

7. Пат. WO 2006/054897 A1, МПК F25B 23/00, F25B 25/00. Refrigeration or cooling system / S. M. van der Sluis, Oostendorp P. A, Hendriksen L. J. A. M. – заявл. 22.11.2004, опублик. 26.05.2006.

8. NTP APK 1.10.12.001-02. Normy tehnologicheskogo proektirovaniya predpriyatij po hraneniju i obrabotke kartofelja i plodoovoshh-noj produkcii. – Moskva: FGUP “Gipro-nisel’prom”, 2002. – 154 s. (in Russian)

9. Tsoy A.P., Granovsky A.S., Tsoy D.A. Modelling of the operation of a refrigeration unit using radiative cooling to maintain the storage temperature in the cold room // MATEC Web Conf. – 2020. – Vol. 324. – 02006. – DOI: 10.1051/mateconf/202032402006.

10. Tsoi A.P., Granovskii A.S., Tsoi D.A. Issledovanie raboty kholodil'noi ustanovki nochnogo radiatsionnogo okhlazhdeniya v usloviyakh rezko-

kontinental'nogo klimata // VII mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya «Nizkotemperaturnye i pishchevye tekhnologii v XXI vekE» (Sankt-Peterburg, 17–20 noyabrya 2015 goda). CH.1: Materialy konferentsii. – SPb.: Universitet ITMO, 2015. – S. 99-101. (in Russian)

11. Samuel D.G.L. Passive alternatives to mechanical air conditioning of building: A review / Nagendra S. M. S, Maiya M. P. // Build. Environ. – 2013. – Vol. 66 – P. 54-64. – DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.04.016.

12. Tsoi A.P., Granovskii A.S. Raschet velichiny ehffektivnoi kholodoproizvoditel'nosti kholodil'noi sistemy, ispol'zuyuschei okhlazhdayushchii ehffekt nebosvoda // Vestnik Mezhdunarodnoi Akademii Kholoda. – 2014. – № 3. – S. 35-40. (in Russian)

МРНТИ 65.09.05
УДК 664.66

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2021-3-41-46>

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ТЕСТА ИЗ МУКИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО СОРТОВ

¹Б.А. ИЗТАЕВ, ¹А.И. ИЗТАЕВ, ¹М.А. ЯКИЯЕВА*, ¹М.П. БАЙЫСБАЕВА

(¹ АО «Алматинский технологический университет», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: yamadina88@mail.ru*

В статье приведены результаты исследования изменения структурно-механических характеристик бездрожжевого теста от свойств используемой муки. Тесто было приготовлено из пшеничной муки первого и второго сортов разными способами с использованием ионоозонированной воды: без активации брожения, с добавлением сухой молочной сыворотки, на натуральной закваске, также на натуральной закваске с добавлением сухой молочной сыворотки. Обработка результатов испытаний позволила установить, что упругопластическая деформация теста зависит от состава (рецептуры) теста. Основной пик деформации теста из муки первого сорта наблюдался до 21,50 сек, а второго сорта до 10,20 сек, и при этом сила упругопластической деформации была равна к 50 Н.

Ключевые слова: тесто, пшеничная мука, первый сорт, второй сорт, упруго-пластическая деформация, способ.

БІРІНШІ ЖӘНЕ ЕКІНШІ СҰРЫПТЫ ҰННЫҢ ҚАМЫРЫНЫҢ СЕРПІМДІ- ПЛАСТИКАЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

¹Б.А. ИЗТАЕВ, ¹А.И. ИЗТАЕВ, ¹М.А. ЯКИЯЕВА*, ¹М.П. БАЙЫСБАЕВА

(¹ АО «Алматы технологиялық университеті», Қазақстан, 050012, г. Алматы, ул Толе би, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: yamadina88@mail.ru*

Мақалада ашытқысыз қамырдың қолданылған ұнның қасиеттеріне байланысты өзгеретін құрылымдық-механикалық сипаттамаларын зерттеу нәтижелері ұсынылған. Қамыр бірінші және екінші сұрыпты бидай ұнынан әр түрлі тәсілмен ион-озондалған суды қолдана отырып дайындалды: ашытуды белсендірмей, сарысу ұнтағын қосқанда, табиғи ашытқымен, сонымен қатар сарысу ұнтағы қосылған табиғи ашытқымен. Сынақ нәтижелерін өңдеу қамырдың серпімді-пластикалық деформациясы қамырдың құрамына (рецептурасына) байланысты екенін анықтауға мүмкіндік берді. Бірін-

ші сұрыпты ұннан жасалған қамырдың деформациясының негізгі шыңы 21,50 сек дейін, ал екінші сұрып – 10,20 сек дейін байқалды, ал серпімді-пластикалық деформация күші 50 Н-ге тең болды.

