

СПОСОБЫ КОРРЕКТИРОВКИ СВОЙСТВ СЫРЬЯ И КАЧЕСТВА ХЛЕБА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Н.В. Науменко, В.В. Худяков

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Проведен анализ эффективных факторов физической природы, используемых для интенсификации биотехнологических процессов. В качестве таких факторов рассмотрена обработка воды, полученная путем воздействия ультразвука (УЗ). Были определены скорость газообразования, технологическая эффективность брожения теста, интенсивность кислотонакопления при созревании опытных и контрольных образцов. У опытных образцов значительно снижается период задержки роста дрожжей, и их общее количество на конец процесса выше, чем у контрольного образца. Через 3 часа брожения в опытных образцах теста дрожжевых клеток в среднем на 8–10 % выше, чем в контрольном образце теста (погрешность составила $0,12 \cdot 10^6 - 0,15 \cdot 10^6$). Отмечается увеличение объема опытных образцов. Это объясняется тем, что при подъеме теста контрольного образца на 100 мл выделилось 1150 мл CO_2 , у образца, замешанного с обработанной водой, 722,2 мл CO_2 . Использование обработанной воды способствует не только ускорению созревания теста, но и повышению технологической эффективности брожения. В результате хлеб, полученный с использованием обработанной воды, обладает высокими потребительскими достоинствами. Математическая обработка полученных экспериментальных данных показала, что наиболее существенное влияние обработанная вода оказывает на удельный объем и пористость хлеба из пшеничной муки. На основании проведенного эксперимента установлено, что использование обработанной воды способствует более быстрому набуханию крахмальных зерен и белка, в результате чего в тесте сразу после замеса возрастает количество осмотической и адсорбционной влаги, а перед разделкой увеличивается величина моноадсорбционного слоя. Увеличение количества связанной влаги в мякише хлеба с обработанной водой, особенно моноадсорбционного слоя, препятствует агрегации его структурных элементов, что замедляет процессы черствения хлеба.

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

Одним из факторов, обуславливающих технологические свойства сырья, наиболее значимыми являются количественный и качественный состав его химических компонентов [1, 5, 6].

Современные технологии пищевых производств ориентированы, прежде всего, на возможности компенсирования отклонений, при этом используются разные направления, среди которых изменение рецептур, направленности 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. [12, 17, 18, 19, 20]. В связи с чем исследование факторов физической природы, используемых

для интенсификации биотехнологических процессов сырьевых компонентов, является наиболее актуальным, так как это позволяет сохранить традиционные рецептуры, не вносить дополнительных химических компонентов, имеющих недостаточно изученное влияние на организм человека и, в тоже время, дает возможность скорректировать недостатки сырьевых компонентов и получить готовый продукт заданного качества.

Анализ литературных данных по свойствам и использованию обработанной воды в пищевой промышленности позволил предположить возможность ее использования для повышения качества хлеба и хлебобулочных изделий. В процессе проведения исследований был предложен способ производства формового хлеба путем встраивания ультразвукового воздействия на этапе водоподготовки перед замесом теста [7–9, 17].

Управление качеством биопродукции

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 ультразвукового воздействия дают возможность говорить о новом витке обновлений не только в теоретических аспектах познания технологий, но и с практической точки зрения [2, 3, 4, 10, 15, 16, 19].

Целью исследования являлась интенсификация и рационализация производства хлеба и хлебобулочных изделий на основе использования обработанной воды как фактора, интенсифицирующего процессы созревания теста, и как следствие, замедляющего процессы черствения хлеба.

Особую роль в формировании качественного теста играют его важнейшие компоненты: белки и углеводы.

Содержание белков в пшеничной муке может колебаться в широких пределах в зависимости от сорта пшеницы и условий ее выращивания, поэтому корректировка ее свойств наиболее важна при производстве хлеба из пшеничной муки. Белковые вещества муки в основном состоят из проламинов и глютелинов. Проламин пшеницы представлен глиадином, а глютелин – глютелином. Ценным и специфическим свойством их является спо-

собность образовывать клейковину. 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 водопоглотительную 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.

