

ВЛИЯНИЕ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕСТА И КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.В. Науменко¹, Е.А. Ашмарина²

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

² Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Целью работы являлось изучение влияния сырьевых компонентов, используемых для обогащения хлеба из пшеничной муки первого сорта комплексной добавкой из чечевичной муки и порошка морской капусты. Для обогащения хлеба белком была выбрана чечевичная мука, а в качестве источника йода – порошок морской капусты. Чечевичная мука, кроме достаточного большого количества белка, содержит в своём составе витамины А, В, Е, РР, калий, железо, натрий, кальций, селен. В порошке морской капусты содержится много йода, натрий, железо, все витамины группы В, витамины Е, А, С и D, энтеросорбенты, пищевые волокна, жирные кислоты, белки. Обогащение хлеба и хлебобулочных изделий чечевичной мукой и порошком морской капусты может помочь в расширении ассортимента продуктов, направленных на борьбу с йододефицитом, заболеваниями щитовидной железы, анемией, авитаминозом. Объектами исследования стали образцы хлеба с различной концентрацией чечевичной муки и порошком морской капусты, а также контрольный образец без каких-либо добавок. Установлена зависимость между реологическими характеристиками исследуемых и контрольных образцов. Установлено, что внесение чечевичной муки делает тесто более упругим, что, может привести к ухудшению органолептических характеристик образца с чечевичной мукой относительно контрольного образца. Внесение порошка морской капусты позволяет несколько скорректировать упругоэластичные свойства теста после замеса и приблизить данные значения к исходному контрольному образцу без добавок. На основании полученных данных установлено, что использование комплексной добавки, состоящей из чечевичной муки и порошка морской капусты, является целесообразным, поскольку позволяет повысить содержание в хлебобулочных изделиях белка, йода и витаминов. Кроме того, это позволяет расширить ассортимент продуктов питания лечебно-профилактического назначения. Оптимальное количество чечевичной муки, вносимой в тесто – 10 %, порошка морской капусты – 3,6 %. Такая дозировка позволяет добиться наилучшего сочетания физико-химических и органолептических свойств. При этом отслеживание реологических характеристик теста является наиболее важным, так как позволяет выбрать оптимальное количество вносимых компонентов и стабилизировать высокое качество готовых изделий.

Ключевые слова: хлеб, обогащение хлеба, чечевичная мука, морская капуста, пищевые ингредиенты, реологические характеристики хлеба.

Изучению реологических характеристик теста и хлеба посвящено большое количество работ [9, 10, 13–18]. Данные исследования чрезвычайно важны, так как реологические характеристики теста влияют на его обрабатываемость и качество готовых изделий. Исследование реологических характеристик теста с использованием вносимых дополнительных компонентов имеет большое значение для формирования методики тестоприготовления, последующей его обработки, а также качества готовых изделий.

Одним из перспективных направлений хлебопекарной отрасли пищевой промышленности является обогащение хлеба добавками растительного, животного, микробиологического происхождения, а также препаратами биологически активных веществ. В рамках данной статьи рассматриваются обогащающие добавки растительного происхождения.

Традиционно хлеб и хлебобулочные изделия обогащаются белком, витаминами группы В и различными микроэлементами (йод, кальций, железо). К продуктам – источникам вы-

специализированных веществ относятся мука из зерновых, бобовых, масличных и прочих культур, растительное сырьё разнообразного происхождения. Обогащением хлеба добавками растительного происхождения занимались и занимаются многие исследователи [2–4].

Для обогащения хлеба белком была выбрана чечевичная мука, а в качестве источника йода – порошок морской капусты (ламинарии). Чечевичная мука, кроме достаточно большого количества белка, содержит в своём составе витамины А, В, Е, РР, калий, железо, натрий, кальций, селен [6, 7]. В порошке морской капусты содержится много йода, натрий, железо, все витамины группы В, витамины Е, А, С и D, энтеросорбенты, пищевые волокна, жирные кислоты, белки. Обогащение хлеба чечевичной мукой и порошком морской капусты может помочь в расширении ассортимента продуктов, направленных на борьбу с йододефицитом, заболеваниями щитовидной железы, анемией, авитаминозом. Содержание белка и йода в образцах было рассчитано, исходя из заявленного производителем содержания этих веществ в обогащающих добавках. По совокупности органолептических и физико-химических свойств, а также содержания в образцах белка и йода был выбран образец с оптимальной концентрацией обогащающих добавок [2–8, 19].

