

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ И КОМБИНИРОВАННОЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ СТЕВИОЗИДА И ФУКОИДАНА В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ

А.В. Паймулина, В.В. Худяков, Н.В. Науменко

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Статья посвящена изучению механизмов действия отдельных сырьевых компонентов на качество хлеба. Объектами исследований являлся хлеб из пшеничной муки высшего сорта: без добавления жиров с использованием для замеса теста водопроводной или активированной воды (обработанной на акустическом источнике упругих колебаний ультразвуковым приборе «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ, работающий на частоте $(22 \pm 1,65)$ кГц и выходной мощности (400 Вт), продолжительность воздействия 5 мин; обогащенные изделия с комбинированной растительной добавкой на основе стевиозида и фукоидана (с полной заменой сахара)). Определен эффект воздействия активированной воды и комбинированной растительной добавки на органолептические (внешний вид, цвет корки, состояние мякиша, вкус, комкуемость при разжевывании, крошковатость) и физико-химические (влажность, пористость, кислотность) показатели качества. Изучена активность дрожжей теста, полученного с использованием активированной воды и комбинированной растительной добавки. Полученные результаты подтверждают возможность использования активированной воды и комбинированной растительной добавки для улучшения качества свежего хлеба. Использование активированной воды способствует ускорению накопления дрожжевых клеток, интенсификации процесса тестоприготовления и более интенсивному развитию белковой матрицы теста. В результате хлеб обладает высокими потребительскими достоинствами, имеет красивый внешний вид, повышенный объем, равномерную тонкостенную пористость. При этом значение показателя «крошковатость» значительно снижается, что тоже положительно влияет на органолептические характеристики хлеба. Использование для производства хлеба различных рецептурных компонентов (фукоидан, стевиозид и фукоидан, сироп стевии и фукоидан) приводит к интенсификации тестоприготовления, что, в конечном счете, положительно сказывается на качестве готовых изделий. Все опытные образцы с добавкой имели повышенную пористость мякиша. Наблюдалось снижение показателя «крошковатость» и увеличение показателя «набухаемость».

Ключевые слова: хлеб, качество хлеба, активированная вода, комбинированная растительная добавка на основе стевиозида и фукоидана.

Важной проблемой хлебопекарного производства является стабильность качества выпускаемой продукции. Зачастую используемое сырье достаточно разнородно по своим характеристикам, что не дает возможность выпускать качественный хлеб. Еще с давних времен исследователи искали способы повысить качество производимого хлеба. Сегодня для этого широко используются во время брожения закваски на основе молочнокислых бактерий, которые производят ряд метаболитов, что имеет положительное влияние на текстуру хлеба [1, 15].

В дополнение к данному способу влияния на неотъемлемые компоненты теста существует растущая тенденция использования добавок в хлебопекарной промышленности для достижения оптимального качества с точки зрения технологических свойств теста и качества готового хлеба [19]. В качестве еще од-

ного способа повышения качества хлеба исследователи приводят использование эмульгаторов, гидроколлоидов и ферментов. При этом улучшаются реологические свойства теста и качество готового хлеба, а также стабилизируются технологические параметры [20].

Какими бы способами улучшения не пользовались исследователи (эмульгаторы, ферменты, микробиологические закваски, комплексные обогащающие добавки, воздействия на компоненты теста и др.), в конечном счете все зависит от компонентов теста, взаимодействие между ними, а также их структурной организации [14, 17]. Структура мякиша хлеба является одной из основных характеристик его качества. При этом существует прямая зависимость между структурой мякиша и внешним видом и объемом готовых изделий [21, 22], а также их структурой и текстурой [13, 18]. Таким образом, можно сде-

лать вывод о том, что, имея знания о структуре хлеба, возможно оказывать влияние на его свойства и качество.

