

## INVESTIGATING QUALITY INDEXES OF GRAIN WHEAT AND EMMER BREAD DURING ITS STORAGE

A. Zaparenko, S. Oliinyk, O. Samokhvalova, M. Artamonova  
*Kharkiv State University of Food Technology and Trade*

**Key words:**

*Emmer  
Wheat  
Grain bread  
Cellulose  
Xylanase  
Glucose oxidase  
Shelf-life  
Staling*

**Article history:**

Received 14.04.2016  
Received in revised form  
07.05.2016  
Accepted 27.05.2016

**Corresponding author:**

A. Zaparenko  
**E-mail:**  
kindeducation@gmail.com

**ABSTRACT**

The results of investigating the quality indexes concerning the alteration of grain bread from emmer and wheat produced with the use of cellulases, hemicelluloses and oxidative enzymes such as Tselyulad, Ksylolad and Glucose oxidase during its storage are presented. It is found that the samples of grain bread from emmer and wheat produced with the use of enzymes maintain freshness better than control samples of grain bread during 72 h of storage. Higher organoleptic, rheological and hydrophilic properties of bread demonstrated inferior loss of moisture and lower crumbing because of the increase in its water-binding and water-holding capacities. Furthermore, the development of the structure of grain dough and bread from emmer and wheat is connected with biotransformation of non-starch grain polysaccharides and improvement of the condition of the protein and proteinase complexes under the action of Tselyulad, Ksylolad and Glucose oxidase.

## ВИВЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНОВОГО ПШЕНИЧНОГО І ПОЛБ'ЯНОГО ХЛІБА ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Г.В. Запаренко, С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова, М.В. Артамонова  
*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

*У статті представлено результати дослідження зміни показників якості під час зберігання зернового полб'яного та пшеничного хліба, виготовленого з використанням ферментних препаратів целюлолітичної, геміцелюлолітичної й окисно-відновної дії Целюлад, Ксилолад і Глюкозооксидаза. Встановлено, що протягом 72 год зберігання дослідні зразки полб'яного та пшеничного хліба краще зберігають свіжість, ніж контрольні, про що свідчать їх вищі органолептичні, структурно-механічні й гідрофільні властивості, менші втрати вологи та нижчі показники кришкуватості. Це пов'язано з підвищенням водопоглинальної та водоутримуючої здатності, а також із поліпшенням структури зернового полб'яного та пшеничного тіста й хліба у результаті біотрансформації некрохмальних полісахаридів і покращення стану білково-протеїназного комплексу зерна під дією Целюладу, Ксилоладу та Глюкозооксидази.*

**Ключові слова:** полба, пшениця, зерновий хліб, целюлаза, ксиланаза, глюкозооксидаза, свіжість, черствіння.

**Постановка проблеми.** Однією з найбільш важливих характеристик хліба, що визначає його споживні властивості й конкурентоспроможність, є термін збереження ним свіжості [1]. Нами розроблено технологію хліба із цілого зерна полби й пшениці [2], який відрізняється підвищеним вмістом харчових волокон, білка та інших харчових і біологічно активних речовин. З метою поліпшення органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей зернового хліба, а також інтенсифікації технологічного процесу його виготовлення запропоновано використання ферментних препаратів целюлолітичної, геміцелюлолітичної та окисно-відновної дії Целюлад, Ксилолад і Глюкозооксидаза (ДП «Ензим», м. Ладижин, Україна) [3]. Позитивний ефект від комплексної дії целюлолітичних і геміцелюлолітичних ферментів досягається за рахунок зміни фракційного складу і властивостей некрохмальних полісахаридів у тістових системах, а також зміцнення клейковини за участі перекису водню, утвореного із глюкози під впливом глюкозооксидази [4, 5]. Зміни стану біополімерів тістової системи за додавання комплексу дослідних ферментних препаратів, імовірно, впливатимуть і на показники якості зернового хліба під час зберігання [6], що робить їх вивчення актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що використання в технології хліба ферментних препаратів різної дії, крім покращення реологічних властивостей тіста й показників якості свіжевипеченого хліба з пшеничного борошна, сприяє і подовженню термінів збереження ним свіжості [6—12]. Так, у працях [4, 6] показано, що додавання амілолітичних ферментів під час приготування тіста дозволяє підвищити показники пористості та питомого об'єму виробів, покращити запах хліба й колір його скоринки. Крім того, відомо, що внесення цих ферментних препаратів є ефективним засобом подовження терміну збереження хлібом свіжості, що відбувається за рахунок часткового гідролізу крохмалю в тістовій системі амілазами з утворенням декстринів, які перешкоджають ретроградації амілопектину протягом зберігання [1]. Поряд з цим у науковій літературі наявні відомості, які свідчать, що наявність у тісті ферментів целюлолітичної та геміцелюлолітичної дії також сприяє більш тривалому збереженню хлібом свіжості. Механізм цього впливу повністю не з'ясований, проте вважається, що він пов'язаний із можливим перерозподілом вологи у хлібі між основними біополімерами у результаті утворення додаткової кількості речовин з високою вологопоглинальною здатністю та їх впливом на взаємодію між білками і полісахаридами системи [7—9]. На користь цього свідчать дані, наведені у [7], де показано, що обробка пшеничного борошна ферментними препаратами целюлази,  $\beta$ -глюканази та ксиланази дозволяє покращити структурно-механічні властивості м'якушки хліба, подовжити терміни збереження ним свіжості й уповільнити процеси ретроградації крохмалю, причому найбільший ефект спостерігається у разі оброки борошна саме ксиланазами. Іншими авторами [10—12] також підтверджено, що використання ксиланаз у технології хліба сприяє поліпшенню структури виробів і гальмуванню втрат ними вологи протягом зберігання.

