

Профессор Г.О. Магомедов, доцент С.И. Лукина,
докторант М.К. Садыгова, студент А.А. Вавилова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств. тел. (473) 255-38-51

Professor G.O. Magomedov, assistant Professor S.I. Lukina,
doctoral M.K. Sadygova, student A.A. Vavilova
(Voronezh state university of engineering technology) Department of technology of bakery,
confectionery, pasta and grain industries. phone (473) 255-38-51

Влияние рецептурных компонентов на показатели качества сбивного теста и хлеба из муки цельносмолотых семян нута

The influence of recipe components on quality parameters of aerated dough and wholegrain bread from chickpea seeds

Реферат. В статье представлены результаты исследования по влиянию соли поваренной пищевой, яблочного сока и кислоты лимонной на показатели качества сбивного теста и хлеба, приготовленного механическим способом разрыхления. Для приготовления теста использована мука из цельносмолотых семян нута. Дозировка соли взята в интервале от 1 до 3 %, яблочного сока – от 5 до 25 %, кислоты лимонной – от 0,05 до 0,2 % к массе муки. Выявлен механизм действия рецептурных компонентов на протекание процесса пенообразования при сбивании полуфабрикатов из нутовой муки. Увеличение их дозировки приводит к повышению активной кислотности теста и приближает рН белка к изоэлектрической точке. Это способствует повышению пенообразующей способности белковых веществ в процессе сбивания полуфабрикатов. Установлено, что максимальная пенообразующая способность полуфабрикатов достигается при рН 5,5. При этом наблюдается уменьшение объемной массы теста и увеличение удельного объема выпеченного изделия. Рекомендовано рациональное содержание компонентов в рецептуре хлеба: соли поваренной пищевой – 1,5 %, яблочного сока – 5,0 % и кислоты лимонной – 0,1 % к массе муки. Полученные данные положены в основу разработки технологии сбивного хлеба «Атрей» повышенной пищевой и биологической ценности. Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека 100 г изделия составляет, %: в белке – 17, пищевых волокнах – 39, магнии – 21, фосфоре – 28, железе – 30, калии, тиамине и рибофлавине – 18. Изделие рекомендовано для массового потребления с целью обогащения пищевого рациона белком, пищевыми волокнами, минеральными веществами и витаминами.

Summary. The article presents the results of studying the effect of using table salt, apple juice and citric acid on quality parameters of aerated dough and bread prepared by mechanical leavening. The wholegrain flour from chickpea seeds has been used to prepare dough. The amount of salt is in the range from 1 to 3 %, apple juice - from 5 to 25%, citric acid - 0.05 to 0.2 % over the weight of the flour. The working mechanism of recipe components on the process of foaming while kneading of the semi-finished products of chickpea flour has been identified. The increase of their amount leads to increase of active acidity of the test and brings the protein pH to isoelectric point. Thus increasing the foaming capacity of the albuminous substances while kneading the semis. It has been founded that the maximum foaming capacity of the semis is achieved at pH 5.5. At the same time a decrease in the bulk density of the dough and the increase in specific volume of the baked product. In this case, the samples are characterized by lower bulk density (0.32 g / cm³), and maximum specific volume of finished product (365 cm³ / 100 g). The reasonable amount of components in the bread recipe: table salt - 1.5 %, apple juice - 5.0 %, citric acid - 0.1 % over weight of flour has been recommended. The data obtained form the basis for the development of technology of aerated bread "Atreus" with higher nutritional and biological value. The degree of satisfaction of adult daily need of 100 g of the product is, %: protein - 17, dietary fiber - 39, magnesium - 21, phosphorus - 28, iron - 30, potassium, thiamine and riboflavin - 18. The product is recommended for mass consumption in order to enrich dietary intake with protein, dietary fiber, minerals and vitamins.

Ключевые слова: мука из цельносмолотых семян нута, сбивное тесто, хлеб, показатели качества

Keywords: wholegrain flour from chickpea seeds, aerated dough, bread, quality characteristics

В рамках приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания населения основной задачей хлебопекарной промышленности сегодня является создание инновационных и ресурсосберегающих технологий пищевых продуктов функционального назначения. Выпуск новых изделий должен быть ориентирован на

предотвращение развития целого ряда заболеваний, связанных с питанием. Актуальными являются исследования, направленные на получение и использование продуктов переработки зерновых и зернобобовых культур в технологии хлебобулочных изделий [3-6].

© Магомедов Г.О., Лукина С.И.,
Садыгова М.К., Вавилова А.А., 2015

Мука из цельносмолотых семян нута, полученная дезинтеграционно-волновым способом измельчения, характеризуется повышенной пищевой ценностью по содержанию полноценного растительного белка, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов [1]. Нами доказана целесообразность ее применения в технологии сбивных хлебобулочных изделий, способ производства которых основан на механическом способе разрыхления теста при подаче избыточного давления воздуха [2]. Для улучшения качества хлеба из муки цельносмолотых семян нута необходимо дополнительное внесение рецептурных ингредиентов, оказывающих влияние на формирование структуры полуфабрикатов, вкуса и запаха выпеченных изделий.