Объекты и методы исследований

Сырьё для производства хлеба:

– пшеничная мука 1 сорта производства ООО «Объединение «Союзпищепром», г. Челябинск, Россия;

– чечевичная мука (24,1 г белка) производства ООО «Образ Жизни», г. Барнаул, Россия;

– порошок морской капусты (ламинарии) производства ООО РПК «Тандем», г. Владивосток, Россия.

За основу была взята рецептура хлеба из пшеничной муки первого сорта.

Все исследуемые образцы готовились безопасным способом. Пробная лабораторная выпечка хлеба массой 500 г проводилась при температуре 200 °С.

На основании полученных экспериментальных результатов для обогащения был выбран образец с 10 % чечевичной муки. По содержанию белка он превосходил контрольный образец, по своим физико-химическим свойствам несколько уступает ему. Решающим фактором явилась органолептическая оценка

качества, поскольку хлеб не должен иметь ярко выраженного привкуса бобовых культур, слишком тёмный мякиш. Именно поэтому был выбран образец с добавкой 10 % чечевичной муки. Также количество вносимой чечевичной муки было выбрано на основании патентной разработки [11, 12] и суточной потребности в белке.

В дальнейшем этот образец считался контрольным, также были исследованы три изделия с 10 % чечевичной муки и различной концентрацией порошка морской капусты: 3,2; 3,6 и 4 % к массе пшеничной муки. Количество порошка морской капусты вносили, исходя из суточной потребности человека в йоде.

Определение реологических характеристик пшеничного теста после замеса осуществляли на приборе Структурометр СТ-2 путем математической обработки экспоненциальной кривой релаксации механических напряжений, возникающих на цилиндрическом инденторе при его внедрении в тесто при следующем режиме нагружения (рис. 1):

- усилие касания ($F_k = 5$ г);
- скорость деформации ($V_d = 1$ мм/с);
- глубина внедрения индентора в пробу теста ($h_v = 5$ мм);
- продолжительность стабилизации глубины внедрения ($t_{ст} = 120$ с).

Реологические характеристики пшеничного теста после замеса (отношение пластической деформации к общей деформации) рассчитывали с помощью математической модели, описывающей релаксацию механических напряжений [1, 5]:

$$\sigma/\sigma_{\max} = K_1 \cdot \exp(-\lambda_1 \tau) + K_2 \cdot \exp(-\lambda_2 \tau) + K_3, \quad (1)$$

причем

$$K_1 + K_2 + K_3 = 1,$$

где K_1 – доля быстрой релаксации напряжений; K_2 – доля длительной релаксации напряжений; K_3 – доля остаточного напряжения; λ_1, λ_2 – скорость мгновенной и длительной релаксации механических напряжений, с^{-1} ; τ – текущее время, с.

Состояние свежести контролировали по изменению органолептических (внешний вид, цвет корки, состояние мякиша, вкус, пористость, с использованием 100-балльной шкалы) и физико-химических показателей (массовая доля влаги, набухаемость, крошковатость).

Массовую долю влаги определяли высушиванием навески изделий при температуре 130 °С в течение 40 минут; набухаемость мякиша (мл 1 г сухого вещества (СВ)) определяли