Отже, на основі проведеного аналізу встановлено, що використання в технології хліба ферментних препаратів різної дії може впливати на терміни збереження ним свіжості, тому вивчення змін показників якості зернового полб'яного й пшеничного хліба, приготованого з введенням целюлолітичних, геміцелюлітичних та окисно-відновних ферментних препаратів, представляє науковий і практичний інтерес.

**Метою дослідження** є вивчення показників якості під час зберігання зернового полб'яного та пшеничного хліба, виготовленого із застосуванням ферментних препаратів Целюлад, Ксилолад і Глюкозооксидаза.

**Виклад основних результатів дослідження.** У дослідженнях використовували зразки хліба, виготовленого із зерна полби сорту Голіковська та пшениці сорту Харківська 30, вміст білка у якому становив 19,0 і 13,9 % відповідно, а некрохмальних полісахаридів — 15,3 і 11,6 %.

Дослідні зразки зернового полб'яного та пшеничного хліба готували шляхом замочування зерна полби та пшениці у 0,5-відсотковому розчині оцтової кислоти за температури 20 °С і гідромодуля 1:1,5 протягом 15 та 18 год відповідно. Після замочування зерно промивали у проточній воді, подрібнювали та на основі подрібненої зернової маси замішували тісто вологістю 47,0 % з додаванням 3,0 % дріжджів хлібопекарських пресованих і 1,5 % солі кухонної. Ферментні препарати Целюлад, Ксилолад і Глюкозооксидазу вводили у вигляді суспензій на етапі приготування тіста у встановлених раніше кількостях, які складали для хліба полб'яного 0,038; 0,076 і 0,010 %, а для хліба пшеничного — 0,036; 0,065 і 0,007 % до маси сухого зерна відповідно [3]. Тісто піддавали бродінню за температури 30 °С протягом 90 хв, ділили на шматки, формували та вистоювали тістові заготовки за температури 38 °С, які потім випікали за температури 180...220 °С протягом 30 хв. Як контрольні використовували зразки полб'яного та пшеничного зернового хліба, виготовленого без додавання ферментних препаратів.

