Quality Control of Food Products Foodstuffs]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Goods], 2012, no. 4, p. 33. (in Russ.)

4. Potoroко I.Yu., Popova N.V. [Theoretical and Experimental Study of the Possibility of Using Electro-physical Influence in the Formation of Consumer Properties of Reconstructed Dairy]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Food Products Goods], 2013, no. 1, pp. 17–21. (in Russ.)

5. Khmelev V.N., Popova O.V. *Mnogofunktsional'nye ul'trazvukovye apparaty i ikh primeneniye v usloviyakh mal'nykh proizvodstv, sel'skom i domashnem khozyaystve* [Multifunctional Ultrasonic Devices and their Application in Small Industries, Agriculture and at Home]. Barnaul, 1997. 160 p.

6. Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I., Potoroko I.Yu. *Tekhnologiya i oborudovanie dlya obrabotki pishchevykh sred s ispol'zovaniem kavitatsionnoy dezintegratsii* [Technology and Equipment for Food Processing Environments with Cavitation Disintegration]. Moscow, GIORP Publ., 2013. 152 p.

Naumenko Natalia Vladimirovna, Candidate of Science (Engineering), associate professor, Expertise and quality control of food production, South Ural State University, Chelyabinsk, Naumenko_natalya@mail.ru

Received 10 July 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Науменко, Н.В. Влияние факторов физической природы на скорость протекания процессов черствения хлеба / Н.В. Науменко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 38–43. DOI: 10.14529/food150306

FOR CITATION

Naumenko N.V. The Impact of Factors on the Physical Nature of the Processes on the Rate of Bread Staling. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2015, vol. 3, no. 3, pp. 38–43. (in Russ.) DOI: 10.14529/food150306