Обработка ультразвуком воды оказала разное влияние на скорость газообразования (рис. 1). Обработанная вода, используемая для замеса теста, приводила к увеличению скорости газообразования, по сравнению с контролем.

Как видно из графика, падение скорости газообразования совпадает по времени с концом периода быстрого роста дрожжей. Волнообразное нарастание скорости газообразования в данном случае, также как и при определении газообразующей способности муки, определяется активностью бродильных ферментов дрожжей. Небольшая скорость газообразования контрольного образца свидетельствует о малой активности бродильных ферментов прессованных дрожжей. Однако затем скорость газообразования, а вместе с ней и активность бродильных ферментов, быстро нарастают.

Как уже указывалось предположение, что

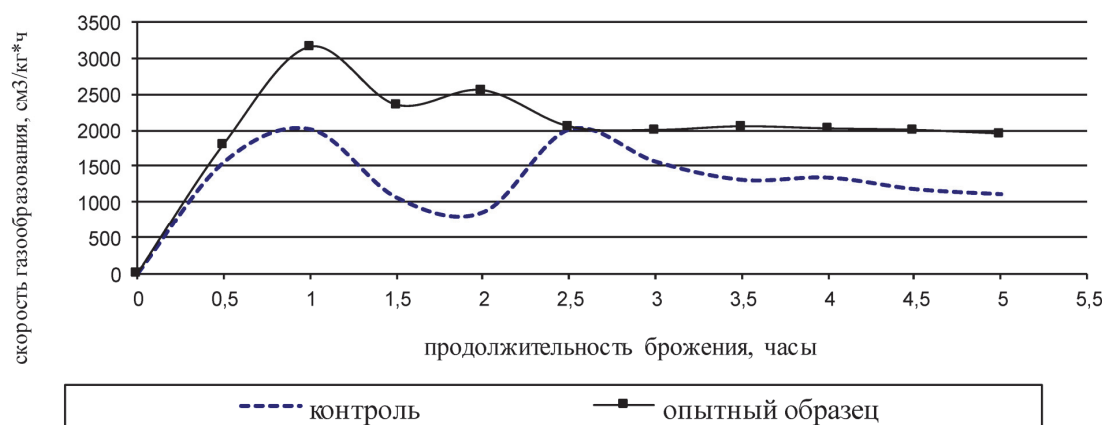


Рис. 1. Изменения скорости газообразования при созревании теста (зависимость скорости газообразования теста от времени)

более высокая начальная скорость газообразования дрожжей образцов, полученных с использованием обработанной воды, обусловлена активацией зимазы и мальтазы. При этом длительность задержки нарастания газообразования сокращается и после нее наблюдается дальнейшее нарастание скорости. Вероятно, использование обработанной воды приводит к полной активации всех ферментов, участвующих в сбраживании сахаров мучной среды.

Также необходимо отметить, что у данных образцов значительно снижается период задержки роста дрожжей и их общее количество на конец процесса выше, чем у контрольного образца. Через 3 часа брожения в опытных образцах теста дрожжевых клеток в среднем на 8–10 % выше, чем в контрольном образце теста (погрешность составила $0,12 \cdot 10^6$ – $0,15 \cdot 10^6$).

Основное назначение процесса брожения заключается в разрыхлении теста. Применение количественного метода определения образовавшегося в процессе брожения углекислого газа с одновременным учетом изменения объема теста позволяет получить характеристику эффективности брожения в технологическом аспекте, то есть выяснить, в какой мере используется газ для разрыхления теста. Значения показателей, определяющих ТЭБ теста, представлены в табл. 1.