Негізгі сөздер: қамыр, бидай ұны, бірінші сұрып, екінші сұрып, серпімді-пластикалық деформация, әдіс.

RESEARCH OF ELASTOPLASTIC DEFORMATION OF DOUGH FROM FLOUR OF THE FIRST AND SECOND GRADES

¹B.A. IZTAYEV, ¹A.I. IZTAYEV, ¹M.A. YAKIYAYEVA*, ¹M.P. BAIYSBAYEVA

(¹ «Almaty Technological University, JSC, Kazakhstan, 050012, city of Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author e-mail: yamadina88@mail.ru*

The article presents the results of a study of changes in the structural and mechanical characteristics of yeast-free dough from the properties of the flour used. The dough was prepared from wheat flour of the first and second grades in different ways using ionized water: without fermentation activation, with the addition of whey powder, with natural sourdough, also with natural sourdough with the addition of whey powder. The processing of the test results made it possible to establish that the elastoplastic deformation of the dough depends on the composition (formulation) of the dough. The main peak of deformation of the dough made from flour of the first grade was observed up to 21.50 sec, and the second grade - up to 10.20 sec, and the force of elastoplastic deformation was equal to 50 N.

Keywords: dough, wheat flour, first grade, second grade, elastoplastic deformation, method.

Введение

Особое место в питании населения занимают хлебные изделия. Это продукт повседневного питания, поэтому он должен иметь хорошее качество, высокую пищевую ценность, а также стать и профилактическим средством, предотвращающим заболевания человека, вызванные неблагоприятной экологической обстановкой. Популярность правильного питания сделала бездрожжевой хлеб одним из частых видов выпечки, которую выбирают приверженцы здорового питания [1-3].

Тем не менее, ведущие мировые производители заботятся сегодня не просто о неповторимости вкусовых качеств хлеба, а в первую очередь – о сохранении в нем натуральных компонентов. Введение в его рецептуру компонентов, придающих лечебные и профилактические свойства и оказывающих существенное влияние на качественный и количественный состав рациона питания человека, позволяет эффективно решить проблему профилактики и лечения различных заболеваний, связанных с дефицитом тех или иных веществ [4].

По мнению некоторых исследователей [5-7], аромат хлеба зависит от продолжительности брожения теста, в процессе которого увеличивается количество карбонильных соединений, образуются алифатические амины (метил-, этил-, бутил-,

пентил-), играющие существенную роль в формировании запаха хлеба. Недостаточная выброженность теста снижает интенсивность аромата и вкуса хлеба, приводит к накоплению в нём пиридина и ухудшает его органолептические показатели. Чрезмерная степень выброженности теста также отрицательно влияет на вкус и аромат хлеба: хлеб будет слишком кислым и будет иметь бледноокрашенную корку, так как процесс меланоидинообразования в ней не обеспечен достаточным количеством несброженных сахаров; поэтому такой хлеб будет обладать и резко пониженной интенсивностью аромата.

При интенсифицированном тесте при приготовлении целесообразно не только повышать дозировки и активность бродильной микрофлоры, но и применять соответствующие ферментные препараты, обладающие амилолитической, а также в целесообразной степени протеолитической способностью. Это обеспечит при выпечке хлеба достаточное меланоидинообразование и должную интенсивность его аромата [8].

Особое место в управлении качеством пищевой продукции занимает контроль качества исходного сырья. Именно контроль сырья способствует выпуску продукции высокого качества. От степени совершенства контроля качества сырья, его технического оснащения и организации во многом зависит эффективность производства в целом. В

процессе контроля поступающего на предприятие сырья осуществляется сопоставление фактически полученных результатов с нормативными [9].

Основными свойствами, характеризующими качество теста, являются реологические показатели, в том числе упруго-пластическая деформация.

Деформация бывает упругой, если она исчезает после удаления вызвавшей её нагрузки, и пластической, если после снятия нагрузки она не исчезает (во всяком случае полностью). Все реальные твёрдые тела при деформации в большей или меньшей мере обладают пластическими свойствами. При некоторых условиях пластическими свойствами тел можно пренебречь, как это и делается в теории упругости. Твёрдое тело с достаточной точностью можно считать упругим, то есть не обнаруживающим заметных

пластических деформаций, пока нагрузка не превысит некоторого предела.