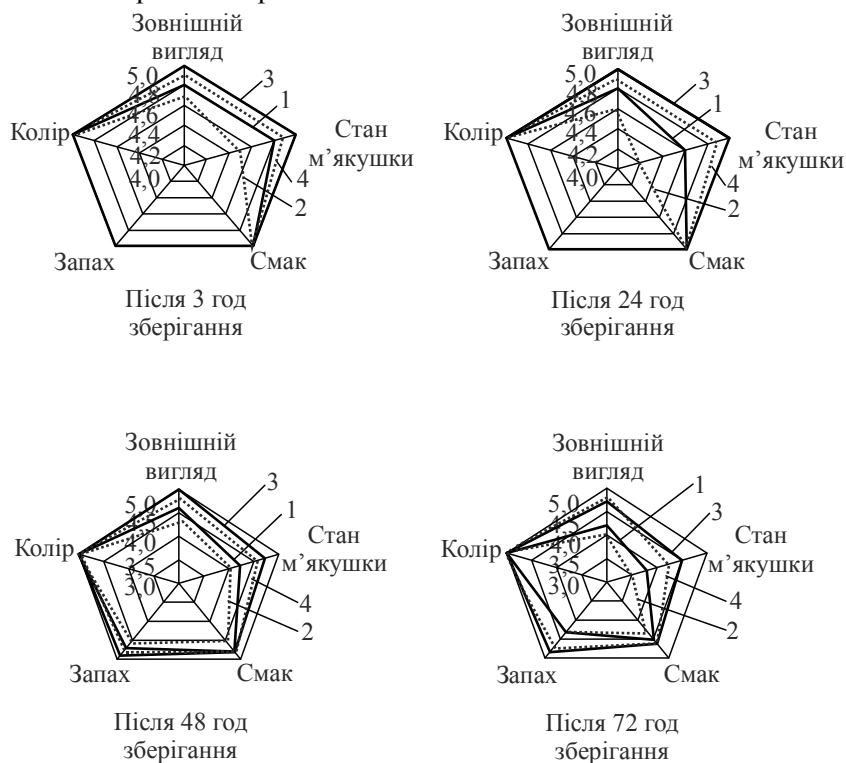
Випечені вироби зберігали у поліпропіленовій плівці за температури 18...20 °С і відносній вологості повітря 60...75 %. Дослідження проводили після повного остигання виробів (через 3 год після випікання), а потім через кожні 24 год протягом 72 годин.

Збереження свіжості дослідними та контрольними зразками хліба визначали за зміною їх органолептичних властивостей, а також показників вологості, намочуваності, деформації та кришкуватості м'якушки під час зберігання. Визначення органолептичних показників якості здійснювали за 5-бальною шкалою. Масову частку вологи визначали методом висушування до постійної маси, описаним у [13]. Оцінку структурно-механічних властивостей м'якушки виробів досліджували за допомогою автоматизованого лабораторного пенетрометра «Labog» [14]. Показник кришкуватості та гідрофільні властивості м'якушки визначали за методиками, описаними у [13].

Результати експериментальних досліджень представлені на рис. 1—3 і в табл. 1—2.

Аналіз органолептичних показників якості зернового хліба (рис. 1) свідчить, що через 3 год зберігання контрольний зразок зернового полб'яного хліба

характеризувався кращими показниками зовнішнього вигляду й стану м'якушки порівняно з контрольним зразком пшеничного.



**Рис. 1. Зміна органолептичних показників якості зернового хліба під час зберігання:**  
 1, 2 — полб'яного і пшеничного без додавання ФП (контрольні зразки);  
 3, 4 — полб'яного і пшеничного з додаванням ФП (дослідні зразки)

Використання в технології зернового хліба ферментних препаратів сприяло менш інтенсивному погіршенню зовнішнього вигляду та стану м'якушки як полб'яного, так і пшеничного хліба.

Через 24 год з початку експерименту відмічалось помітне погіршення стану м'якушки контрольних зразків полб'яного та пшеничного хліба порівняно із свіжевипеченим, а у зразках із ферментними препаратами ці зміни були менш вираженими. За більш тривалого зберігання, поряд з подальшим погіршенням стану м'якушки, спостерігалось зниження показників зовнішнього вигляду, смаку й запаху як контрольних, так і дослідних виробів, проте в останніх ці зміни відбувались меншою мірою.

За результатами визначення вологості дослідних і контрольних зразків під час зберігання хліба (табл. 1) встановлено, що цей показник свіжевипечених контрольних зразків полб'яного хліба є вищим, ніж у пшеничного, що зумовлено більшим вмістом високогідрофільних біополімерів у зерні полби.

Протягом зберігання відбувається зменшення вологості цих зразків зернового хліба на 8,7 і 10,8 % відповідно порівняно з початковими значеннями даного показника. Використання ферментних препаратів сприяє підвищенню

вмісту вологи у свіжовипеченому полб'яному та пшеничному хлібі, а також менш інтенсивним її втратам протягом 72 год зберігання, які наприкінці експерименту склали 6,2 і 6,9 %.