Как видно из таблицы, в первый час брожения значительная часть образовавшегося диоксида углерода задерживается тестом, причем, как уже отмечалось, начальная скорость газообразования теста образцов, замешанных с использованием обработанной воды, значительно выше контрольного образца, и технологическая эффективность первого

часа брожения у этих образцов также выше. Возможно, это связано с увеличивающейся водопоглотительной способностью муки и снижением вязкости активированной воды, так как установлено [10, 11, 13, 14], что менее влажное, более вязкое тесто хуже задерживает газ, чем более влажное, имеющее меньшую вязкость.

На втором часу брожения полученная зависимость сохраняется. По мере дальнейшего брожения у всех образцов подъем теста замедляется, пока не наступит некоторый максимум (характерный для каждого образца), после которого тесто уже не поднимается. В то же время брожения образуется все новое количество диоксида углерода, нарастание которого продолжается с возрастающей скоростью, причем наиболее интенсивно у образца, полученного с использованием обработанной воды.

При этом значительная часть газа уже не используется тестом, а улетучивается, что и обуславливает интенсивное снижение технологической эффективности брожения теста как контрольного образца, так и исследуемых образцов. Так, например, при подъеме теста контрольного образца на 100 мл выделилось 1150 мл CO_2 , у образца, замешанного с обработанной воды, – 722,2 мл CO_2 .

Иначе говоря, эффективность брожения у опытных образцов почти в двое выше. На третий час брожения эффективность брожения у опытных образцов снижается, так как подъем теста замедляется, а скорость образования диоксида углерода по-прежнему нарастает.

Одним из наиболее важных показателей, характеризующих интенсивность брожения и

Таблица 1

Значения показателей, определяющих ТЭБ теста

Продолжительность брожения, ч	Количество выделившегося CO_2 , мл		Подъем теста, мл		Общее количество CO_2 , мл/час		CO_2 , мл выделившегося на 100 мл теста	
	Контроль	Опытный образец	Контроль	Опытный образец	Контроль	Опытный образец	Контроль	Опытный образец
1	145	175	80	98	225	273	181	179
2	115	130	10	18	125	148	1150	722
3	115	100	10	10	125	110	1150	1000
Всего	375	405	100	126	475	531	2481	1901

Управление качеством биопродукции

готовность тестовой заготовки, является величина титруемой кислотности. Повышение титруемой кислотности пшеничного теста является достаточно хорошо известным фактом. Результаты исследования титруемой кислотности теста представлены на рис. 2.

У образца, полученного с использованием обработанной воды, спад интенсивности брожения менее выражен, чем у контрольного образца, что может быть вызвано активацией молочнокислых бактерий и растворением углекислого газа в жидкой фазе. Уже к 90 минутам брожения кислотность опытного образца составляет 3,2 град, что говорит о готовности

теста, тогда как контрольный образец достигает этой величины лишь к 120 минутам. Через 180 минут можно отметить увеличение кислотности теста опытного образца в среднем на 0,9 град.

Полученные экспериментальные данные положительно сказались на качестве готовых изделий, о чем наглядно свидетельствуют результаты дегустационной оценки (рис. 3) и фотографии экспериментальных образцов (рис. 4).

Из результатов оценки можно выявить, что опытный образец, полученный с использованием обработанной воды, имеет суммар-