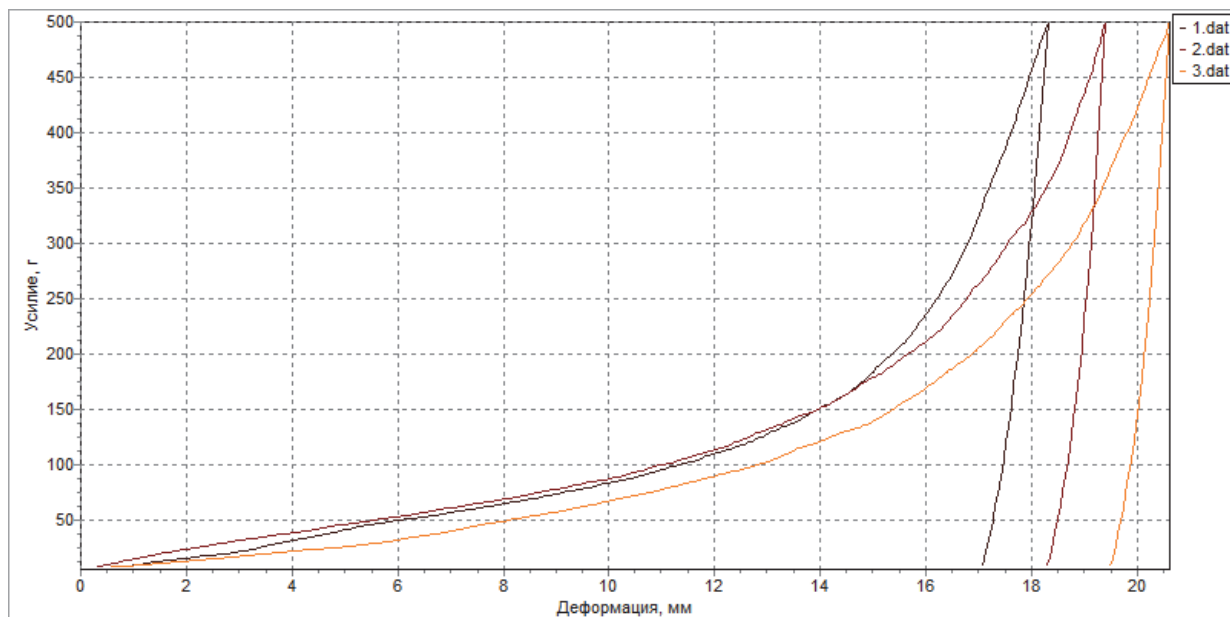


Рис. 1. Характерный вид зависимости деформации теста после замеса от приложенного усилия

ли по количеству воды, поглощаемой мякишем хлебобулочных изделий за 5 минут; крошковатость (%), по количеству крошки, образованной за 15 минут при встряхивании навески мякиша при скорости 190–250 оборотов/мин.

Структурные изменения мякиша готовых изделий (общая деформация (Нобщ, мм), упругая деформация (Нупр, мм) и пластичная деформация (Нпл, мм)) определяли на приборе Структурометр СТ-2. За один из реологических критериев, с помощью которого можно оценивать реологическое поведение пшеничного теста, было принято отношение пластической деформации к общей деформации (Δh).

Результаты и их обсуждение

Внесение любых дополнительных ингредиентов при приготовлении теста может значительно повлиять на его реологические характеристики и на качество готовых изделий, поэтому данные показатели необходимо контролировать. При этом было отмечено как положительное, так и отрицательное влияние внесения обогащающих компонентов (табл. 1).

На основании полученных данных установлена зависимость между реологическими характеристиками исследуемых и контрольных образцов. Анализ полученных результатов показал, что образцы хлебопекарного пшеничного теста можно охарактеризовать как неньютоновские упругопластичные мас-

сы, у которых в области малых скоростей преобладают упруговязкие, а в области больших скоростей – упругопластичные свойства после замеса. При этом внесение чечевичной муки делает тесто более упругим, за счет чего ухудшаются показатели газообразующей и газоудерживающей способности и, как следствие, развития правильной и равномерной пористости, что, в свою очередь может привести к ухудшению органолептических характеристик образца с чечевичной мукой относительно контрольного образца. Внесение порошка морской капусты позволяет несколько скорректировать упругопластичные свойства теста после замеса и приблизить данные значения к исходному контрольному образцу без добавок.

В дальнейшем в качестве контрольного образца использовался образец с 10 % чечевичной муки без внесения порошка морской капусты. Результаты органолептической оценки представлены на рис. 2.

Результаты определения физико-химических показателей представлены в табл. 2.

На основании проведенных исследований в качестве лучшего образца был установлен образец с дозировкой порошка морской капусты в количестве 3,6 %. Его органолептические характеристики (пористость, состояние мякиша, цвет корки и форма) имели наиболее высокие потребительские характеристики, что было подтверждено физико-химическими исследованиями.