Анализ литературных источников указывает на целесообразность выработки ассортимента бездрожжевых хлебобулочных изделий из пшеничной муки, способствующих повышению качества, сокращению технологического процесса производства, увеличению производительности труда и повышению социально-экономических показателей хлебопекарных предприятий. При этом исследование упругопластической деформации является очень актуальным.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования являются мука пшеничная первого и второго сорта (ГОСТ 26574-85); сыворожка молочная сухая; закваска; ионоозонированная вода.

Тесто для хлеба (контрольный образец) готовили безопасным способом по рецептуре, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура приготовления теста безопасным способом контрольного образца

Наименование сырья	Расход сырья
Мука пшеничная первого сорта	100
Дрожжи прессованные	2,5
Соль поваренная	1,5
Вода	(по расчёту, исходя из влажности муки)

Для определения реологических свойств использовалось одноосное сжатие, которое проводилось на специальном устройстве «Структурометр СТ-2». Структур-

мометр СТ-2 может применяться как самостоятельный прибор, так и в составе информационно-измерительного комплекса.



Рисунок 1 – Внешний вид Структурометра СТ-2

Принцип действия структурометра основан на измерении силы взаимодействия неподвижного инструмента и исследуемой пробы продукта, расположенной на столике, который перемещается с заданной скоростью. В данном устройстве были выполнены следующие режимы – определение упругих и пластических деформаций. На Структурометре СТ-2 исследовали контрольный вариант и опытные образцы бездрожжевого теста массой по 10 г.

Определение упругих и пластических деформаций. При определении упругих и пластических деформаций на индикатор вводится значение начального усилия, с которого начинается отсчет перемещения столика: $P_0=0,5Н$. Затем на индикаторе отображается значение области перемещения столика $V=100$ мм/минут. После этого на индикаторе приближается значение усилия, до которого будет нагружаться образец в ходе эксперимента: $P=100Н$. При достижении заданного значения усилия ими образца

столик останавливается. Дается короткий звуковой сигнал, изменение перемещения (Н1) запоминается. Столик движется вниз с заданной скоростью. При достижении значения P_0 раздается короткий сигнал, фиксируется значение перемещения (Н2). Столик движется с максимальной скоростью вниз, в исходное положение. На индикатор выводятся значения Н1 и номер.

Обработка результатов:

$$\text{Относительная пластичность} = \Delta N_{\text{пл}} * 100 / \Delta N_{\text{общ}}, \%$$

$$\text{Относительная упругость} = \Delta N * 100 / \Delta N_{\text{общ}}, \%$$

$$\Delta N_{\text{упр}} = (\Delta N_{\text{общ}} - \Delta N_{\text{пл}}).$$

Результаты и их обсуждение

Были исследованы упругопластические деформации теста из пшеничной муки первого и второго сортов, приготовленных разными способами. Результаты приведены на рисунках 2 и 3. Исследование было проведено с помощью прибора «Структурометр СТ-2», обработано по программе Excel.

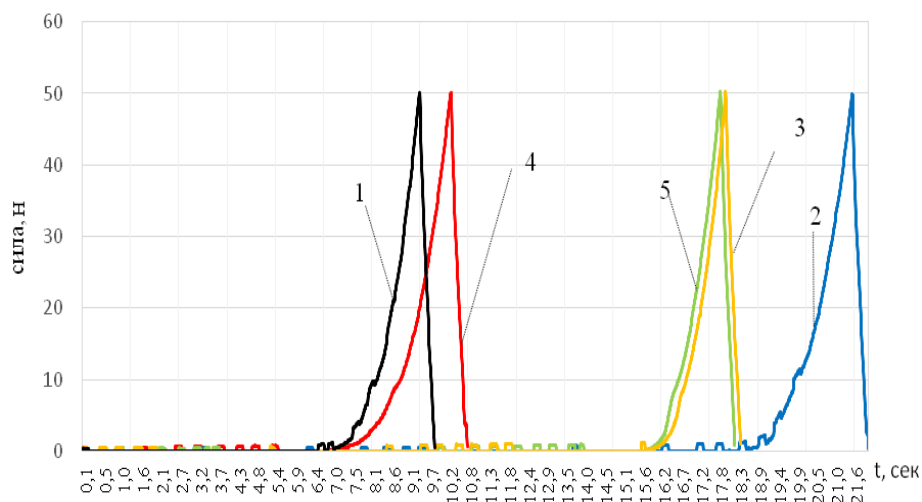


Рисунок 2 – Упругопластическая деформация теста из пшеничной муки первого сорта:

1 – контрольный образец; 2 – с ионоозонированной водой без активации брожения; 3 – с ионоозонированной водой и сухой молочной сывороткой; 4 – на закваске

с ионоозонированной водой; 5 – на закваске с ионоозонированной водой и сухой молочной сывороткой.