*Таблиця 1. Зміна вологості зернового хліба під час зберігання*

Тривалість зберігання, год	Вологість зразків зернового хліба, %			
	полб'яного		пшеничного	
	без добавок	з додаванням ферментних препаратів	без добавок	з додаванням ферментних препаратів
3	45,8±0,2	46,5±0,3	45,1±0,3	46,0±0,3
24	43,7±0,4	46,0±0,4	42,4±0,3	45,4±0,3
48	42,5±0,2	44,9±0,3	41,1±0,2	44,0±0,4
72	41,8±0,3	44,4±0,4	40,3±0,3	43,1±0,2

Виявлена тенденція зберігається і в зміні гідрофільних властивостей зразків зернового хліба (рис. 2). Так, м'якушка свіжовипеченого контрольного зразка полб'яного хліба поглинає на 19,4 % більше вологи, ніж м'якушка пшеничного. Наприкінці зберігання цей показник для контрольних зразків хліба зменшується на 41,9 і 50,0 %. Наявність у рецептурах зернового хліба ферментних препаратів (ФП) сприяє як підвищенню гідрофільних властивостей свіжовипечених полб'яних і пшеничних виробів, так і менш інтенсивному їх зниженню протягом експерименту. Величина показника намочуваності дослідних зразків хліба через 72 год зберігання зменшилася на 22,4 і 28,4 %.



**Рис. 2. Гідрофільні властивості м'якушки зернового хліба під час зберігання:**  
 1, 2 — полб'яного і пшеничного зернового хліба без додавання ФП (контрольні зразки);  
 3, 4 — полб'яного і пшеничного зернового хліба з додаванням ФП (дослідні зразки)

Встановлено, що показник пенетрації свіжовипеченого полб'яного хліба на 15,4 % більший, ніж у пшеничного, що є свідченням його кращих структурно-механічних властивостей (табл. 2). Це може бути зумовлено різним вмістом клейковини та харчових волокон у вказаних зразках. Під час їх зберігання величина цього показника м'якушки обох контрольних зразків хліба зменшується, причому найбільш інтенсивно у перші 24 год зберігання — на 28,3 і 34,6 % порівняно із початковими значеннями.

Таблиця 2. Зміна показника penetрації м'якучки зернового хліба під час зберігання

Тривалість зберігання, год	Показник penetрації м'якучки зернового хліба, од. приладу			
	полб'яного		пшеничного	
	без добавок (контроль)	з додаванням ферментних препаратів	без добавок (контроль)	з додаванням ферментних препаратів
3	60±3	75±4	52±2	64±3
24	43±2	67±3	34±1	55±2
48	34±1	48±2	26±1	38±2
72	30±1	39±2	22±1	30±1

Додавання до рецептур зернового хліба дослідних ферментних препаратів сприяє покращенню структурно-механічних властивостей як полб'яного, так і пшеничного зернового хліба, про що свідчать більші показники penetрації їх м'якучки на 25,0 і 23,1 % порівняно з контрольними зразками. Протягом 72 год зберігання зернового хліба, приготованого із дослідними ферментними препаратами, відбувається менш інтенсивне зниження показника penetрації як у полб'яному, так і в пшеничному хлібі, особливо протягом першої доби, що свідчить про зменшення швидкості усихання виробів.

Отримані закономірності підтверджуються і результатами визначення кришкуватості м'якучки зернового хліба (рис. 3). Встановлено, що цей показник для полб'яного зернового хліба на 15 % менший, ніж для пшеничного, що вказує на кращі структурно-механічні властивості полб'яного хліба. Протягом зберігання кришкуватість контрольних зразків полб'яного та пшеничного хліба зростає і наприкінці експерименту вона у 3,1 і 3,5 раза більша, ніж у свіжевипечених виробів.

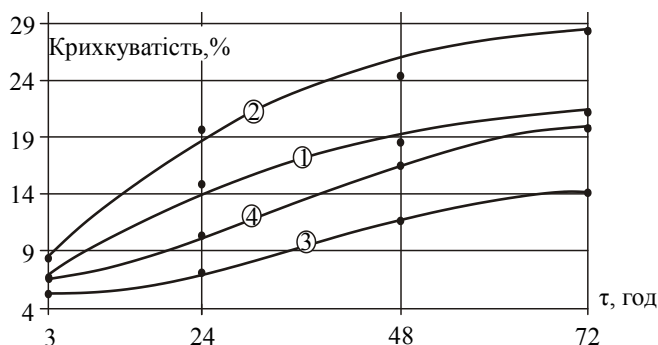


Рис. 3. Зміна кришкуватості зразків м'якучки зернового хліба під час зберігання: 1, 2 — полб'яного і пшеничного без додавання ФП (контрольні зразки); 3, 4 — полб'яного і пшеничного з додаванням ФП (дослідні зразки)

Використання дослідних ферментних препаратів у технології зернового хліба сприяє зниженню показника кришкуватості свіжовипеченого полб'яного та пшеничного хліба на 23,6 і 20,0 %, а протягом усього терміну зберігання цей показник знижується менш інтенсивно, ніж у контрольних, а саме у 2,8 і

3,1 раза. Слід зазначити, що наприкінці зберігання зразків зернового хліба, приготованих із додаванням ферментних препаратів, їх кришкуватість була майже такою, як у контрольних зразках через 24 год після повного остигання.