Таблица 1

Реологические характеристики теста после замеса

Наименование образца	Значение показателя			
	Доля быстрой релаксации напряжения, K_1	Доля медленной релаксации напряжения, K_2	Доля остаточного напряжения, K_3	Отношение пластической деформации к общей деформации, Δh
Контроль (без добавления чечевичной муки)	0,57 ± 0,1	0,25 ± 0,1	0,18 ± 0,1	0,71 ± 0,1
Контроль (с 10 % чечевичной муки)	0,53 ± 0,1	0,27 ± 0,1	0,19 ± 0,1	0,61 ± 0,2
Образец 1 (3,2 % порошка морской капусты)	0,54 ± 0,1	0,26 ± 0,1	0,19 ± 0,1	0,65 ± 0,2
Образец 1 (3,6 % порошка морской капусты)	0,55 ± 0,1	0,25 ± 0,1	0,18 ± 0,1	0,69 ± 0,2
Образец 1 (4,0 % порошка морской капусты)	0,58 ± 0,1	0,25 ± 0,1	0,18 ± 0,1	0,71 ± 0,2

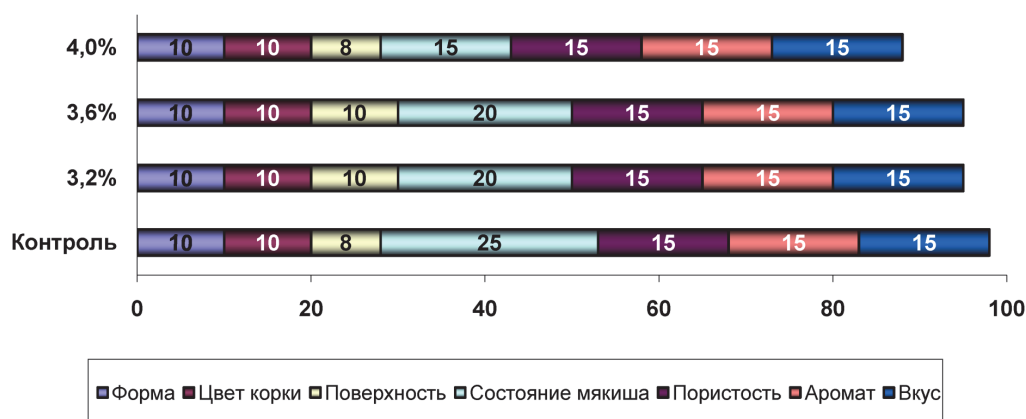


Рис. 2. Органолептическая оценка качества контрольного образца (10 % чечевичной муки) и образцов с различной концентрацией порошка морской капусты по 100-балльной системе

Таблица 2

Физико-химическая оценка качества контрольного образца (10 % чечевичной муки) и образцов с различной концентрацией порошка морской капусты

Показатели качества	Наименование образца			
	Контроль	3,2 %	3,6 %	4 %
Влажность, %	40 ± 0,1	42,1 ± 0,1	39,3 ± 0,1	40,92 ± 0,2
Кислотность, град	2,5 ± 0,1	2 ± 0,1	2,1 ± 0,1	1,6 ± 0,1
Пористость, %	56,6 ± 0,2	63,4 ± 0,3	65,6 ± 0,2	63 ± 0,2

Суточная потребность человека в йоде составляет в среднем 150–200 мкг. Содержание йода в морской капусте колеблется на уровне 1500 мкг на 100 грамм продукта, результаты определения данного показателя представлены в табл. 3.

Содержание йода в этом образце позволяет покрыть суточную потребность в этом микроэлементе на 43,3 %, что позволяет говорить об обогащении хлеба йодом. Как и в случае с чечевичной мукой, решающими являются органолептические показатели качества. Хлеб

Таблица 3
Содержание йода в контрольном образце (10 % чечевичной муки) и в образцах с различной концентрацией порошка морской капусты

Содержание йода, мкг	Наименование образца			
	Контроль	3,2 %	3,6 %	4 %
	11	59	65	71

с 4 % порошка морской капусты имеет сильно выраженный вкус и запах водорослей, что может смущать некоторых потребителей.