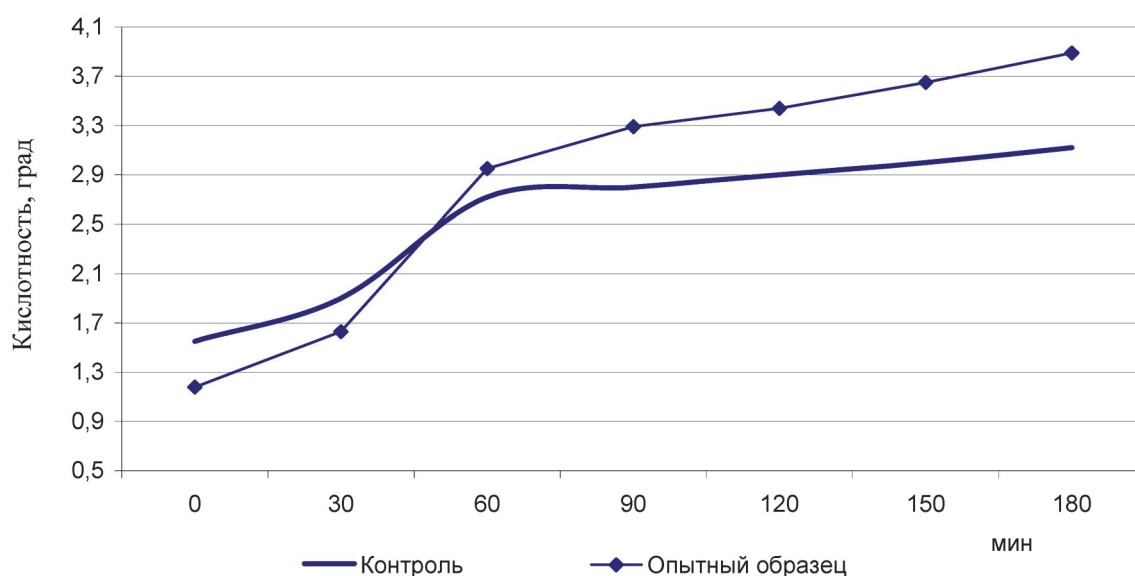


Рис. 2. Результаты исследования титруемой кислотности теста

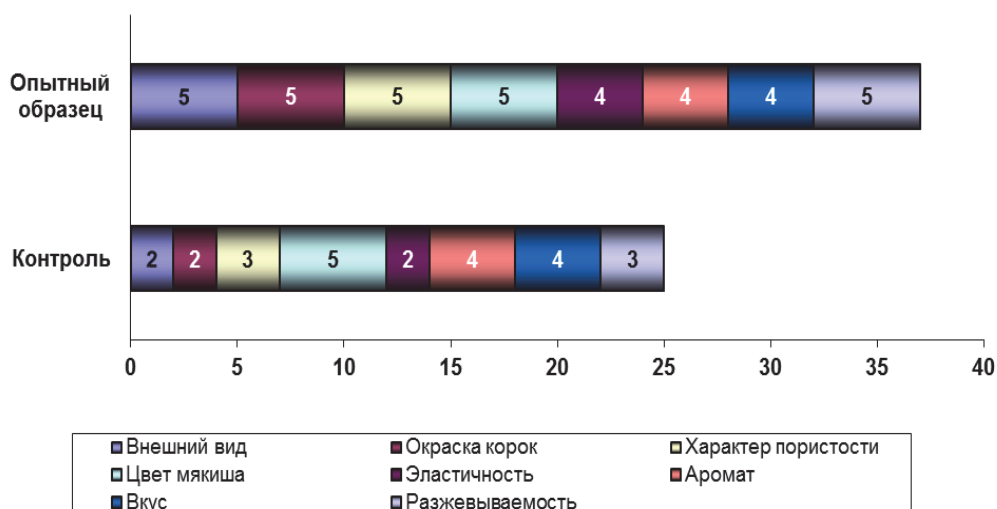


Рис. 3. Результаты дегустационной оценки с учетом коэффициентов весомости



Контроль Опытный образец



Контроль Опытный образец

Рис. 4. Внешний вид исследуемых образцов

ную оценку баллов значительно выше, чем у контрольного образца.

Для него можно отметить красивый внешний вид с правильной выпуклой коркой, визуальное сразу определяется увеличение объема, по сравнению с контрольным образцом. Также необходимо отметить наличие хорошо развитой тонкостенной, равномерной пористости с порами правильной округлой формы. Мякиш опытного образца отличается повышенной мягкостью, эластичностью, хорошо распределяется в полости рта и быстро разжевывается.