Отримані результати свідчать про покращення споживних властивостей як свіжовипеченого зернового хліба в разі використання під час його приготування ферментних препаратів Целюлад, Ксилолоад і Глюкозооксидаза, так і протягом усього терміну його зберігання. Такий ефект може бути пов'язаний із низкою складних біохімічних процесів, що відбуваються під дією цих ферментних препаратів у зерновому тісті. Так, відомо, що целюлаза й ксиланаза каталізують гідроліз целюлози та геміцелюлоз, унаслідок чого в тістовій системі підвищується вміст водорозчинних некрохмальних полісахаридів з високою водопоглинальною та водоутримувальною здатністю [15, 16], які утримують більше вологи, ніж крохмаль [1]. Наявність у зерновому тісті глюкозооксидази ініціює утворення перекису водню з глюкози, який окиснює тіолові групи клейковиноутворюючих білків та протеолітичних ферментів, у результаті чого клейковина зміцнюється і гальмується протеоліз [17, 18], що впливає на здатність нею утримувати вологу. Певний внесок у покращення споживних властивостей зернового хліба може здійснювати і додаткова кількість білка, що вивільнюється під час гідролізу білок-полісахаридних зв'язків під дією целюлази та ксиланази [15, 19].

### Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що додавання ферментних препаратів Целюладу, Ксилололаду та Глюкозооксидази під час виготовлення полб'яного та пшеничного зернового хліба сприяє кращому збереженню ними органолептичних, структурно-механічних показників якості й гідрофільних властивостей, менш інтенсивним змінам вологості та кришкуватості виробів протягом зберігання. Отримання такого ефекту досягається за рахунок підвищення водопоглинальної та водоутримувальної здатності виробів унаслідок дії комплексу ферментів і високогідрофільні сполуки зерна.

### Література

1. Технологія хлібопекарського виробництва / [В. І. Дробот та ін.]. — Київ, 2002. — 236 с.
2. *Lysyuk G.M.* The technological aspects of emmer breed, Golikovska / G.M. Lysyuk, S.G. Oliy-nyk, G.V. Zaparenko, S.Y. Didenko, O.V. Golik, T.S. Geyko // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. — 2014. — #. 2 (5). — P. 54—56.
3. *Олійник С.Г.* Оптимізація складу композиції ферментних препаратів для підвищення якості зернового хліба / С.Г. Олійник, Г.В. Запаренко, О.Г. Дьяков // Харчова наука і технологія. — 2016. — № 1. — С. 31—36.
4. *Капрельянци Л.В.* Ферменты в пищевых технологиях: монография / Л.В. Капрельянци. — Одесса, 2009. — 468 с.
5. *Miguel Ângelo Samir Melim.* Enzymes in Bakery: Current and Future Trends / Ângelo Samir Melim Miguel, Tathiana Souza Martins-Meyer, Érika Veríssimo da Costa Figueiredo, Bianca Waruar Paulo Lobo, Gisela Maria Dellamora-Ortiz [Electronical resource]. — Available at: <<http://dx.doi.org/10.5772/53168>>.
6. *Дробот В.И.* Повышение качества и сроков хранения хлеба / В.И. Дробот, Т.А. Сильчук // Продукты & ингредиенты. — 2010. — № 2. — С.18—20.

