

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Н.В. Науменко

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

В настоящее время существует большое количество способов улучшения качества сырья, сокращения длительности ведения технологического процесса и повышения сохраняемости хлеба и хлебобулочных изделий. Большинство из них основаны на введении в рецептуру дополнительных компонентов, способствующих интенсификации процессов брожения, развитию белковой матрицы, набуханию зерен крахмала, что приводит к заданному результату. Введение дополнительных компонентов зачастую связано с увеличением себестоимости готовой продукции и ложится на расходы потребителя. Также нельзя не учитывать тот факт, что внесение дополнительных компонентов значительно меняет традиционную рецептуру и добавляя все новые и новые улучшители, стабилизаторы, интенсификаторы изготовитель уже не может вернуться к традиционному производству, что приводит к утрачиванию в целом традиционных рецептур и способов производства хлеба и хлебобулочных изделий. В связи с этим исследование факторов физической природы используемых для интенсификации биотехнологических процессов является наиболее актуальным, так как это позволяет сохранить традиционные рецептуры, не вносить дополнительных химических компонентов, имеющих недостаточно изученное влияние на организм человека и в то же время дает возможность скорректировать недостатки сырьевых компонентов и получить готовый продукт заданного качества. В статье отмечается, что в качестве факторов физической природы, используемых для интенсификации биотехнологических процессов, можно рассматривать активацию воды, полученную одновременным воздействием постоянного тока с наносекундными электромагнитными импульсами. В качестве второго способа интенсификации биотехнологических процессов можно рассматривать активацию воды, обработанную ультразвуком (УЗ).

Ключевые слова: пищевая промышленность, хлеб и хлебобулочные изделия, наносекундные электромагнитные импульсы, ультразвуковое воздействие, традиционные способы производства.

Среди факторов, определяющих технологические свойства сырья, используемого в производстве пищевых продуктов, 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 [1]¹.

Современные технологии пищевых производств ориентированы, прежде всего, на возможности компенсирования отклонений, при этом используются разные направления, среди которых изменение рецептур, направ-

ленности течения процессов технологий, различные способы влияния на исходное сырье.

Введение в рецептуру дополнительных компонентов, способствующих интенсификации процессов брожения, развитию белковой матрицы, набуханию зерен крахмала, приводит к заданному результату, но значительно повышает себестоимость готовых изделий. Также нельзя не учитывать тот факт, что внесение дополнительных компонентов значительно меняет традиционную рецептуру и добавляя все новые и новые улучшители, стабилизаторы, интенсификаторы изготовитель уже не может вернуться к традиционному производству, что приводит к утрачиванию в целом традиционных рецептур и способов производства хлеба и хлебобулочных изделий [16–18]. В связи с этим исследование факторов физической природы используемых для интенсификации биотехнологических процессов сырьевых компонентов является наиболее актуальным, так как это позволяет сохранить

¹ Отраслевая целевая программа «Развитие хлебопекарной промышленности Российской Федерации на 2014–2016 годы» (утв. приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 19 марта 2014 г. № 83).

традиционные рецептуры, не вносить дополнительных химических компонентов, имеющих недостаточно изученное влияние на организм человека и в то же время дает возможность скорректировать недостатки сырьевых компонентов и получить готовый продукт заданного качества.

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 позициях 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, особенно в области нанотехнологии, и ультразвуковое воздействие дают возможность говорить о новом витке обновлений не только в теоретических аспектах познания технологий, но и реальном их изменении с новых позиций [2, 3, 4, 15, 18].

Для повышения качества хлебобулочных изделий возможно использование активированной воды. В наших исследованиях в первой серии исследований использовалась вода, полученная одновременным воздействием постоянного тока с наносекундными электромагнитными импульсами (НЭМИ). В результате исследований было установлено, что на

ка с наносекундными электромагнитными импульсами (НЭМИ католит) [3].

Во второй серии исследований вода обрабатывалась ультразвуком (УЗ) в режимах разной мощности и продолжительности воздействия. В результате установлено, что под воздействием ультразвука снижается активная кислотность воды, повышается температуры воды в среднем на 10...15 °С [5, 7]². В качестве оптимального на основе математической обработки данных был определен режим воздействия – обработка ультразвуком мощностью 120 Вт и длительностью воздействия не более 5 минут [4, 7, 13, 16, 19].