При расчете уровня качества опытный образец получил 92 % и был признан отличным качеством, тогда как контрольный образец набрал 80 % и характеризовался хорошим уровнем качества. Несомненно, использование обработанной воды позволяет стабилизировать качество сырьевых компонентов, интенсифицировать процесс брожения, а на конечном этапе получить продукт более привлекательный для конечного потребителя.

Полученные органолептические данные хорошо коррелируют с результатами определения физико-химических показателей исследуемых образцов (табл. 2).

На основании результатов, представленных

в таблице, можно сказать, что кислотность опытного образца несколько выше, чем у контрольного, что может быть связано с интенсификацией процесса брожения тестовых заготовок и более интенсивным кислотонакоплением.

Влажность образцов практически одинаковая, так как при проведении эксперимента соблюдалась стандартная рецептура, а незначительное увеличение данного показателя у опытного образца можно объяснить более интенсивным развитием белковой матрицы в процессе тестоприготовления, что способствует удержанию влаги в процессе выпечки и в дальнейшем может снизить интенсивность протекания процесса черствения.

Также можно отметить значительное увеличение показателя «пористость» у опытного образца, причем ее качественные характеристики также имеют положительную динамику (тонкостенная, равномерная, эластичная). Увеличение показателя «удельный объем хлеба» первоначально было отмечено при дегустационной оценке исследуемых образцов. Удельный объем опытного образца увеличился почти на 8 %, что говорит о хорошо развитой белковой матрице, которая позволяет удержать накопившийся при брожении объем

Таблица 2

Влияние обработки воды на показатели качества хлеба

Наименование образца	Кислотность, град	Влажность, %	Пористость, %	Удельный объем, см ³ /100 г
Контроль	2,5 ± 0,2	42,5 ± 1	73,0 ± 2	270 ± 2
Опытный образец	2,9 ± 0,2	43,2 ± 1	76,4 ± 2	290 ± 2

газа и получить изделия с отличными потребительскими характеристиками.

На основании вышесказанного можно отметить, что использование обработанной воды способствует не только ускорению созревания теста, но и повышению технологической эффективности брожения. В результате хлеб, полученный с использованием обработанной воды, обладает высокими потребительскими достоинствами. Математическая обработка полученных экспериментальных данных показала, что наиболее существенное влияние обработанная вода оказывает на удельный объем и пористость хлеба из пшеничной муки.

На основании проведенного эксперимента установлено, что использование обработанной воды способствует более быстрому набуханию крахмальных зерен и белка, в результате чего в тесте сразу после замеса возрастает количество осмотической и адсорбционной влаги, а перед разделкой увеличивается величина моноадсорбционного слоя. Увеличение количества связанной влаги в мякише хлеба с обработанной водой, особенно моноадсорбционного слоя, препятствует агрегации его структурных элементов, что замедляет процессы черствения хлеба.

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. 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. 33–35.
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. 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. Отраслевая целевая программа «Развитие хлебопекарной промышленности Российской Федерации на 2014–2016 годы» (утв. приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 19 марта 2014 г. № 83).
9. Шестаков, С.Д. Технология и оборудование для обработки 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.
10. Antona, A.A. Shelf stability and sensory properties of flour tortillas fortified with pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of hydrocolloid addition, LWT / A.A. Antona, O.M. Lukowb, R.G. Fulchera et al. // *Food Science and Technology*. – 2009. – Vol. 42, № 1. – P. 23–29.
11. Brennan, C. S. The pasting behaviour and freeze-thaw stability of native starch and native starch-xanthan gum pastes / C.S. Brennan, C.K. Tan, V. Kuri et al. // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2004. – № 39. – P. 1017–1022.
12. Cheetham, N.W.N. Conformational aspects of xanthan-galactomannan gelation / N.W.N. Cheetham, E.N.M. Mashimba // *Carbohydrate Polymers*. – 1988. – № 9. – P. 195–212.
13. Cheetham, N.W.N. Conformational aspects of xanthan-galactomannan gelation: Further evidence from optical-rotation / N.W.N. Cheetham, E.N.M. Mashimba // *Carbohydrate Polymers*. 1991. – № 14. – P. 17–27.
14. Garca-Ochoa, F. Xanthan gum: production, recovery, and properties / F. Garca-Ochoa, V. E. Santos, J. A. Casas et al. // *Biotechnology Advances*. – 2000. – Vol. 18, № 7. – P. 549–579.
15. Martin, M.L. Mechanism of Bread Firming. Role of Starch Swelling / M.L. Martin, K.J.

