

Changes of indicators of quality gluten-free bread during storage

Vira Drobot, Anna Grischenko

National university of food technologies, Kyiv, Ukraine

ABSTRACT

Keywords:

Celiac disease
Gluten-free
Bread
Staling

Article history:

Received 20.05.2013
Received in revised form
28.07.2013
Accepted 03.04.2013

Corresponding author:

Anna Grischenko
E-mail:
grischenko_anna@ukr.net

Introduction. The main role in the process of staling plays retrogradation of starch flour and transformation of denatured protein gluten, which gradually lose moisture during storage. Retarding staling proteins lose moisture 5-7 times slower starch. Due to the lack of data important investigate staling of gluten-free baked goods.

Materials and method. It was investigated a gluten-free bread made from a mixture of starch with the addition of rice, corn, and buckwheat flour within 48 hours of storage. The degree of staling was determined by the friability of the crumb, its water absorption capacity, the content of water-soluble substances. Structural and mechanical properties were evaluated by changes in the value of total deformation crumb. The amount of water due to various forms were determined by thermogravimetric method.

Result. During the first 24 hours of storage is rapidly losing the freshness of the bread starch that is largely due to desiccation. Determined that the crumb hardness increases sharply after 24 hours of storage for all kinds of products. Deterioration of structural and mechanical properties accompanied by increased friability crumb crumb, especially for products containing corn flour. Flour cereals slightly delays the staling compared with bread made from starch.

Conclusion. The results can be used to determine the shelf life of gluten-free bakery products and finding ways of extending it.

УДК 664:665

Зміни показників якості безглютенового хліба при зберіганні

Віра Дробот, Анна Грищенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Безглютеновий хліб виготовляють з безглютенової сировини, яка не містить білків клейковини. Такий хліб призначений для дієтичного харчування хворих на целиацію [1,2]. Під час зберігання відбувається погіршення споживчих властивостей безглютенових хлібобулочних виробів, що обумовлено процесом черствіння.

Вченими досить детально досліджено процеси черствіння, що відбуваються в пшеничному та житньому хлібі, але в літературних джерелах немає даних щодо дослідження процесів черствіння, які відбуваються в безглютеновому та безбілковому хлібі [3,4].

Під час зберігання хліба відбувається ретроградація клейстеризованих зерен крохмалю, денатурованих білків борошна, втрата його свіжості. Черствіння хліба супроводжується змінами мікроструктури м'якушки. Об'єм частково клейстеризованих зерен крохмалю з часом зменшується, що пов'язано з втратою вологи та утворенням кристалічної структури крохмалю. Внаслідок таких змін між зернами крохмалю і денатурованими білками утворюються повітряні прошарки.

Черствіння призводить до погіршення структурно-механічних властивостей м'якушки та зниження споживчих властивостей хліба, які проявляються у підвищенні кришкуватості, жорсткості м'якушки, зменшенні її пружності та еластичності, зміні смаку і аромату. Скоринка хліба втрачає глянець, стає жорсткою [5].

В рецептурах безглютенових хлібобулочних виробів використовують рисове, кукурудзяне і гречане борошно, різні види крохмалю [2, 6]. На кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій (м. Київ) розроблено рецептури безглютенового хліба з рисовим, кукурудзяним і гречаним борошном. Вміст борошна круп'яних культур у таких рецептурах складає 15-30 %, що встановлено за результатами пробних лабораторних випікань. Основну частину сировини в рецептурі складає крохмаль (картопляний і кукурудзяний). За даними розрахунків кількість білків в таких виробках становить 0,7-1,8 г/100 г продукту.

Властивості білків цих видів борошна значно відрізняються від властивостей білків клейковини (білки рисового та кукурудзяного борошна малорозчинні у воді і погано набухають). Вміст білків у безглютеновому хлібі менший, в порівнянні з пшеничним хлібом, тому головну роль в черствінні відіграє крохмаль.

Матеріали та методи

Хліб, випечений в лабораторних умовах, аналізували через 4...48 год. Структурно-механічні властивості м'якушки хліба та їх зміну під час зберігання визначали, вимірюючи деформацію м'якушки на автоматизованому пенетрометрі АП-4/1. Для характеристики збереження виробами свіжості визначали кришкуватість, водопоглинальну здатність та вміст водорозчинних речовин м'якушки хліба. Дослідження форм зв'язку вологи у м'якушці хліба під час його зберігання проводили термогравіметричним методом на дериватографі Q-1500 при швидкості нагрівання зразка 1,5 °С/хв в діапазоні температур 20...250 °С. Кількість вільної та зв'язаної вологи розраховували за методикою А.М. Литвиненко [Дробот В.І. та ін. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського і макаронного виробництва, К-2006].