7. *Haros M.* Effect of different carbohydrases on fresh bread texture and bread staling / M. Haros, C.M. Rosell, C. Benedito // *European Food Research and Technology* — 2002. — Vol. 215. — Is. 5. — P. 425—430. DOI: 10.1007/s00217-002-0580-4.
8. *Sorensen J.* Degree of inhibition by the endogenous wheat xylanase inhibitor controls the functionality of microbial xylanases 'in Dough' / J. Sorensen, O. Sibbesen, C. Poulsen // *AACC Annual Meeting, Enzymes and Baking, USA.* — 2001. — 213 p.
9. *Poutanen K.* Enzymes: An important tool in the improvement of the quality of cereal foods / K. Poutanen // *Trends Food Sci Technol.* — 1997. — #. 8. — P. 300—306.
10. *McPhillips K.* Purification and Characterisation of a  $\beta$ -1,4-Xylanase from *Remersonia thermophila* CBS 540.69 and its Application in Bread Making / K. McPhillips, D. M. Waters, C. Parlet, D. J. Walsh, E. K. Arendt, P. G. Murray // *Applied biochemistry and biotechnology.* — 2013. — Vol. 172 (4). — P. 1747—1762. DOI: 10.1007/s12010-013-0640-1.
11. *Zheng H.* Improvement of the quality of wheat bread by addition of glycoside hydrolase family 10 xylanases / H. Zheng, B. Guo, X. L. Chen, S. J. Fan, Yu. Z. Zhang // *Appl Microbiol Biotechnol.* — 2011. — Vol. 90 (2). — P. 509—515. DOI: 10.1007/s00253-011-3088-7.
12. *Ghoshal G.* Effect of Xylanase on Quality Attributes of Whole Wheat Bread / G. Ghoshal, U.S. Shivhare, U.C. Banerjee // *Journal of Food Quality.* — 2013. — Vol. 36, Iss. 3. — P. 172—180. DOI: 10.1111/jfq.12034.
13. *Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: навч. посібник* / [В. І. Дробот та ін.]. — Київ, 2006. — 341 с.
14. *Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навч. посібник* / [А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко та ін.]. — Харків: ХДУХТ, 2006. — 63 с.
15. *Primo-Martin C.* Influence of pentosanase and oxidases on water-extractable pentosans during a straight breadmaking process / C. Primo-Martin, M.A. Martinez-Anaya // *J.Food Sci.* — 2003. — Vol. 68. — P. 31—41.
16. *Hemdane S.* Wheat (*Triticum aestivum* L.) Bran in Bread Making: A Critical Review / S. Hemdane, P.J. Jacobs, E. Dornez, J. Verspreet, J.A. Delcour, C.M. Courtin // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* — 2016. — Vol. 15, Iss. 1. — P. 28—42.
17. *Renzetti S.* Role of enzymes in improving the functionality of proteins in nonwheat dough systems / S. Renzetti, C.M. Rosell // *Journal of Cereal Science.* — 2016. — Vol. 67. — P. 35—45. DOI org/10.1016/j.jcs.2015.09.008 0733-5210.
18. *Bonet A.* Rebuilding gluten network of damaged wheat by means of glucose oxidase treatment / A. Bonet, C.M. Rosell, I. Perez-Munuera, I. Hernando // *Journal of the Science of Food and Agriculture.* — 2007. DOI:10.1002/jsfa.2846.
19. *Primo-Martin C.* An explanation for the combined effect of xylanase–glucose oxidase in dough systems / C. Primo-Martin, M. Wang, W.J. Lichtendonk, J.J. Plijter, R. J. Hamer // *Sci. Food Agric.* — 2005. — Vol. 85. — P. 1186—1196. DOI: 10.1002/jsfa.2107.

## **ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНОВОГО ПШЕНИЧНОГО И ПОЛБЯНОГО ХЛЕБА ПРИ ХРАНЕНИИ**

**А.В. Запаренко, С.Г. Олейник, О.В. Самохвалова, М.В. Артамонова**

*Харьковский государственный университет питания и торговли*

*В статье представлены результаты исследования изменения показателей качества при хранении зернового полбяного и пшеничного хлеба, приготовленного с использованием ферментных препаратов целлюлолитического, гемицеллюлолитического и окислительно-восстановительного действия Целлюлад, Ксилотад и Глюкозооксидазы. Установлено, что в течение 72 ч хранения*



*исследуемые образцы полбяного и пшеничного хлеба лучше сохраняют свежесть, чем контрольные, о чём свидетельствуют их более высокие органолептические, структурно-механические и гидрофильные свойства, меньшие потери влаги и меньшие показатели крошковатости. Это связано с повышением водопоглотительной и водоудерживающей способности, а также с улучшением структуры зернового полбяного и пшеничного теста и хлеба в результате биотрансформации некрахмальных полисахаридов и улучшения состояния белково-протеинового комплекса зерна под действием Целлюлазы, Ксиланазы и Глюкозооксидазы.*

**Ключевые слова:** *полба, пшеница, зерновой хлеб, целлюлаза, ксиланаза, глюкозооксидаза, свежесть, черствение.*