Для производства хлеба использовалось следующее сырье:

– пшеничная мука высшего сорта производства ОАО «Комбинат хлебопродуктов им. Григоровича», г. Челябинск, Россия;

– активированная вода, полученная путем обработки на акустическом источнике упругих колебаний ультразвуковым приборе «Волна» модель УЗГА-0,4/22-ОМ, работающем на частоте $(22 \pm 1,65)$ кГц и выходной мощности (400 Вт), продолжительность воздействия 5 мин. Механизм ультразвуковой кавитации в жидких системах обусловлен образованием ударных волн, высокой температуры и давления. Физические эффекты проявляются в изменении вязкости, дисперсного состояния, а также прочности коллоидной системы, химические, как правило, взаимосвязаны с теплообменом [2, 8, 16];

– комплексная растительная добавка (КРД), состоящая из фукоидана и продуктов переработки стевии [7, 9–12]. Стевия является достаточно известным подсластителем натурального происхождения, который рекомендован для диабетического питания. Ее можно использовать для пищевых целей в различных видах – сушеные листья и отвар из них, экстракты, сиропы или стевииозид (порошок с максимальной очисткой гликозидов стевии). Фукоидан является сульфатированным гетерополисахаридом, обнаруженным в составе бурых океанических водорослей и некоторых иглокожих;

– раствор стевии, приготовленный из порошка стевииозид (0,14 % от массы муки), который заливали расчетным количеством воды с температурой 98 °С и настаивали в течение 15 минут. После настаивания раствор фильтровали, охлаждали и использовали с температурой 35 °С. Способ заваривания стевииозид позволил избавиться от нежелательного послевкусия горечи.

Главным компонентом молекул фукоиданов служат остатки сульфатированной α -L-фукозы. В состав фукоиданов обычно входят и другие моносахариды: галактоза, манноза, ксилоза, уроновые кислоты, а также ацетильные группы.

При использовании активированной воды использовали традиционную рецептуру хлеба (табл. 1).

Все исследуемые образцы готовились безопасным способом. Пробная лабораторная выпечка хлеба массой 300 г проводилась при температуре 220 °С [3–6].

Хлеб охлаждали в течение 3-х часов, упаковывали в полимерную пленку и хранили при температуре (20 ± 2) °С в течение 72 часов. Исследования проводили через 3 и 72 часа после выпечки.

Органолептические и физико-химические показатели определялись в трехкратной повторности. Достоверность экспериментальных данных оценивали методами математической статистики с помощью приложения Microsoft Excel для Windows 2007. Полученные данные приведены с доверительной вероятностью 0,95.

Таблица 1

Рецептура контрольных и исследуемых образцов

Ингредиенты, г	Хлеб	Хлеб с добавками			
		контроль	хлеб с полной заменой сахара на фукоидан	хлеб с полной заменой сахара на стевииозид и фукоидан	хлеб с полной заменой сахара на сироп стевии и фукоидан
Мука	1000	1000	1000	1000	1000
КРД, состоящая из продуктов переработки стевии и фукоидана	–	–	1	1	1
Растительное масло	–	140	140	140	140
Сахар	–	10	–	–	–
Соль	15	15	15	15	15
Дрожжи	20	20	20	20	20

Таблица 2

Органолептическая оценка контрольных и исследуемых образцов хлеба

Наименование показателя	Хлеб		Хлеб с добавками			
	контроль	хлеб с использованием активированной воды	контроль	хлеб с полной зафукоидан	хлеб с полной заменой сахара на стевиозид и фукоидан	хлеб с полной заменой сахара на сироп стевии и фукоидан
Внешний вид	Правильная форма, гладкая поверхность корки	Правильная форма, повышенного объема, гладкая ровная поверхность корки	Правильная форма, гладкая поверхность корки	Правильная форма, повышенного объема, гладкая ровная поверхность корки	Правильная форма, повышенного объема, гладкая ровная поверхность корки	Правильная форма, повышенного объема, гладкая ровная поверхность корки
Цвет корки	Светло-желтая	Светло-желтая	Светло-коричневая	Бледная	Бледная	Светло-желтая
Состояние мякиша	Равномерно белый, средней эластичности, со средней равномерной толсто-стенной пористостью, не липкий	Равномерно белый, хорошей эластичности, с мелкой равномерной тонко-стенной сформированной пористостью, не липкий	Равномерно белый, средней эластичности, со средней равномерной толсто-стенной пористостью, не липкий	Равномерно белый, средней эластичности, со средней равномерной толсто-стенной пористостью, не липкий	Равномерно белый, средней эластичности, с мелкой равномерной толсто-стенной пористостью, не липкий	Равномерно белый, хорошей эластичности, с мелкой равномерной тонко-стенной пористостью, не липкий
Вкус	Свойственный хлебу из муки высшего сорта	Свойственный хлебу из муки высшего сорта	Свойственный хлебу из муки высшего сорта	Недостаточно сладкий	Сладкий с послевкусием горечи	Свойственный хлебу из муки высшего сорта
Хруст	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Комковатость при разжевывании	Комкуется	Отсутствие комковатости	Комкуется	Отсутствие комковатости	Отсутствие комковатости	Отсутствие комковатости
Крошкость	Крошщийся	Некрошащийся	Некрошащийся	Крошщийся	Некрошащийся	Некрошащийся