Результати та обговорення

З метою визначення збереження безглютеновим хлібом свіжості досліджували зміну деформації м'якушки хліба, гідрофільність та кришкуватість через 4, 24 та 48 год. після випікання. Контролем був хліб, виготовлений з крохмалю. Безглютеновий хліб з борошном круп'яних культур випікали за попередньо встановленими пробними лабораторними випіканнями співвідношеннями.

Встановлено, що загальна деформація м'якушки усіх досліджуваних виробів різко зменшується через 24 год зберігання (на 65 – 66 %). Через 48 год зберігання деформація м'якушки змінюється на 52-60 %, що значно менше, порівняно із втратами протягом перших 24 год зберігання. Такий результат обумовлений інтенсивним усиханням в перші години після випікання.

Таблиця 1. Зміна структурно-механічних властивостей м'якушки безглютенового хліба під час зберігання

Загальна деформація м'якушки, од. пенетрометра:	Хліб безглютеновий			
	контроль (хліб з суміші крохмалів)	з суміші крохмалів, з доданням борошна		
		рисового (30 %)	кукурудзяного (25 %)	гречаного (15 %)
через 4 год	70	70	69	58
через 24 год	23	24	23	20
через 48 год	12	13	13	12

Показники збереження свіжості для зразків відрізнялися незначно (рис. 1)

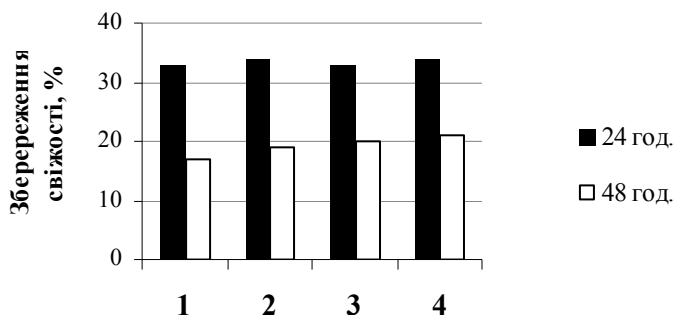


Рис. 1. Збереження свіжості безглютенового хліба.

1 – з крохмалю, 2 – з рисовим борошном,
3 – з кукурудзяним борошном, 4 – з гречаним борошном.

Дослідження кришкуватості м'якушки безглютенового хліба, показало, що в процесі зберігання, внаслідок зменшення міцності стінок пор досліджуваного хліба, цей показник збільшується (рис. 2).

Кришкуватість хліба з кукурудзяним борошном найбільша, з усіх досліджуваних зразків, і перевищує цей показник для безглютенового хліба з крохмалю на 53,3 %. Найменшу кришкуватість має м'якушка безглютенового хліба з гречаним борошном, що обумовлено тим, що частинки кукурудзяного борошна, включені в стінки пор

хліба, з часом зменшуються в об'ємі, в більшій мірі ніж частинки рисового та гречаного борошна. При цьому утворюються тріщинки в стінках пор і вони стають крихкими.

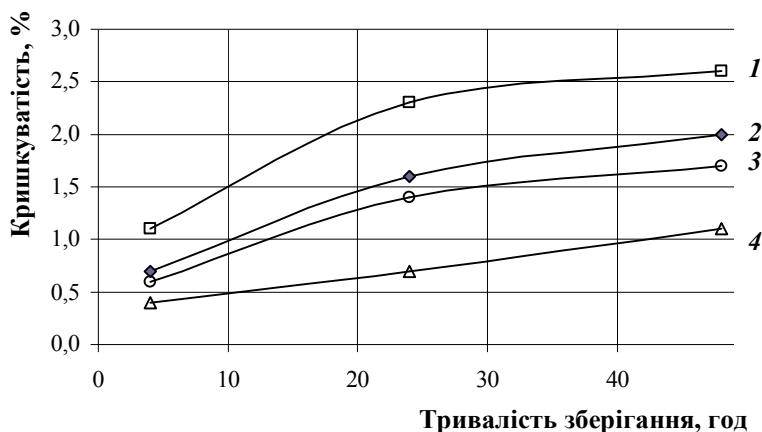


Рис. 2. Кришкуватість м'якушки безглютенового хліба, %:

1 – з суміші кукурудзяного і картопляного крохмалів;
 2 – суміші картопляного і кукурудзяного крохмалів з додаванням борошна:
 2 – рисового (30 %), 3 – кукурудзяного (25 %), 4 – гречаного (15%).

Найнижчі значення показника кришкуватості в хлібі з гречаним борошном можна пояснити товстостінною структурою пористості, яка утворюється внаслідок наявності в гречаному борошні частково клейстеризованих зерен крохмалю та високого вмісту водорозчинних білків.