Целью работы явилось исследование влияния соли поваренной пищевой и кислото-содержащих веществ на показатели качества

сбивного теста и хлеба из муки цельносмолотых семян нута.

Получение опытных образцов осуществляли на экспериментальной сбивальной установке механическим способом разрыхления смеси рецептурных компонентов под давлением сжатого воздуха $0,50 \pm 0,02$ МПа [2]. В полуфабрикатах после сбивания определяли активную кислотность и объемную массу. Выпеченные изделия анализировали по органолептическим показателям и удельному объему.

Исследовали влияние дозировки соли поваренной пищевой от 1 до 3 % к массе муки на свойства теста, приготовленного влажностью 50 % из муки цельносмолотых семян нута и воды питьевой. Результаты исследования показателей качества сбивных полуфабрикатов и выпеченных изделий с внесением различных дозировок соли приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние дозировки соли поваренной пищевой на показатели качества теста и изделий

Наименование показателей	Значение показателей при дозировке соли поваренной пищевой, % к массе муки				
	0	1,0	1,5	2,0	3,0
Активная кислотность теста, ед. рН	6,10	5,97	5,88	5,80	5,70
Объемная масса теста, г/см ³	0,42	0,40	0,39	0,38	0,35
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	288	300	306	312	325

Известно, что поваренная соль оказывает влияние на способность к набуханию и на растворимость составных частей муки. Гидратационная способность глиадиновой и глобулиновой фракции снижается, растворимость альбуминов и глобулинов увеличивается с ростом концентрации добавляемого электролита. Механизм электролитической диссоциации NaCl при растворении поваренной соли в воде состоит в последовательном отщеплении ионов натрия и хлора полярными молекулами воды. Вслед за переходом ионов Na⁺ и Cl⁻ из кристалла в раствор происходит образование гидратов этих ионов, которые прочно связываются в образующихся сольватных оболочках белка и тем самым препятствуют электростатическому взаимодействию боковых групп белка между собой.

Установлено, что объемная масса теста с внесением соли поваренной пищевой до 3 % к массе муки снижалась на 5-17 %. Увеличение дозировки соли приводило к смещению рН теста в кислую область. Это способствовало повышению пенообразующей способности белковых веществ при сбивании полуфабрикатов. Видимо, это связано с наибольшим приближением рН белка к изоэлектрической точке. В ней белки имеют нейтральный заряд, равный нулю, при этом частицы не способны отталкиваться за

счет электростатических взаимодействий с молекулами растворителя. В таком состоянии белки имеют наименьшую вязкость и наибольшую пенообразующую способность. Изоэлектрическая точка для водорастворимых белков достигается при рН 5,1-5,5 [4].

В ходе эксперимента установлено, что в сбивных полуфабрикатах на основе муки из цельносмолотых семян нута активная кислотность не достигала рекомендованных значений, а лишь приближалась к ним.

Данные, полученные при сбивании полуфабрикатов, подтверждались значениями по удельному объему выпеченного хлеба, который увеличился на 4-13 % при внесении соли в дозировке до 3 % к массе муки. Однако по органолептическим показателям образцы с внесением соли более 2 % характеризовались выраженным соленым привкусом. Таким образом, на основании проведенных исследований рекомендуемая дозировка соли в рецептуре хлеба составила – 1,5 % к массе муки.

Для достижения изоэлектрической точки и подавления избыточной ионизации кислотных групп в сбивной полуфабрикат добавляли кислотосодержащих вещества. В данном случае перспективно применение концентрированного яблочного сока и лимонной кислоты.

Концентрированный яблочный сок содержит до 30 % сухих веществ, в состав которых входят витамины, макро- и микроэлементы, аминокислоты, пектиновые вещества, органические кислоты. Из последних присутствуют яблочная, лимонная, винная, хлорогеновая и урсоловая; из летучих жирных кислот – уксусная, пропионовая, изомасляная и валеиановая. Органические кислоты в сочетании с сахарами и дубильными веществами придают соку специфический сладко-кислый вкус.

Исследовали влияние дозировки яблочного сока от 5 до 30 % к массе муки на показатели качества сбивного теста, приготовленного с внесением 1,5 % соли поваренной пищевой. Выявлено (таблица 2), что применение яблочного со-

ка до 25 % в сбивном полуфабрикате способствовало значительному смещению значений pH в область кислой среды. Причем наиболее благоприятные условия для протекания процесса пенообразования были созданы при внесении сока в дозировках 15 и 20 %, при которых значения pH приближались к оптимальным, наблюдалось снижение объемной массы полуфабриката на 5 и 21 % и увеличение удельного объема хлеба на 6 и 19 % соответственно. Добавление яблочного сока оказывало положительное влияние на органолептические показатели качества выпеченного изделия, улучшая его вкус и аромат. Однако с содержанием сока более 15 % хлебо-булочные изделия характеризовались выраженным кисловатым яблочным привкусом.