Такие структурно-механические свойства клейковины, как эластичность, упругость и др. обладают немаловажным значением для процесса хлебопечения, так как белки пшеничного теста образуют в структуре пространственную упруго-эластичную сетку. Качество самой клейковины оказывает огромное влияние на газодерживающую, формоудерживающую и водопоглощающую способность теста, от чего, в свою очередь, зависят такие показатели качества хлеба, как форма, объем, структура мякиша, внешний вид, а также главный для производителей экономический показатель – выход хлеба.

Результаты исследования влияния способа активации воды на изменение качества клейковины в процессе отлежки представлены на рис. 1 и 2.

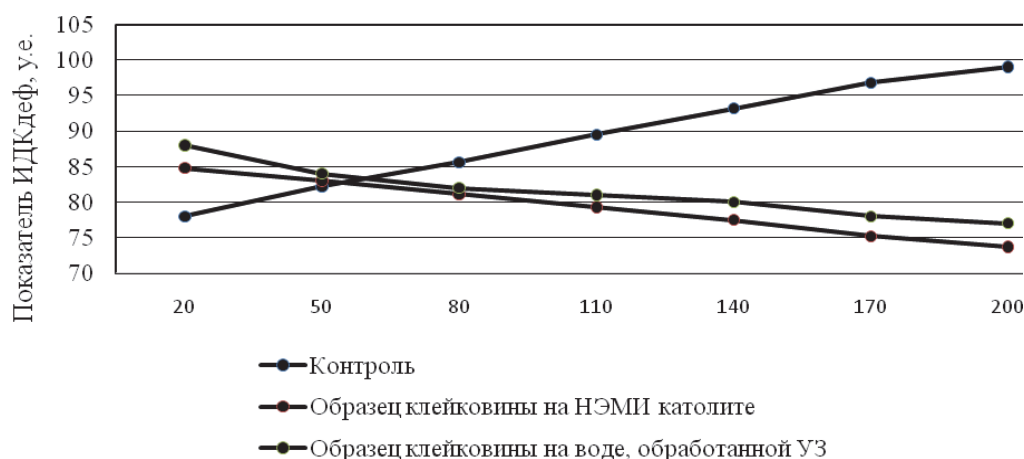


Рис. 1. Влияние активированной воды на изменение показателей качества клейковины во время отлежки теста, показатель ИДКдеф, у.е.

хлебопекарные свойства муки и качество хлебобулочных изделий оказывает положительное влияние катодная вода, полученная путем одновременного воздействия постоянного то-

² Отраслевая целевая программа «Развитие хлебопекарной промышленности Российской Федерации на 2014–2016 годы».

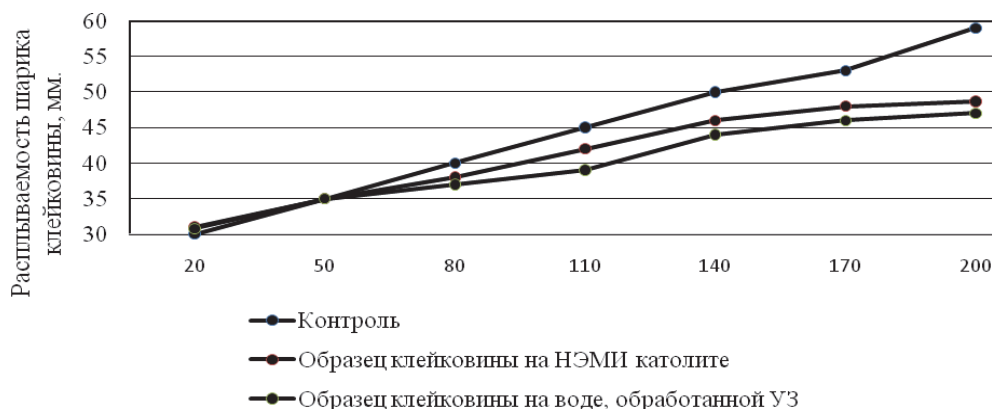


Рис. 2. Влияние активированной воды на изменение показателей качества клейковины во время отлежки теста, расплываемость шарика клейковины, мм

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.