Таким образом, образец, содержащий 3,6 % порошка морской капусты, является оптимальным вариантом хлеба, обогащенного комплексной добавкой из чечевичной муки и порошка морской капусты. Такой хлеб может применяться для профилактики йододефицита.

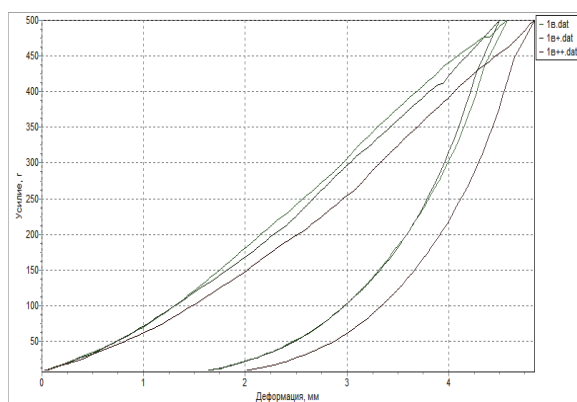
Структурные изменения мякиша готовых изделий также позволяют говорить о незначительном влиянии вносимых сырьевых компонентов на реологические характеристики готовых изделий. Все кривые (рис. 3) носили аналогичный характер, результаты измерений представлены в табл. 4.

Использование комплексной обогащаю-

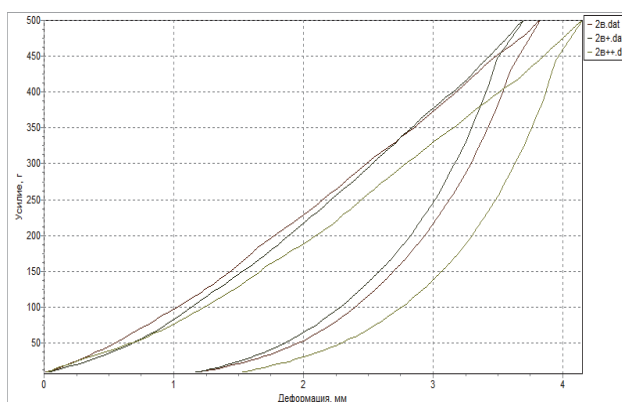
щей добавки, состоящей из чечевичной муки и порошка морской капусты, является целесообразным, поскольку позволяет повысить содержание в хлебобулочных изделиях белка, йода и витаминов. Кроме того, это способствует расширению ассортимента продуктов питания лечебно-профилактического назначения. Оптимальное количество чечевичной муки, вносимой в тесто, 10 %, порошка морской капусты – 3,6 %. Такая дозировка позволяет добиться наилучшего сочетания физико-химических и органолептических свойств. При этом отслеживание реологических характеристик теста является наиболее важным, так как позволяет выбрать оптимальное количество вносимых компонентов и стабилизировать высокое качество готовых изделий.

Литература

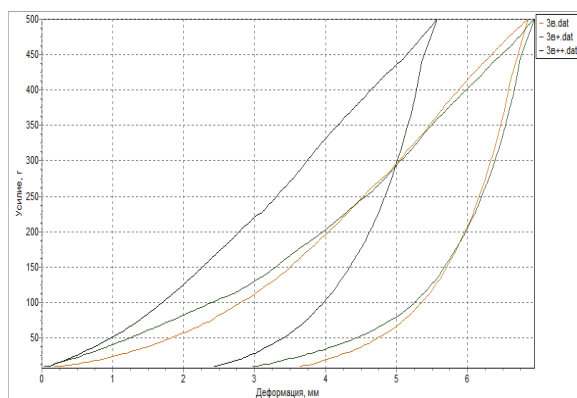
1. Болтенко, Ю.А. *Определение реологических свойств мякиша хлебобулочных изделий* / Болтенко Ю. // *Хлебобулочные продукты*. – 2008. – № 12. – С. 58–59.
2. Киреева, Т.В. *Натуральные добавки в технологии хлеба* / Т.В. Киреева, Н.Н. Гатько // *Известия высших учебных заведений. Пи-*



а)