Таблица 2

Влияние дозировки сока яблочного концентрированного на показатели качества теста и изделий

Наименование показателей	Значение показателей при дозировке сока яблочного концентрированного, % к массе муки					
	0	5	10	15	20	25
Активная кислотность теста, ед. pH	5,88	5,74	5,58	5,39	5,22	5,13
Объемная масса теста, г/см ³	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,31
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	306	325	338	350	364	366

Дальнейшие исследования были направлены на изучение совместного использования яблочного сока и лимонной кислоты. Тесто готовили с внесением 5 % яблочного сока и 0,05-0,20 % лимонной кислоты.

Добавление лимонной кислоты в тесто, как и яблочного сока, сопровождается увеличением положительно заряженных молекул вследствие подавления диссоциации карбоксильных (-COOH) групп, создающих отрицательный заряд. Полученные данные (таблица 3) позволяют утверждать, что при дополнительном внесении кислоты в дозировке 0,1 % было достигнуто со-

стояние водорастворимых белков, соответствующее изoeлектрической точке.

Установлено, что наибольшая пенообразующая способность полуфабриката при совместном применении кислотосодержащих веществ достигалась при pH 5,5.

В результате проведенных исследований было выявлено рациональное содержание рецептурных компонентов для наилучшего протекания процесса пенообразования в сбивных полуфабрикатах на основе муки из цельнозерновых семян нута: соли поваренной пищевой – 1,5 %, яблочного сока – 5 % и кислоты лимонной – 0,1 % к массе муки.

Таблица 3

Влияние дозировки кислоты лимонной на показатели качества теста и изделий

Наименование показателей	Значение показателей при дозировке кислоты лимонной, % к массе муки				
	0	0,05	0,10	0,15	0,20
Активная кислотность теста, ед. pH	5,74	5,55	5,50	5,45	5,40
Объемная масса теста, г/см ³	0,37	0,35	0,32	0,34	0,36
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	325	340	365	345	328

Полученные результаты легли в основу разработки технологии хлебобулочного изделия «Атрей», характеризующегося повышенной пищевой и биологической ценностью. Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека 100 г изделия составляет, %:

в белке – 17, пищевых волокнах – 39, магнии – 21, фосфоре – 28, железе – 30, калии, тиамине и рибофлавине – 18. Изделие рекомендовано для массового потребления с целью обогащения пищевого рациона белком, пищевыми волокнами и микронутриентами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Магомедов Г.О. и др. Влияние дезинтеграционно-волнового помола на фракционный и аминокислотный состав белков нута // Вестник ВГУИТ. 2013. № 1. С. 94-97.

2 Магомедов Г.О., Садыгова М.К., Лукина С.И. Нут Саратовской селекции в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 176 с.

3 Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Бакаева И.А. Влияние продуктов переработки зародышей пшеницы на показатели качества зернового хлеба // Вестник ВГУИТ. 2014. № 3. С. 106-109.

4 Пономарева Е.И. Научные и практические основы технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием сбивных полуфабрикатов: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.18.01. Воронеж: ВГУИТ, 2009. 50 с.

5 Dobraszczyz B.J., Morgenstem M.P. Rheology and the bread-making process // J. Cereal Sci. 2005. V. 42. P. 229-245.

6 Mantzourani I., Plessas S., Saxami G. Study of kefir grains application in sourdough bread regarding rope spoilage caused by *Bacillus spp* // Food Chemistry. 2014. V. 143. P. 17-21.

REFERENCES

1 Magomedov G.O., Sadygova M.K., Lukina S.I., Kustov V.Yu. Vliyanie dezintegratsionno-volnovogo pomola na fraktsionnyi i aminokislotnyi sostav belkov nuta. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2013, no.1, pp. 94-97. (In Russ.).

2 Magomedov G.O., Sadygova M.K., Lukina S.I. Nut Saratovskoi seleksii v tekhnologii khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdelii [Nut selection in Saratov technology bakery and farinaceous confectionery products]. *Voronezh, VGUIT*, 2015. 176 p. (In Russ.).

3 Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Bakayeva I.A. Vliyanie produktov pererabotki zarodyshei pshenitsy na pokazateli kachestva zernovogo khleba. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2014, no. 3, pp. 106-109. (In Russ.).

4 Ponomareva E.I. Nauchnye i prakticheskie osnovy tekhnologii khlebobulochnykh izdelii funktsional'nogo naznacheniya s ispol'zovaniem sbivnykh polufabrikatov. Aftoref. dis. dokt. tekhn. nauk [Scientific and practical bases of technology of a bakery goods of a functional destination with whipped semis. Dr. tech. sci. diss.]. *Voronezh*, 2009. 50 p. (In Russ.).

5 Dobraszczyz B.J., Morgenstem M.P. Rheology and the bread-making process. *J. Cereal Sci.*, 2005, vol. 42, pp. 229-245.

6 Mantzourani I., Plessas S., Saxami G. Study of kefir grains application in sourdough bread regarding rope spoilage caused by *Bacillus spp*. *Food Chemistry*, 2014, vol. 143, pp. 17-21.