На основании полученных данных прослеживается четкая зависимость контролируемых показателей. Образец клейковины, полученный путем замеса теста, замешанного на водопроводной воде, на протяжении всего эксперимента характеризовался постепенным расслаблением клейковины. В процессе отлежки теста качество отмытой клейковины, а также шарик клейковины контрольного образца постепенно расслабляется, причем эта зависимость носит прямо пропорциональный характер. Результаты исследований показали, что активированная вода двумя различными способами может влиять на структурно-механические свойства клейковины [6–8, 14].

Значения ИДК клейковины, полученной как с использованием НЭМИ католита, так и обработанной УЗ, отмытой через 20 мин после замеса, были выше, чем в контроле, и составили 77–84,8 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) в образце, полученном на воде, обработанной НЭМИ, может быть связано с присутствием сильных восстановителей, которые образуются в про-

цессе активации. Нельзя также не учитывать, что присутствие 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, отмеченная динамика сохраняется на протяжении всего времени. 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.

Использование активированной воды (НЭМИ католита) 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, 3, 4, 9, 11].

Гидратированные белки пшеничного теста 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 [8, 10, 12, 16].

Для образца, полученного на воде, обра-

Прикладная биохимия и биотехнологии

ботанной УЗ, также отмечается расслабление клейковины в начальный период созревания теста, что может быть связано со снижением толщины гидратных оболочек белковых молекул при их формировании, способствуя их коагуляции с получением более эластичной структуры белка.

В процессе дальнейшей отлежки теста, полученного на воде, обработанной УЗ, уже через 110 минут клейковина начинает укрепляться, особенно эти изменения заметны через 140 минут отлежки.

Для установления влияния активированной воды на качество хлебобулочных изделий была проведена пробная лабораторная выпечка формовых изделий из пшеничной муки первого сорта, изготовленных на водопроводной воде (контроль), на активированной воде (НЭМИ католит) и воде, обработанной УЗ. 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 дальнейшем анализе не учитывались. Полученные результаты дегустационной оценки представлены на рис. 3. 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 наличие мягкого, эластичного и хорошо разжевываемого мякиша делает его еще привлекательней.

На основании расчета уровня качества образцы, полученные с использованием активированной воды, были признаны отличного качества, тогда как контрольные образцы – хорошего уровня качества. Таким образом, можно сделать вывод, что различные способы активации воды как основного сырьевого компонента при производстве хлебобулочных изделий позволяют улучшить органолептические показатели качества, тем самым повысить привлекательность данных продуктов для потребителей. Но при этом следует отметить, что при ультразвуковом воздействии и при одновременном воздействии электрического тока с НЭМИ кинетика процессов, сопровождающих трансформацию энергии, совершенно разная.

Преимущество ультразвукового воздействия состоит в том, что данный способ активации позволяет сохранить исходный химический состав воды. Это играет огромное значение, так как вода может содержать растворенные вещества, необходимые для правильного ведения технологического процесса. Другие способы активации, такие как электролиз и одновременное воздействие электрического тока с НЭМИ,