Ступінь свіжості оцінювали також за показниками гідрофільності та вмісту водорозчинних речовин у м'якушці хліба.

При вивченні гідрофільних властивостей м'якушки безглютенового хліба встановлено (табл. 2), що водопоглинальна здатність м'якушки хліба з додаванням рисового і кукурудзяного борошна перевищує контрольний зразок (на 8,6-9,0%), що обумовлено краще розвинутою структурою пористості. Водопоглинальна здатність зразка з гречаним борошном менша від контрольного на 26,7 %, внаслідок товстостінної крупної пористості. Під час зберігання спостерігається зменшення водопоглинальної здатності м'якушки в усіх зразках.

Ступінь черствіння виробів під час зберігання характеризує також зміна співвідношення зв'язаної та вільної води. Зважаючи на різний хімічний склад рисового, кукурудзяного і гречаного борошна, досліджували вплив борошна круп'яних культур на вміст зв'язаної та вільної води у м'якушці безглютенового хліба.

Визначення форм зв'язку води в хлібі проводили термогравіметричним методом на дериватографі Q-1500. Нагрівання зразків м'якушки хліба здійснювали зі швидкістю 1,25 °C/хв в діапазоні температур 20...250 °C.

Результати аналізу термогравіметричних кривих показують (табл. 3), що порівняно з хлібом з крохмалю вміст зв'язаної води через 24 год після випікання в хлібі безглютеновому з кукурудзяним борошном вищий на 7,8 %, в хлібі

безглютеновому з рисовим борошном – на 4,7 %, а в хлібі з гречаним борошном – на 17,5 %.

Отримані дані свідчать, що білки борошна круп'яних культур зв'язують воду і дещо затримують процес черствіння. Зміна кількості зв'язаної води залежить від кількості білкових речовин та їх здатності набухати і утримувати воду. В даному випадку на кількість зв'язаної води в хлібі впливає збільшення масової частки вологи в тісті до 52 та 54 % при доданні борошна круп'яних культур. Втрата зв'язаної води виробами незначна.

Найбільше зв'язаної вологи в хлібі з гречаним борошном, оскільки гречане борошно має більшу, в порівнянні з рисовим і кукурудзяним, водопоглинальну здатність.

Таблиця 2. Зміна гідрофільних властивостей м'якушки безглютенового хліба

Показник, термін зберігання	Хліб безглютеновий			
	контроль (хліб з суміші крохмалів)	з суміші крохмалів, з доданням борошна		
		рисового (30 %)	кукурудзяного (25 %)	гречаного (15 %)
Водопоглинальна здатність, %, на СР, через:				
4 год	265	290	288	194
24 год	254	265	263	179
48 год	202	221	215	122
Вміст водорозчинних речовин, %, через:				
4 год	0,8	1,2	1,5	4,1
24 год	0,7	0,9	1,3	3,8
48 год	0,5	0,8	1,2	3,6

Таблиця 3. Кінетичні параметри дериватограм м'якушки безглютенового хліба

Зразки хліба	Тривалість зберігання, год	Масова частка вологи, % до загальної кількості		Втрати зв'язаної вологи, %
		вільна	зв'язана	
безглютеновий з суміші крохмалів	24	68,0	32,0	-
	48	70,1	28,5	3,5
безглютеновий з кукурудзяним борошном	24	65,5	34,5	-
	48	68,6	31,4	3,1
безглютеновий з рисовим борошном	24	66,5	33,5	-
	48	69,3	30,7	2,8
безглютеновий з гречаним борошном	24	62,4	37,6	-
	48	65,9	35,5	2,1

Висновки

Борошно круп'яних культур незначно впливає на збереження безглютеновим хлібом свіжості. Не зважаючи на те, що вміст зв'язаної води у виробках з борошном круп'яних культур на 4-17 % більший, порівняно з хлібом з крохмалю, її втрати під час зберігання в зразках впливають на зміни структурно-механічних властивостей м'якушки всіх зразків і значно погіршують органолептичні показники. З метою запобігання черствіння безглютенових хлібобулочних виробів необхідно застосовувати різні технологічні заходи, що сприятимуть поглибленню перетворення крохмалю під час приготування тіста, використовувати добавки, що містять інгредієнти, які затримують процес черствіння.