Для оценки роли воды в процессах формирования качества хлеба были выпечены образцы, замес теста для которых осуществляли в первом случае на водопроводной воде (контроль), а во втором – на активированной воде.

Органолептическая оценка исследуемых образцов (табл. 2) позволяет говорить о выраженном влиянии активированной воды и комплексной растительной добавки на внешний вид, цвет корки, состояние мякиша, вкус, комкуемость при разжевывании и крошковатость.

Образцы на активированной воде отличались повышенным объемом, более развитой правильной, тонкостенной пористостью и имели высокие потребительские характеристики. 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.

Образцы на комплексной растительной добавке 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. Также можно отметить, что образцы хлеба с полной заменой сахара на фукоидан были недостаточно сладкими; образцы хлеба с полной заменой сахара на стевии и фукоидан имели сладкий вкус с послевкусием горечи; образцы хлеба с полной заменой сахара на сироп стевии и фукоидан имели свойственный сбалансированный вкус.

При определении физико-химических показателей было установлено, что после остывания хлеба до комнатной температуры (через 3 часа) исследуемые образцы имели практически одинаковые значения массовой доли влаги, но отличались значениями набухаемости и крошковатости (табл. 3).

Хлеб с активированной водой имел крошковатость на 0,7 % меньше, чем контрольный образец, а набухаемость его была выше на 0,9 мл на 1 г СВ. Различия значений показателей контрольного образца и хлеба, изготовленного на активированной воде, мог-

Таблица 3
Изменение физико-химических показателей контрольных и исследуемых образцов хлеба в процессе хранения

Исследуемые образцы	Массовая доля влаги, %	Пористость мякиша, %	Кислотность мякиша, %	Крошковатость, %	Набухаемость, мл на 1 г СВ
Хлеб					
Контроль	42,5	73,0	2,5	5,6	6,8
С использованием активированной воды	43,2	76,4	2,9	4,9	7,7
Хлеб с добавками					
Контроль	35,8	74	1,8	4,4	7,8
Хлеб с полной заменой сахара на фукоидан	34,5	83	1,7	3,7	8,7
Хлеб с полной заменой сахара на стевии и фукоидан	37,6	84	1,6	3,8	9,1
Хлеб с полной заменой сахара на сироп стевии и фукоидан	41,2	82	1,6	3,9	9,0

ли быть связаны с интенсификацией деятельности дрожжей и более интенсивно развитой белковой матрицей.

Использование активированной воды способствует ускорению накопления дрожжевых клеток, развитию белковой матрицы, более полному набуханию крахмальных зерен. В результате хлеб обладает высокими потребительскими достоинствами, имеет красивый внешний вид, повышенный объем, равномерную тонкостенную пористость. При этом значение показателя «крошковатость» значительно снижается, что тоже положительно влияет на органолептические характеристики хлеба.

Использование для производства хлеба различных рецептурных компонентов (фукоидан, стевиозид и фукоидан, сироп стевии и фукоидан) приводит к интенсификации тестоприготовления, более активному накоплению дрожжевых клеток, развитию белковой матрицы, что, в конечном счете, положительно сказывается на качестве готовых изделий. Все опытные образцы с добавкой имели повышенную пористость мякиша. Наблюдалось снижение показателя «крошковатость» и увеличение показателя «набухаемость».

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

Исследования проводились при финансовой поддержке Фонда содействия по программе «УМНИК».