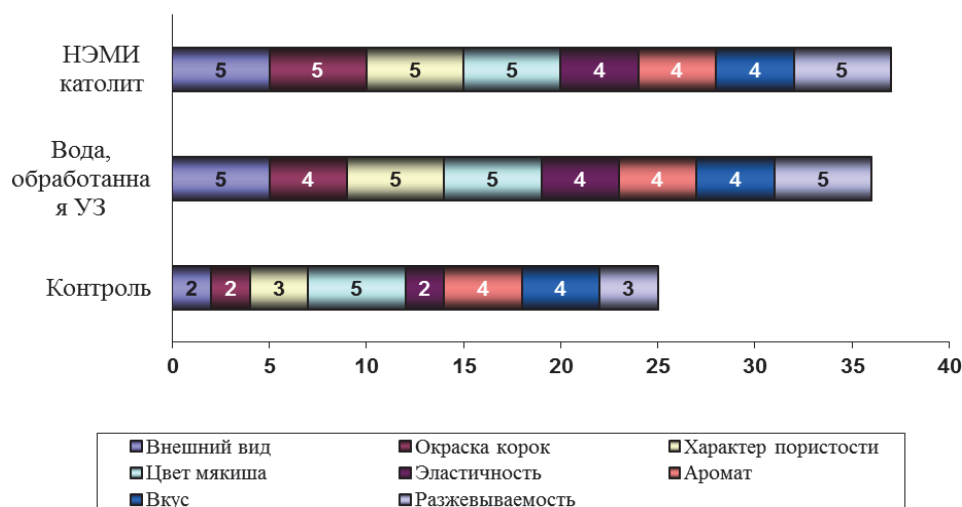


Рис. 3. Результаты дегустационной оценки

приводят к изменению химического состава, который не всегда получается контролировать, что может привести к замедлению протекания процессов брожения тестовых заготовок и ухудшению качества готовых изделий.

Литература

1. Нилова, Л.П. Управление ассортиментом продовольственных товаров для ликвидации дисбаланса структуры питания населения России / Л.П. Нилова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. – 2014. – № 1. – С. 64–70.
2. Потороко, И.Ю. Использование электрофизических методов при производстве и контроле качества пищевых продуктов / И.Ю. Потороко, Т.В. Пилипенко, Н.И. Пилипенко // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 4. – С. 33.
3. Потороко, И.Ю. К вопросу о водоподготовке в технологии восстановленных молочных товаров // И.Ю. Потороко, Н.В. Попова // Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства. – 2013. – № 1. – С. 275–277.
4. Потороко, И.Ю. Совершенствование реологических характеристик мясных эмульсий на основе пищевой сонохимии / И.Ю. Потороко, Л.А. Цирульниченко // Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства. – 2013. – № 1. – С. 306–309.
5. Потороко, И.Ю. Перспективы использования ультразвуковой кавитации в технологии обеззараживания питьевой воды для пищевых производств // И.Ю. Потороко, Р.И. Фаткуллин, И.В. Калинина // Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства. – 2013. – № 1. – С. 338–341.
6. Шестаков, С.Д. Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, Я.А. Артемова, Н.А. Тихомирова // Молочная промышленность. – 2011. – № 5. – С. 39–43.
7. Хмелев, В.Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: монография / В.Н. Хмелев, О.В. Попова. – Барнаул: Изд. АлтГТУ, 1997. – 160 с.
8. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, В.И. Богущ, И.Ю. Потороко. – М.: Изд-во «ГИОРД», 2013. – 152 с.
9. Antona A.A., Lukowb O.M., Fulchera R.G. et al. Shelf stability and sensory properties of flour tortillas fortified with pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of hydrocolloid addition // *LWT – Food Science and Technology*. – 2009. – Vol. 42, № 1. – P. 23–29.
10. Brennan C.S., Tan C.K., Kuri V. et al. The pasting behaviour and freeze-thaw stability of native starch and native starch-xanthan gum pastes // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2004. – № 39. – P. 1017–1022.
11. Cheetham N.W.N., Mashimba E.N.M. Conformational aspects of xanthan-galactomannan gelation // *Carbohydrate Polymers*. – 1988. – № 9. – P. 195–212.
12. Cheetham N.W.N., Mashimba E.N.M. Conformational aspects of xanthan-galactomannan gelation: Further evidence from optical-rotation // *Carbohydrate Polymers*. – 1991. – № 14. – P. 17–27.
13. Garca-Ochoa F., Santos V.E., Casas J.A. et al. Xanthan gum: production, recovery, and properties // *Biotechnology Advances*. – 2000. – Vol. 18, № 7. – P. 549–579.
14. Martin M.L., Zeleznak K.J., Hosoney R.C. Mechanism of Bread Firming. Role of Starch Swelling // *Cereal Chem*. – 1991. – Vol. 30. – № 5. – P. 498–503.
15. Morris V.J., Brownsey G.J., Ridout M.J. Reply to role of conformation in synergistic interactions of xanthan // *Carbohydrate Polymers*. – 1994. – № 23. – P. 139–140.
16. Porova N., Botvinnikova V., Krasulya O., Cherepanov P., Potoroko I. Effect of ultrasonic treatment on heavy metal decontamination in milk // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2014. – V. 21, is. 6. – P. 2107–2111.
17. Slavin J.L., Greenberg N.A. Partially hydrolyzed guar gum: clinical nutrition uses // *Nutrition*. – 2003. – № 19, iss. 6. – P. 549–552.
18. Ribotta P.D., Ausar S.F., Beltramo D.M. et al. Interactions of hydrocolloids and sonicated-gluten proteins // *Food Hydrocolloids*. – 2005. – № 19. – P. 93–99.
19. Ozkoc S.O., Sumnu G., Sahin S. The effects of gums on macro and micro-structure of breads baked in different ovens // *Food Hydrocolloids*. – 2009. – № 23. – P. 2182–2189.