б)



в)

Рис. 3. Динамика изменения упругости в образцах с предварительным внесением чечевичной муки в количестве 10 % и с различной концентрацией порошка морской капусты: а) 3,2 %; б) 3,6 %; в) 4 %

Таблица 4

Динамика изменения упругости образцов с добавкой из порошка морской капусты с предварительным внесением чечевичной муки в количестве 10 %

Содержание добавки	Общая деформация, Нобш, мм	Пластичная деформация, Нпл, мм	Упругая деформация, Нупр, мм	Отношение пластической деформации к общей деформации, Δh
Контроль	3,989 ± 0,2	1,319 ± 0,2	2,870 ± 0,2	0,331
3,2 %	4,641 ± 0,1	1,700 ± 0,1	2,941 ± 0,1	0,366
3,6 %	3,889 ± 0,2	1,419 ± 0,2	2,670 ± 0,1	0,365
4 %	6,461 ± 0,1	2,902 ± 0,1	3,559 ± 0,2	0,449

щевая технология. – 2008. – № 4. – С. 59–61.

3. 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.

4. Нилова, Л.П. Прогноз развития рынка обогащенных хлебобулочных изделий / Л.П. Нилова, К.Ю. Маркова, С.А. Чунин и др. // Товаровед продовольственных товаров. – 2011. – № 5. – С. 25–30.

5. Перепёлкина, Я.Ю. Влияние реологических характеристик пшеничного теста после замеса на качество готового хлеба / Я.Ю. Перепёлкина, Ю.А. Болтенко // Научные исследования: от теории к практике: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 31 дек. 2015 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс». – 2015. – № 5 (6). – С. 152–154.

6. Потороко, И.Ю. Государственная политика России в области продовольственной безопасности и безопасности пищевых продуктов. Современное состояние вопроса / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2009. – № 21 (154). – С. 92–98.

7. Самченко, О.Н. Разработка и оценка потребительских свойств продуктов питания с использованием йодсодержащего растительного сырья: автореферат дис. ... канд. техн. наук / О.Н. Самченко. – Владивосток, 2007. – 188 с.

8. Цыганова, Т.Б. Новая технология производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности / Т.Б. Цыганова, В.П. Ангелюк, В.А. Буховец // Хлебопечение России. – 2011. – № 5. – С. 28–30.

9. Ahmed, M.S.H., Kanzal, M.O., & Fadhl, G.A. Study the Storage Temperature & Periods on Rheological Properties of Wheat Flour // American Journal of Food Science and Technology. – 2016. – V. 4(5). – P. 135–140.

10. Correa, M.J., Añón, M.C., Perez, G.T., & Ferrero, C. Effect of modified celluloses on dough rheology and microstructure // Food Research International. – 2010. – V. 43. – P. 780–787. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.11.016

11. <http://www.freepatent.ru> 2142232 Способ производства хлеба «Белгородский» с морской капустой / Е.П. Суханов, В.Д. Верещак, В.В. Письменный, Б.Н. Троицкий, А.И. Черкашин, 5.01.1999

12. <http://www.freepatent.ru> 2519859 Способ производства хлеба чечевичного / Ф.А. Бисчокова, М.А. Дугужев, Б.Х. Губашиев, Ж.М. Кунашева, М.Х. Кодзокова, Т.Х. Карданов, 8.10.2012

13. Krasulya, O. Impact of acoustic cavitation on food emulsions / O. Krasulya, V. Bogush, V. Trishina, I. Potoroko, S. Khmelev, P. Sivashanmugam, S. Anandan // Ultrasonics Sonochemistry. – 2016. – V. 30. – P. 98–102. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.11.013

14. Naumenko, N.V. Sonochemistry Effects Influence on the Adjustments of Raw Materials and Finished Goods Properties in Food Production / N.V. Naumenko, I.V. Kalinina // International Conference on Industrial Engineering. – 2016. – V. 870. – P. 691–696. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.870.691

15. Olga Amaral, Catarina S., Guerreiro Ana, Gomes Marilia Cravo. Resistant starch production in wheat bread: effect of ingredients, baking conditions and storage // Eur Food Res Technol. – 2016. – V. 242. – P. 1747–1753. DOI: 10.1007/s00217-016-2674-4