Литература

1. Калинина, И.В. Исследование качества обогащенных видов хлеба в процессе хранения / И.В. Калинина, Н.В. Науменко, И.В. Фекличева // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. – 2015. – Т. 3, № 1. – С. 36–44.
2. Калинина, И.В. Применение эффектов ультразвукового кавитационного воздействия как фактора интенсификации извлечения функциональных ингредиентов // И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. – 2016. – Т. 4, № 1. – С. 64–70.
3. Науменко, Н.В. Возможности использования биотехнологий при производстве пищевых продуктов / Науменко Н.В // *Актуальная биотехнология*. – 2013. – № 2 (5). – С. 14–17.
4. Нилова, Л.П. Использование ИК-спектроскопии для изучения механизма меланоидинообразования в обогащенных хлебобулочных изделиях / Л.П. Нилова, Т.В. Пилипенко, А.А. Вытовтов, Р.А. Икрамов // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2015. – № 2. – С. 26–30.
5. Нилова, Л.П. Инновационные пищевые продукты в формировании региональных товарных систем / Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова // *Наука Красноярья*. – 2016. – № 5(38). – С. 161–174.
6. Управление потребительскими свойствами обогащенных пищевых продуктов / Л.П. Нилова, А.А. Вытовтов, Н.В. Науменко, И.В. Калинина // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент»*. – 2011. – Вып. 20. – № 41(258). – С. 185–191.
7. Подпоринова, Г.К. Изучение химического состава стевии / Г.К. Подпоринова, Н.Д. Верзилина, К.К. Полянский // *Пищевая промышленность*. – 2005. – № 7. – С. 68.
8. Потороко, И.Ю. Применимость метода лазерной дифракции в исследовании коллоидного состояния продуктов животного происхождения / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова, Л.А. Цирульниченко // *Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства*. – 2012. – № 1. – С. 186–188.
9. Репина, О.И. Химический состав промысловых бурых водорослей Белого моря / О.И. Репина, Е.А. Муравьева // *Тр. ВНИРО: Прикладная биохимия и технология гидробионтов*. – 2004. – Т. 143. – С. 93–99.
10. Ускова, Д.Г. Формирование улучшенных потребительских свойств йогуртов на основе ультразвукового воздействия и использования полисахарида фукоидана / Д.Г. Ускова, И.Ю. Потороко, Н.В. Попова // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. – 2016. – Т. 4, № 3. – С. 80–88. DOI: 10.14529/food160310
11. Усов, А.И. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки / А.И. Усов, Г.П. Смирнова, Н.Г. Клочкова // *Биоорганическая химия*. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 444–448.
12. Штригуль, В.К. Стевия – натуральный низкокалорийный заменитель сахара с лечебно-профилактическими свойствами / В.К. Штригуль, Г.К. Альхамова // *Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: мат. II всерос. научн.-практ. конф.*

– Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2009. – С. 158–159.

13. Cagno R., De Angelis M., Corsetti A., Lavermicocca P., Arnault P., Tossut P., Gallo G., Gobbetti M. Interactions between sourdough lactic acid bacteria and exogenous enzymes, effects on the microbial kinetics of acidification and dough textural properties // *Food Microbiol.* – 2003. – V. 20. P. 67–75.

14. Corsetti A., Gobbetti M., De Marco B., Balestrieri F., Paoletti F., Russi L., Rossi J. Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling // *J. Agric. Food Chem.* – 2000. – V. 48. P. 3044–3051.

15. Elke K. Arendt, Liam A.M. Ryan, Fabio Dal Bello. Impact of sourdough on the texture of bread // *Food Microbiology.* – 2007. V. 24. P. 165–174.

16. Krasulya Olga, Bogush Vladimir, Trishina Victoria, Potoroko Irina, Khmelev Sergey, Sivashanmugam Palani, Anandan Sambandam. Impact of acoustic cavitation on food emulsions // *Ultrasonics Sonochemistry.* – 2016. – V. 30. – P. 98–102.

17. McClements, D.J. Understanding and controlling the microstructure of complex foods / D.J. McClements. – Cambridge: CRC Press, 2007.

18. Pyler, E.J. Baking science and technology / E.J. Pyler. – Kansas State: Sosland, 1988. – P. 850–910.

19. Rosell C.M., Rojas J.A., de Barber B. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality // *Food Hydrocolloids.* – 2001. – V. 15. – P. 75–81.

20. Sciarini L.S., Ribotta P.D., Leon A.E., Perez G.T. Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality // *Journal of Food Engineering.* – 2012. – V. 111. – P. 590–597.