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 13 января 2016 г.

DOI: 10.14529/food160102

STUDY OF FACTORS OF PHYSICAL NATURE USED FOR INTENSIFICATION OF BIOTECHNOLOGICAL PROCESSES

N.V. Naumenko

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Currently there are numerous ways to improve the quality of raw materials, reduce the duration of technological process and increase the preservation capacity of bread and bakery products. Most of them are based on the introduction of additional components that promote fermentation processes intensification and the development of a protein matrix and swelling of starch granules which leads to the desired result. The introduction of additional components is often associated with an increase in the cost of finished products and falls on consumer spending. Also one cannot ignore the fact that the introduction of additional components significantly change the traditional recipe and by adding more and more new enhancers, stabilizers, and intensifiers the manufacturer can no longer go back to the traditional production which leads to loss of generally traditional recipes and methods of production of bread and bakery products. In this regard the study of the factors of the physical nature used for intensification of biotechnological processes is the most relevant, since it allows to preserve traditional recipes, not to introduce additional chemical components which have a non-studied influence on human body and at the same time make it possible to adjust disadvantages of raw materials and get a product of a set quality. The author notes that as the factor of physical nature used for intensification of biotechnological processes the activation of water resulting from simultaneous effect of DC nanosecond electromagnetic pulses can be considered. As a second method for intensification of biotechnological processes the activation of water treated with ultrasound (US) can be considered.

Keywords: food industry, bread and bakery products, nanosecond electromagnetic pulses, ultrasonic treatment, traditional production methods.

References

1. Nilova L.P. [Administration of Assortment of Food Products for Elimination of Disbalance in the Structure of Nutrition of the Population of Russia]. *Problemy ekonomiki i upravleniya v torgovle i promyshlennosti* [Problems of Economics and Management in Commerce and Industry], 2014, no. 1, pp. 64–70. (in Russ.)
2. Potoroko I.Yu., Pilipenko T.V., Pilipenko N.I. [Use of Electrical and Physical Methods in the Manufacture and Quality Control of Food Products]. *Tovarovod prodovol'stvennykh tovarov* [Food Commodity Expert], 2012, no. 4, p. 33. (in Russ.)
3. Potoroko I.Yu., Popova N.V. [On the Issue of Water Treatment in Technology of Reconstituted Dairy Products]. *Torgovo-ekonomicheskie problemy regional'nogo biznes prostranstva* [Trade and Economic Problems of Regional Business Space], 2013, no. 1, pp. 275–277. (in Russ.)
4. Potoroko I.Yu., Tsurul'nichenko L.A. [Improvement of Rheological Characteristics of Meat Emulsions Based on Food Sonochemistry]. *Torgovo-ekonomicheskie problemy regional'nogo biznes prostranstva* [Trade and Economic Problems of Regional Business Space], 2013, no. 1, pp. 306–309. (in Russ.)
5. Potoroko I.Yu., Fatkullin R.I., Kalinina I.V. [Prospects for Use of Ultrasonic Cavitation in Drinking Water Disinfection Technology for Food Production]. *Torgovo-ekonomicheskie problemy regional'nogo biznes prostranstva* [Trade and Economic Problems of Regional Business Space], 2013, no. 1, pp. 338–341. (in Russ.)
6. Shestakov S.D., Krasulya O.N., Artemova Ya.A., Tikhomirova N.A. [Ultrasonic Sonochemical Water Treatment]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2011, no. 5, pp. 39–43. (in Russ.)
7. Khmelev V.N., Popova O.V. *Mnogofunktsional'nye ul'trazvukovye apparaty i ikh primeneniye v usloviyakh malykh proizvodstv, sel'skom i domashnem khozyaystve* [Multifunctional Ultrasonic Devices and Their Application in Small Industries, Agriculture, and at Home]. Barnaul, 1997. 160 p.