Zelezniak, R.C. Hoseney // *Cereal Chem.* – 1991. – Vol. 30, №5. – P. 498–503.

16. Morris, V.J. Role of conformation in synergistic interactions of xanthan-Reply / V.J. Morris, G.J. Brownsey, M.J. Ridout // *Carbohydrate Polymers.* – 1994. – № 23. – P. 139–140.

17. Porova, N. Effect of ultrasonic treatment on heavy metal decontamination in milk / N. Porova, V. Botvinnikova, O. Krasulya, P. Cherepanov, I. Potoroko // *Ultrasonics Sonochemistry.* – 2014.

18. Slavin, J.L. Partially hydrolyzed guar

gum: clinical nutrition uses / J.L. Slavin, N.A. Greenberg // *Nutrition.* – 2003. – № 19. – P. 549–552.

19. Ribotta, P.D. Interactions of hydrocolloids and sonicated-gluten proteins/ P.D. Ribotta, S.F. Ausar, D.M. Beltramo et al. // *Food Hydrocolloids.* – 2005. – № 19. – P. 93–99.

20. Ozkoc, S.O. The effects of gums on macro and micro- structure of breads baked in different ovens / S.O. Ozkoc, G. Sumnu, S. Sahin // *Food Hydrocolloids.* – 2009. – № 23. – P. 2182–2189.

Науменко Наталья Владимировна. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), Naumenko_natalya@mail.ru

Худяков Владимир Владимирович. Магистрант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск).

Поступила в редакцию 7 июля 2016 г.

DOI: 10.14529/food160309

THE WAYS OF AGJUSTING RAW MATERIAL PROPERTIES AND THE QUALITY OF BREAD MADE OF WHEAT FLOUR

N.V. Naumenko, V.V. Khudyakov

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The analysis of effective factors of physical nature used for the intensification of biotechnological processes is conducted. The treatment of water obtained as the result of ultrasound exposure is considered as one of these factors. The gas production rate, technological effectiveness of dough fermentation, intensity of acid accumulation at the process of maturation of experimental and control samples are defined. The period of yeast growth moderation is significantly decreased in experimental samples, and at the end of the process their total amount is higher than the control sample has. In 3 hours of fermentation there are 8–10 % more yeast cells in experimental samples of dough rather than in its control samples (margin of error is $0.12 \cdot 10^6$ – $0.15 \cdot 10^6$). The increase of volume of control samples is pointed out. This is because when the dough of control sample is risen by 100 ml, the 1150 CO₂ is precipitated in the sample, which is mixed with treated water, 722.2 ml of CO₂. The use of treated water contributes both the acceleration of the dough maturation and improvement of the technological efficiency of the fermentation process. As a result, the bread, prepared using the treated water, has a high consumer advantages. The mathematical processing of the received experimental data shows that the treated water has a significant impact on the specific volume and porosity of bread baked from wheat flour. Based on the conducted experiment it's specified that the use of treated water facilitates faster swelling of starch grains and proteins, as a result of which right after the dough kneading the osmotic and adsorption moisture content increases and before cutting the monoadsorption stratum size increases. The increase in the moisture content in a bread crumb with the treated water, particularly the monoadsorption stratum, hampers with aggregation of its structure elements, which slows down the bread firming processes.

Keywords: food industry, bread and baked products, ultrasonic exposure, traditional techniques of production.