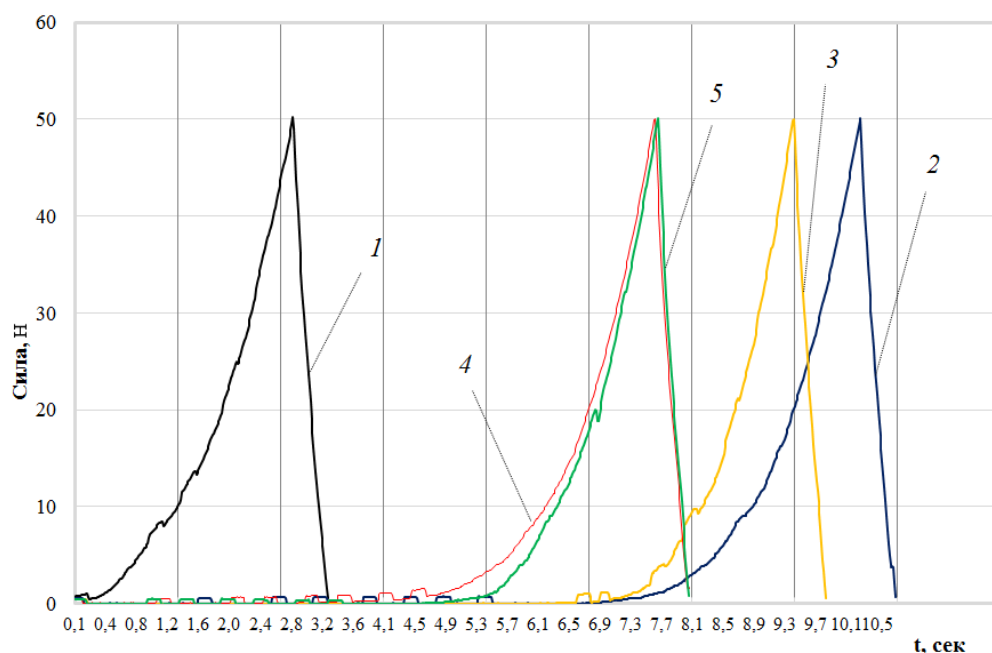


Рисунок 3 – Упругопластическая деформация теста из пшеничной муки второго сорта:

1 – контрольный образец; 2 – с ионизированной водой без активации брожения; 3 – с ионизированной водой и сухой молочной сывороткой; 4 – на закваске с ионизированной водой; 5 – на закваске с ионизированной водой и сухой молочной сывороткой.

Данные анализа показывают, что тесто с применением сыворотки, закваски и ионизированной воды становится более упругим и повышается устойчивость к деформации.

Комплексные исследования влияния ионизированной воды, сухой молочной сыворотки, натуральной закваски на реологические свойства теста из пшеничной муки первого и второго сортов и его структурных компонентов свидетельствуют, что их внесение в рецептуру теста существенно улучшает качество готовых изделий по показателям упругопластических свойств.

Из данных рисунков 2 и 3 видно, что наибольший улучшающий качество теста эффект получен без активации брожения, с сухой молочной сывороткой и закваской, обогащенными ионизированной водой, которые являются сильными окислителями и могут вступать во взаимодействие с основными структурными компонентами теста.

Также сильная клейковина способствует образованию упругого теста, хорошо сопротивляющегося разрыву при

многократной прокатке. Для получения теста с упругопластическими свойствами рекомендуется следующая рецептура теста:

1. Для первого сорта: без активации брожения с ионизированной водой (2); с сухой молочной сывороткой и ионизированной водой (3); на закваске с сухой молочной сывороткой и ионизированной водой (5);

2. Для второго сорта: без активации брожения с ионизированной водой (2); с сухой молочной сывороткой и ионизированной водой (3).

Заключение, выводы

1. Изучение упругопластической деформации теста из пшеничной муки первого и второго сорта показывают, что применение сыворотки, закваски и ионизированной воды повышает упругость, устойчивость теста к деформации.