16. Ribotta P.D., Ausar S.F., Beltramo D.M., & Leon A.E. Interactions of hydrocolloids and sonicated-gluten proteins // *Food Hydrocolloids*. – 2005. – V. 19. – P. 93–99. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2004.04.018

17. 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. DOI: 10.1016/S0268-005X(00)00054-0

18. 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. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2012.03.011

19. Tsurulnichenko L.A. Increasing the level of hydration of biopolymers in meat processing systems based on the use of acoustically activated brines / L.A. Tsurulnichenko, I.Yu. Potoroko, O.N. Krasulya, I. Gudina // *Agronomy Research*. – 2017. – V. 15, № S2. – С. 1419–1425.

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

Ашмарина Екатерина Алексеевна, студентка кафедры «Физические методы и приборы контроля качества» по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург).

Поступила в редакцию 14 декабря 2017 г.

DOI: 10.14529/food180107

INFLUENCE OF RAW COMPONENTS ON RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DOUGH AND QUALITY OF BAKERY PRODUCTS

N.V. Naumenko¹, E.A. Ashmarina²

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation

The objective of the study is the analysis of the influence of raw materials used for the enrichment of bread from fancy white wheat flour with a complex additive made of lentil flour and laminaria powder. To enrich the bread with protein lentil flour has been chosen and as a source of iodine laminaria powder has been selected. Lentil flour in addition to a sufficiently large amount of protein contains vitamins A, B, E, PP, potassium, iron, sodium, calcium, selenium in its composition. The powder of laminaria contains a lot of iodine, sodium, iron, all vitamins of group B, vitamins E, A, C, and D, enterosorbents, dietary fibers, fatty acids, proteins. Enriching the bread and bakery products with lentil flour and laminaria powder can help in expanding the range of products aimed at combating iodine deficiency, thyroid diseases, anemia and beri-beri. The objects of the study are samples of bread with different concentration of lentil flour and laminaria powder, as well as a control sample without any additives. A relationship between rheological characteristics of the studied and control samples has been established. It is noted that the application of lentil flour makes the dough more elastic, which can lead to a deterioration in organoleptic characteristics of the sample with lentil flour relative to the control sample. The introduction of laminaria powder makes it possible to slightly adjust the elastoplastic properties of the dough after kneading and to approximate these values to the original control sample without additives. Based on the data obtained it is found that the use of a complex additive consisting of lentil flour and laminaria powder is expedient, since it helps to increase the content of protein, iodine and vitamins in bakery products. In addition, it helps to expand the range of food products for medical and

preventive purposes. The optimum amount of lentil flour introduced into the dough is 10 %, laminaria powder is 3.6 %. This dosage allows us to achieve the best combination of physical chemical and organoleptic properties. In this case, observing the rheological characteristics of the dough is more important, because it helps to select the optimal number of components to be introduced and stabilize the high quality of the finished products.

Keywords: bread, bread enrichment, lentil flour, laminaria powder, food ingredients, rheological characteristics of bread.