References

1. Nilova L.P. [Food assortment management for elimination of imbalance of the food pattern of Russia's population]. *Problemy ekonomiki i upravleniya v trgovle i promyshlennosti* [Issues of economics and management in trade and industry], 2014, no. 1, pp. 64–70. (in Russ.)
2. Pilipenko T.V., Pilipenko N.I., Potoroko I.Yu. [The use of electrophysical methods in case production and food quality control]. *Tovarovod prodovol'stvennykh tovarov* [Merchandising specialist], 2012, no. 4. pp. 33–35. (in Russ.)
3. Potoroko I.Yu., Popova N.V. [On water treatment in the technology of reconstituted dairy products]. *Torgovo-ekonomicheskie problemy regional'nogo biznes-prostranstva* [Trade and economic issues of the regional business space], 2013, no. 1. pp. 275–277. (in Russ.)
4. Potoroko I.Yu., Tsurul'nichenko L.A. [The improvement of rheological characteristics of meat emulsions on the basis of food sonochemistry]. *Torgovo-ekonomicheskie problemy regional'nogo biznes-prostranstva* [Trade and economic issues of the regional business space], 2013, no. 1, pp. 306–309. (in Russ.)
5. Potoroko I.Yu., Fatkullin R.I., Kalinina I.V. [Prospects of using ultrasonic cavitation in the technology of drinking water disinfection for food production]. *Torgovo-ekonomicheskie problemy regional'nogo biznes-prostranstva* [Trade and economic issues of the 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'* [Milk industry], 2011, no. 5. pp. 39–43. (in Russ.)
7. Khmelev V.N., Popova O.V. *Mnogofunktsional'nye ul'trazvukovyye apparaty i ikh primenenie v usloviyakh malykh proizvodstv, sel'skom i domashnem khozyaystve* [Multifunctional ultrasonic apparatus and their application in terms of small business, agricultural and household economics]. Barnaul, 1997. 160 p.
8. *Otraslevaya tselevaya programma «Razvitie khlebopekarnoy promyshlennosti Rossiyskoy Federatsii na 2014–2016 gody» (utv. prikazom Ministerstva sel'skogo khozyaystva RF ot 19 marta 2014 g. N 83)* [Sectoral target program “Development of baking industry of the Russian Federation for 2014–2016” (ratified by the order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of March 19, 2014 No. 83)].
9. 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 Using Cavitation Disintegration]. St. Petersburg, GIORD Publ., 2013. 152 p.
10. 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
11. 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
12. 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
13. 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
14. Garca-Ochoa F., Santos V.E., Casas J.A. et al. Xanthan gum: production, recovery, and properties. *Bio-technology Advances*, 2000, vol. 18, no. 7, pp. 549–579. DOI: 10.1016/s0734-9750(00)00050-1
15. 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.
16. Morris V.J., Brownsey G.J., Ridout M.J. Role of conformation in synergistic interactions of xanthan-Reply. *Carbohydrate Polymers*, 1994, no. 23, pp. 139–140. DOI: 10.1016/0144-8617(94)90040-x
17. Porova N., Botvinnikova V., Krasulya O., Cherepanov P., Potoroko I. Effect of ultrasonic treatment on heavy metal decontamination in milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2014. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2014.03.029
18. Slavin J.L., Greenberg N.A. Partially hydrolyzed guar gum: clinical nutrition uses. *Nutrition*, 2003, no. 19, pp. 549–552. DOI: 10.1016/s0899-9007(02)01032-8
19. 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
20. 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

Natalia V. Naumenko, Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Naumenko_natalya@mail.ru

Vladimir V. Khudyakov, master's degree student of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk

Received 7 July 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Науменко, Н.В. Способы корректировки свойств сырья и качества хлеба из пшеничной муки / Н.В. Науменко, В.В. Худяков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 3. – С. 71–79. DOI: 10.14529/food160309

FOR CITATION

Naumenko N.V., Khudyakov V.V. The Ways of Adjusting Raw Material Properties and the Quality of Bread Made of Wheat Flour. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 3, pp. 71–79. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160309