21. Semin Ozge Ozkoc, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. The effects of gums on macro and microstructure of breads baked in different ovens // *Food Hydrocolloids.* – 2009. – V. 23. – P. 2182–2189.

22. Zghal M.C., Scanlon M.G. & Sapirstein H.D. Prediction of bread crumb density by digital image analysis // *Cereal Chemistry,* 1999. – V. 76, N 5. – P. 734–742.

Паймулина Анастасия Валерияновна. Аспирант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), aaaminaaa@mail.ru

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

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

Поступила в редакцию 7 января 2017 г.

DOI: 10.14529/food170111

THE USE OF ACTIVATED WATER AND COMBINED HERBAL SUPPLEMENT ON THE BASIS OF STEVIOSIDE AND FUCOIDAN IN BREAD BAKING TECHNOLOGY

A.V. Paimulina, V.V. Khudyakov, N.V. Naumenko

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article is concerned with the study of impact that individual raw components have on bread quality. The object of research is bread made of straight white wheat flour: fat-free bread with the use of faucet or activated dough water (treated in an acoustic source of elastic vibrations, ultrasonic technological device “Volna” of UZTA-0,4/22-OM model, operating on a frequency of $(22 \pm 1,65)$ kHz and an output power of 400 watt, at exposure time of 5 mins; enriched foodstuff with combined herbal supplement on the basis of stevioside and fucoidan (with complete substitution of sugar)). The influence of activated water and combined herbal supplement on organo-

leptic (visual form, the color of crust, crumb condition, taste, clumping while chewing, friability) and physical and chemical (moisture, porosity, acidity) indicators of quality is estimated. Yeast activity of the dough obtained with the use of activated water and combined herbal supplement is studied. The obtained results prove the possibility for using activated water and combined herbal supplement in order to enhance quality of freshly baked bread. The use of activated water stimulates accumulation of yeast cells, intensification of the dough-making process, and more intense development of the dough's proteinaceous matrix. As a result, the produced bread is in high demand; it has good visual form, gained volume, even structure. At that, "friability" index is significantly decreased, which is good for the organoleptical characteristics of the bread. The use of different recipe components while producing bread (fucoidan, stevioside and fucoidan, stevia syrup and fucoidan) results in intensification of the dough-making process, which in turn positively influences finished products' quality. All tested samples with the supplement possess increased porosity of the crumb. Decrease of "friability" index and increase of "swelling" index are observed.

Keywords: bread, bread quality, activated water, combined herbal supplement on the basis of stevioside and fucoidan.

References

1. Kalinina I.V., Naumenko N.V., Feklicheva I.V. Research about Quality of Enriched Breads During Storage Period. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2015, vol. 3, no. 1, pp. 36–44. (in Russ.)
2. Kalinina I.V., Fatkullin R.I. Implementation of Effects of Ultrasonic Cavitation Influence as a Factor of Intensification of Extraction of Functional Elements. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 64–70. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160108
3. Naumenko N.V. [The Possibility of Using Biotechnology in Food Production]. *Aktual'naya biotekhnologiya* [Current Biotechnology], 2013, no. 2(5), pp. 14–17. (in Russ.)
4. Nilova L.P., Pilipenko T.V., Vytovtov A.A., Ikramov R.A. [The use of infrared spectroscopy for studying the process of melanoidins formation in enriched baked goods]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw material], 2015, no. 2, pp. 26–30. (in Russ.)
5. Nilova L.P., Malyutenkova S.M. Innovative Foodstuff in Formation of Regional Commodity Systems. *Nauka Krasnoyar'ya* [Krasnoyarsk Science], 2016, no. 5(38), pp. 161–174. DOI: 10.12731/2070-7568-2016-5-161-174(in Russ.)
6. Nilova L.P., Vytovtov A.A., Naumenko N.V., Kalinina I.V. [Consumer Properties of Fortified Foodstuff Management]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2011, no. 41(258), iss. 20, pp. 185–191. (in Russ.)
7. Podporinova G.K., Polyanskiy K.K. [Studying chemical composition of stevia]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2005, no. 7, pp. 68. (in Russ.)
8. Potoroko I.Yu., Popova N.V., Tsurul'nichenko L.A. [Applicability of laser diffraction method while studying colloidal state of foods of animal origin]. *Torgovo-ekonomicheskie problemy regional'nogo biznesa prostranstva* [Trade and economic issues of regional business space], 2012, no. 1, pp. 186–188. (in Russ.)
9. Repina O.I., Murav'eva E.A. [Chemical Composition of the Field Brown Algae of White Sea]. *Tr. VNIRO: Prikladnaya biokhimiya i tekhnologiya gidrobiontov* [Works of Russian Federation Research Institute of Fishery and Oceanography: Applied Biochemistry and Technology of Aquatic Organisms], 2004, vol. 143, pp. 93–99. (in Russ.)
10. Uskova D.G., Potoroko I.Yu., Popova N.V. The Formation of Improved Consumer Properties of Yoghurts Based on Ultrasonic Exposure and the Use of Fucoidan Polysaccharide. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 3, pp. 80–88. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160310
11. Usov A.I., Smirnova G.P., Klochkova N.G. [Polysaccharide Composition of Certain Brown Algae of Kamchatka]. *Bioorgan. khimiya* [Bioorganic Chemistry], 2001, vol. 27, no. 6, pp. 444–448. (in Russ.)