8. 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 Processing of Food Environments Using Cavitation Disintegration]. Moscow, GIOR Publ., 2013. 152 p.
9. Antona A.A., Lukowb O.M., Fulchera R. G. et. al. Shelf stability and sensory properties of flour tortillas fortified with pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of hydrocolloid addition. *LWT – Food Science and Technology*, 2009, vol. 42, no. 1, pp. 23–29. DOI: 10.1016/j.lwt.2008.06.005
10. Brennan C.S., Tan S.K., Kuri V. et. al. The Pasting Behaviour and Freeze-Thaw Stability of Native Starch and Native Starch-Xanthan Gum Pastes. *International Journal of Food Science and Technology*, 2004, no. 39, pp. 1017–1022. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2004.00884.x
11. Cheetham N.W.N., Mashimba E.N.M. Conformational Aspects of Xanthan-Galactomannan Gelation. *Carbohydrate Polymers*, 1988, no. 9, pp. 195–212. DOI: 10.1016/0144-8617(88)90025-2
12. Cheetham N.W.N., Mashimba E.N.M. Conformational Aspects of Xanthan-Galactomannan Gelation: Further Evidence from Optical-Rotation. *Carbohydrate Polymers*, 1991, no. 14, pp. 17–27. DOI: 10.1016/0144-8617(90)90004-c
13. Garca-Ochoa F., Santos V.E., Casas J.A. et. al. Xanthan Gum: Production, Recovery, and Properties. *Biotechnology Advances*, 2000. Vol. 18, no. 7, pp. 549–579. DOI: 10.1016/s0734-9750(00)00050-1
14. Martin M.L., Zeleznak K.J., Hosney R.C. Mechanism of Bread Firming. Role of Starch Swelling. *Cereal Chem.*, 1991, vol. 30, no. 5, pp. 498–503.
15. Morris V.J., Brownsey G.J., Ridout M.J. Reply to Role of Conformation in Synergistic Interactions of Xanthan. *Carbohydrate Polymers*, 1994, no. 23, pp. 139–140. DOI: 10.1016/0144-8617(94)90040-X
16. Porova N., Botvinnikova V., Krasulya O., Cherepanov P., Potoroko I. Effect of Ultrasonic Treatment on Heavy Metal Decontamination in Milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 21, iss. 6, November 2014, pp. 2107–2111. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2014.03.029
17. Slavin J.L., Greenberg N.A. Partially Hydrolyzed Guar Gum: Clinical Nutrition Uses. *Nutrition*, 2003, no. 19, iss. 6, pp. 549–552. DOI: 10.1016/s0899-9007(02)01032-8
18. Ribotta P.D., Ausar S.F., Beltramo D.M. et. al. Interactions of Hydrocolloids and Sonicated-Gluten Proteins. *Food Hydrocolloids*, 2005, no. 19, pp. 93–99. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2004.04.018
19. Ozkoc S.O., Sumnu G., Sahin S. The Effects of Gums on Macro and Micro-Structure of Breads Baked in Different Ovens. *Food Hydrocolloids*, 2009, no. 23, pp. 2182–2189. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.04.003

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 13 January 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Науменко, Н.В. Исследование факторов физической природы, используемых для интенсификации биотехнологических процессов / Н.В. Науменко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 1. – С. 13–19. DOI: 10.14529/food160102

FOR CITATION

Naumenko N.V. Study of Factors of Physical Nature Used for Intensification of Biotechnological Processes. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 13–19. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160102