References

1. Boltenko Yu.A. [Determination of rheological properties of the crumb of bakery products]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2008, no. 12, pp. 58–59. (in Russ.)
2. Kireeva T.V., Gat'ko N.N. [Natural additives in bread technology]. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [News of Higher educational Institutions. Food technology], 2008, no. 4, pp. 59–61. (in Russ.)
3. Nilova L.P., Malyutenkova S.M. Innovative foodstuff in formation of regional commodity systems. *Nauka Krasnoyars'ya* [Siberian Journal of Economics and Management], 2016, no. 5(28), pp. 161–174. (in Russ.)
4. Nilova L.P., Markova K.Yu., Chudin S.A., Kalinina I.V., Naumenko N.V. [Forecast of the development of the market for fortified bakery products]. *Tovarovod prodovol'stvennykh tovarov* [Food commodity expert], 2011, no. 5, pp. 25–30. (in Russ.)
5. Perepelkina Ya.Yu., Boltenko Yu.A. [Effect of the rheological properties of wheat flour after mixing on the quality of the finished bread]. *Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike: materialy VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Research: From Theory to Practice: Proceedings of the 4th International Science and Research Conference]. Cheboksary, 2015, no. 5 (6), pp. 152–154. (in Russ.)
6. Potoroko I.Yu., Popova N.V. State policy of Russia in the field of food safety and safety of foodstuff. Modern condition of the question. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2009, no. 21 (154), pp. 92–98. (in Russ.)
7. Samchenko O.N. *Razrabotka i otsenka potrebitel'skikh svoystv produktov pitaniya s ispol'zovaniem yodsoderzhashchego rastitel'nogo syr'ya* [Development and estimation of consumer properties of food with the use of iodine-containing vegetable raw materials]. The author's abstract, thesis C. Sc. (Engineering). Vladivostok, 2007. 188 p.
8. Tsyganova T.B., Angelyuk V.P., Bukhovets V.A. [New technology for the production of bakery products of high nutrition value]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking of Russia], 2011, no. 5, pp. 28–30. (in Russ.)
9. Ahmed M.S.H., Kanzal M.O., & Fadhl G.A. Study the Storage Temperature & Periods on Rheological Properties of Wheat Flour. *American Journal of Food Science and Technology*, 2016, vol. 4(5), pp. 135–140.
10. Correa M.J., Añón M.C., Perez G.T., & Ferrero C. Effect of modified celluloses on dough rheology and microstructure. *Food Research International*, 2010, vol. 43, pp. 780–787. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.11.016
11. <http://www.freepatent.ru/2142232> *Sposob proizvodstva khleba «Belgorodskiy» s morskoy kapustoy* / E.P. Sukhanov, V.D. Vereshchak, V.V. Pis'menny, B.N. Troitskiy, A.I. Cherkashin, 5.01.1999.
12. <http://www.freepatent.ru/2519859> *Sposob proizvodstva khleba chechevichnogo* / F.A. Bischokova, M.A. Duguzhev, B.Kh. Gubashiev, Zh.M. Kunasheva, M.Kh. Kodzokova, T.Kh. Kardanov, 8.10.2012.
13. Krasulya O., Bogush V., Trishina V., Potoroko I., Khmelev S., Sivashanmugam P., Anandan S. Impact of acoustic cavitation on food emulsions. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2016, vol. 30, pp. 98–102. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.11.013
14. Naumenko N.V., Kalinina I.V. Sonochemistry Effects Influence on the Adjustments of Raw Materials and Finished Goods Properties in Food Production. *International Conference on Industrial Engineering*, 2016, vol. 870, pp. 691–696. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.870.691

15. Olga Amaral, Catarina S., Guerreiro Ana, Gomes Marilia Cravo. Resistant starch production in wheat bread: effect of ingredients, baking conditions and storage. *Eur Food Res Technol.*, 2016, vol. 242, pp. 1747–1753. DOI: 10.1007/s00217-016-2674-4

16. Ribotta P.D., Ausar S.F., Beltramo D.M., & Leon A.E. Interactions of hydrocolloids and sonicated-gluten proteins. *Food Hydrocolloids*, 2005, vol. 19, pp. 93–99. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2004.04.018

17. 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

18. 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

19. Tsirulnichenko L.A., Potoroko I.Yu., Krasulya O.N., Gudina I. Increasing the level of hydration of biopolymers in meat processing systems based on the use of acoustically activated brines. *Agronomy Research*, 2017, vol. 15, no. S2, pp. 1419–1425.

Natalia V. Naumenko, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk), naumenkonv@susu.ru

Ekaterina A. Ashmarina, Student of the Department of Physical Methods and Tools of Quality Control, field 27.03.01. Standardization and Metrology, Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg.

Received December 14, 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Науменко, Н.В. Влияние сырьевых компонентов на реологические характеристики теста и качество хлебобулочных изделий / Н.В. Науменко, Е.А. Ашмарина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2018. – Т. 6, № 1. – С. 60–68. DOI: 10.14529/food180107

FOR CITATION

Naumenko N.V., Ashmarina E.A. Influence of Raw Components on Rheological Characteristics of Dough and Quality of Bakery Products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 60–68. (in Russ.) DOI: 10.14529/food180107