Література

1. Кузнецова Л. И. Научные основы разработки безглютеновых смесей / Л. И. Кузнецова, Г. В. Мельникова, Н. Д. Синявская // Хлебопечение России. –2001. – № 3. – С. 30–31.
2. Технология отечественных безглютеновых изделий для лечебного и профилактического питания / Л. Кузнецова, О. Афанасьева, Н. Синявская [и др.] // Хлебопродукты. –2007. – № 9. – С. 44–45.
3. Продукты детского лечебного и профилактического питания на основе крахмала и крахмалопродуктов / Н. Р. Андреев, Н. Д. Лукин, С. Т. Быков [и др.] // Пищевая промышленность. – 2010. – № 2. – С. 16–17.
4. Acs. E. Bread from the corn starch for dietetic purposes. Structure formation // E. Acs, Zs. Kovaces, S. Matus // Cereal Res. Commun. – 1996. – Vol. 24, № 4. – P. 441 – 449.
5. Hug-Iten S. Staling of bread role of amylose and amilopectin and influence of starch-degrading enzymes / S. Hug-Iten, F. Escher, B. Conde-Petit // Cereal Chem. – 2003. – Vol. 80, № 6. –P. 654–661.
6. Sancher H. D. Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch / H. D. Sancher, C. A. Oletta, A. M. Torre // Food Sci. –2002. –Vol. 67, № 1. – P. 416–419.
7. Alice V. Moroni, Fabio Dal Bello, Elke K. Arendt. Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue? // Food Microbiology, Volume 26, Issue 7, 2009, Pp. 676-684.
8. Carola Cappa, Mara Lucisano, Manuela Mariotti. Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality / Carbohydrate Polymers, Volume 98, Issue 2, 6 2013, Pp. 1657-1666.
9. Rafał Ziobro, Teresa Witczak, Lesław Juszcak, Jarosław Korus. Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic / Food Hydrocolloids, Volume 32, Issue 2, 2013, Pp. 213-220
10. Shigeki Hamada, Keitaro Suzuki, Noriaki Aoki, Yasuhiro Suzuki. Improvements in the qualities of gluten-free bread after using a protease obtained from *Aspergillus oryzae* / Journal of Cereal Science, Volume 57, Issue 1, 2013, Pp. 91-97.
11. Luchian M. I. Influence of water on dough rheology and bread quality / Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies / - 2013. - Vol.2. - Is.1. - Pp. 56-59.
12. Zlateva D., Chonova V., Chochkov R., Karadzhev Gr. (2011). Impact of the transport packaging type on the freshness of bread / Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века. II Международная научно-практическая конференция. Кубанский Государственный Технологический Университет. – Краснодар. - С. 245-250

References

1. Kuznetsova L. I., Mel'nikova G. V., Sinyavskaya N. D. (2001), Nauchnye osnovy razrabotki bezglyutenovykh smesey, *Khlebopechenie Rossii*, 3, pp. 30–31.
2. Kuznetsova L., Afanas'eva O., N. Sinyavskaya O. (2007), Tekhnologiya otechestvennykh bezglyutenovykh izdeliy dlya lechebnogo i profilakticheskogo pitaniya, *Khleboprodukty*, 9, pp. 44–45.
3. Andreev N. R., Lukin N. D., Bykov S. T. (2010), Produkty detskogo lechebnogo i profilakticheskogo pitaniya na osnove krakhmala i krakhmaloproduktov, *Pishcheyaya promyshlennost'*, 2, pp. 16–17.

4. Acs E., Kovacs Zs., Matus S. (1996), Bread from the corn starch for dietetic purposes. Structure formation, *Cereal Res*, 24(4), pp. 441 – 449.
5. Hug-Iten S., Escher F., Conde-Petit B. (2003), Staling of bread role of amylose and amilopectin and influence of starch-degrading enzymes, *Cereal Chem*, 80(6), pp. 654–661.
6. Sancher H. D., Oletta PP. A., Torre A. M. (2002), Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch, *Food Sci*, 67(1), pp. 416–419.
7. Alice V. Moroni, Fabio Dal Bello, Elke K. Arendt. (2009), Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue?, *Food Microbiology*, 26(7), pp. 676-684.
8. Carola Cappa, Mara Lucisano, Manuela Mariotti. (2013), Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality, *Carbohydrate Polymers*, 98(2), pp. 1657-1666.
9. Rafał Ziobro, Teresa Witczak, Lesław Juszczak, Jarosław Korus. (2013), Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic, *Food Hydrocolloids*, 32(2), pp. 213-220.
10. Shigeki Hamada, Keitaro Suzuki, Noriaki Aoki, Yasuhiro Suzuki. (2013), Improvements in the qualities of gluten-free bread after using a protease obtained from *Aspergillus oryzae*, *Journal of Cereal Science*, 57(1), pp. 91-97.
11. Luchian M. I. (2013), Influence of water on dough rheology and bread quality, *Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies*, 2(1), pp. 56-59.
12. Zlateva D., Chonova V., Chochkov R., Karadzhov Gr. (2011). Impact of the transport packaging type on the freshness of bread, *Khlebobulochnye, konditerskie i makaronnye izdeliya XXI veka, II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*, Kubanskiy Gosudarstvennyy Tekhnologicheskiiy Universitet, Krasnodar, pp. 245-250.