2. На основании разработанных рецептов и полученных результатов исследований установлены оптимальные варианты приготовления бездрожжевого теста из пшеничной муки 1 и 2 сортов.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что применение сухой молочной сыворотки, натуральной закваски и ионизированной воды оказывает влияние на свойства сырья, полуфабрикатов и способствует улучшению качества хлебобулочных изделий и повы-

шению их качества. Также, ионоозонированная вода способствует сокращению время приготовления бездрожжевого теста и обеспечивает безопасность получаемой продукции.

Эксперименты проводились в рамках финансируемого проекта Министерства образования и науки Республики Казахстан № AP08052729 «Разработка инновационной ионоозоновой кавитационной технологии бездрожжевых хлебобулочных изделий с сокращенным циклом производства». Выражаем огромную благодарность руководству Алматинского технологического университета за оказанную помощь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Serra M. The word is like bread. *Aut Aut*, T. 388, - 2020. – PP. 9 – 17.
2. Galoburda R., Straumite E., Sabovics M., Kruma Z. Dynamics of volatile compounds in triticale bread with sourdough: From flour to bread. *Foods*. - № 9(12). – 2020. – №1837.
3. Sevostyanova N.N., Pchelina E.A., Vihrova M.A., Trezorova O.Yu., Andreeva L.V. Flaxseed bread for therapeutic nutrition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – № 613(123), December 2020. – № 0121372020, Veliky Novgorod, 2020.
4. Корячкина С.Я. Технология хлеба из целого зерна тритикале: монография / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова, Л.В. Черепнина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 177 с.
5. Черных, В.Я. Регулирование состояния углеводно-амилазного комплекса хлебо-пекарной муки: учебное пособие / В.Я. Черных, М.Я. Ширшиков. – М.: МГУПП, 2003. – 137 с.
6. Fu W.,Yano H. Development of “new” bread and cheese. // *Processes*, T. 8, Выпуск 12, №1541, 2020. – PP. 1 – 23.
7. Tebben L., Chen G., Tilley M., Li Y. Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties. *Journal of Food Science*, T.85, Выпуск 12, 2020. – PP. 4201-4208.
8. Корячкина С.Я. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий (Технология хлеба): учебно-методическое пособие для высшего профессионального образования / С.Я. Корячкина, О.М. Пригарина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2013. – 318 с.
9. Корячкина С.Я. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Методы исследования свойств растительного сырья: учебно-методическое пособие для высшего профессионального образования / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмельова. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2011. – 297 с.

REFERENCES

1. Serra M. The word is like bread. *Aut Aut*, T. 388, - 2020. – PP. 9 – 17.
2. Galoburda R., Straumite E., Sabovics M., Kruma Z. Dynamics of volatile compounds in triticale bread with sourdough: From flour to bread. *Foods*. - № 9(12). – 2020. – №1837.
3. Sevostyanova N.N., Pchelina E.A., Vihrova M.A., Trezorova O.Yu., Andreeva L.V. Flaxseed bread for therapeutic nutrition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – № 613(123), December 2020. – № 0121372020, Veliky Novgorod 2020.
4. Korjachkina S.Ja. Tehnologija hleba iz celogo zerna tritikale: monografija / S.Ja. Korjachkina, E.A. Kuznecova, L.V. Cherepnina. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 177 s. (in Russian)
5. Chernyh, V.Ja. Regulirovanie sostoja-nija uglevodno-amilaznogo kompleksa hlebo-pekarnoj muki: uchebnoe posobie / V.Ja. Chernyh, M.Ja. Shirshikov. – М.: MGUPP, 2003. – 137 s. (in Russian)
6. Fu W.,Yano H. Development of “new” bread and cheese. // *Processes*, T. 8, Выпуск 12, №1541, 2020. – PP. 1 – 23.
7. Tebben L., Chen G., Tilley M., Li Y. Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties. *Journal of Food Science*, T.85, Выпуск 12, 2020. – PP 4201-4208.
8. Korjachkina S.Ja. Tehnologija hleba, konditerskih i makaronnyh izdelij (Tehnologija hleba): uchebno-metodicheskoe posobie dlja vysshego professional'nogo obrazo-vanija / S.Ja. Korjachkina, O.M. Prigarina. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2013. – 318 s. (in Russian)
9. Korjachkina S.Ja. Metody issledovanija svojstv syr'ja, polufabrikatov i gotovoj produkcii. Metody issledovanija svojstv rastitel'nogo syr'ja: uchebno-metodicheskoe posobie dlja vysshego professional'nogo obrazovanija / S.Ja. Korjachkina, N.A. Berezina, E.V. Hmeljova. – Орел: FGOU VPO «Gosuniversitet-UNPK», 2011. – 297 s. (in Russian)