12. Shtrigul' V.K., Al'khamova G.K. [Stevia – is a natural low-caloric artificial sweetener with health-promoting properties]. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya pishchevoy promyshlennosti i obshchestvennogo pitaniya: mat. II vseros. nauchn.-prakt. konf.* [Modern condition and development perspectives of food industry and catering: Proceedings of the II All-Russia research-to-practice conference]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2009, pp. 158–159. (in Russ.)
13. Cagno R., De Angelis M., Corsetti A., Lavermicocca P., Arnault P., Tossut P., Gallo G., Gobbetti M. Interactions between sourdough lactic acid bacteria and exogenous enzymes, effects on the microbial kinetics of acidification and dough textural properties. *Food Microbiol.*, 2003, vol. 20, pp. 67–75. DOI: 10.1016/S0740-0020(02)00102-8
14. Corsetti A., Gobbetti M., De Marco B., Balestrieri F., Paoletti F., Russi L., Rossi J. Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, vol. 48, pp. 3044–3051. DOI: 10.1021/jf990853e
15. Elke K., Arendt, Liam A.M., Ryan, Fabio Dal Bello. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 2007, vol. 24, pp. 165–174. DOI: 10.1016/j.fm.2006.07.011
16. Krasulya Olga, Bogush Vladimir, Trishina Victoria, Potoroko Irina, Khmelev Sergey, Siva-shanmugam Palani, Anandan Sambandam. Impact of acoustic cavitation on food emulsions. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2016, vol. 30, pp. 98–102. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.11.013
17. McClements D.J. *Understanding and controlling the microstructure of complex foods*. Cambridge, CRC Press, 2007.
18. Pyler E. J. *Baking science and technology*. Kansas State, Sosland. 1988, pp. 850–910.
19. Rosell C.M., Rojas J.A., de Barber B. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 2001, vol. 15, pp. 75–81. DOI: 10.1016/S0268-005X(00)00054-0
20. Sciarini L.S., Ribotta P.D., Leon A.E., Perez G.T. Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 2012, vol. 111, pp. 590–597. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2012.03.011
21. Semin Ozge Ozkoc, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. The effects of gums on macro and micro-structure of breads baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 2009, vol. 23, pp. 2182–2189. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.04.003
22. Zghal M.C., Scanlon M.G., & Sapirstein H.D. Prediction of bread crumb density by digital image analysis. *Cereal Chemistry*, 1999, vol. 76, no. 5, pp. 734–742. DOI: 10.1094/CCHEM.1999.76.5.734

Anastasiya V. Paimulina. Postgraduate Student of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, aaaminaa@mail.ru

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

Natalia V. Naumenko. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Naumenko_natalya@mail.ru

Received 7 January 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Паймулина, А.В. Использование активированной воды и комбинированной растительной добавки на основе стевии и фукоидана в технологии хлебопечения / А.В. Паймулина, В.В. Худяков, Н.В. Науменко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 82–89. DOI: 10.14529/food170111

FOR CITATION

Paimulina A.V., Khudyakov V.V., Naumenko N.V. The Use of Activated Water and Combined Herbal Supplement on the Basis of Stevioside and Fucooidan in Bread Baking Technology. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 82–89. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170111