

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПЕЛЬТОВОГО І ГАРБУЗОВОГО БОРОШНА НА ЗМІНУ СПОЖИВЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ХЛІБА

С.Ю. Миколенко, к. т. н, доцент,

Я.В. Гезь, асистент,

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

У статті розглянуто перспективи використання нетрадиційної сировини у технології хліба, а саме спельтового борошна і борошна зі знежиреного насіння гарбуза, у якості функціональних добавок, які покращать харчову цінність готового продукту. Проведено аналіз останніх досліджень і публікацій стосовно впливу нетрадиційних видів сировини на біологічну цінність і показники свіжості хліба.

Метою роботи стало виявлення біологічної цінності нетрадиційних видів борошняної сировини і зміни споживчих характеристик готової продукції під час зберігання. Визначено мінеральний склад пшеничного борошна вищого сорту, борошна пшеничного оббивного, спельтового борошна і борошна зі знежиреного насіння гарбуза. Показано вплив борошна спельти і гарбузового борошна на ступінь черствіння хліба протягом зберігання, а саме зміну вологості, кришкуватості і набухання м'якушки. Представлено результати диференційно-термічного аналізу продукції. Визначено харчову цінність хліба, виготовленого з використанням нетрадиційної борошняної сировини.

Ключові слова: *спельтове борошно, борошно зі знежиреного насіння гарбуза, мінеральний склад, свіжість хліба, харчова цінність*

STUDY OF SPELT AND PUMPKIN FLOUR INFLUENCE ON BREAD CONSUMER CHARACTERISTICS

S. Yu. Mykolenko, Ph.D., Associate Professor,

Y. V. Hez', Assistant,

Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University

The article is devoted to the prospects of using non-traditional raw materials in bread technology, namely spelt flour and fat-free pumpkin seeds flour as functional additives that enable to improve the nutritional value of the finished product. The review of recent research and publications concerning the influence of non-traditional types of raw materials on biological value and indicators of bread freshness is carried out.

The study was aimed to identify the biological value of non-traditional types of flour raw materials and changes in consumer characteristics for finished products during their storage. The mineral composition of flour made from wheat, spelt, pumpkin seeds is determined.

The article reveals the influence of spelt and pumpkin flour on the degree of bread staleness during storage, namely the change of moisture content, crumbness and swelling index of crumb. The results of the differential-thermal analysis of developed products are presented. The nutritional value of bread made with use of non-traditional flour raw materials is determined.

Keywords: *spelt flour, fat-free pumpkin seeds flour, mineral composition, freshness of bread, nutritional value*

У сучасному темпі життя населення вживає велику кількість рафінованих продуктів, збіднених на вітаміни, мінеральні речовини та харчові волокна. Мінеральні речовини беруть участь у біохімічних реакціях і біологічних процесах, що проходять у організмі. Оскільки організм людини не може на тривалий час робити запаси мінеральних речовин, вони постійно повинні поповнюватись за рахунок вживання харчових продуктів, у яких вони мають міститися у кількості відповідній фізіологічним потребам. Одним із

шляхів вирішення проблеми є застосування борошна нетрадиційних видів сировини, що дозволить підвищити біологічну цінність хлібобулочних виробів. На сьогоднішній день все більшої популярності набуває спельтове борошно, яке виробляють із зерна спельти – древнього напівдикого сорту пшениці. Зерно спельти вважається цінною культурою для органічного землеробства, оскільки його можливо вирощувати в ґрунті з низьким вмістом азоту. Відомо, що спельтове борошно, порівняно з пшеничним, містить більшу кількість білка, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин [1]. Поживні речовини спельти швидше засвоюються організмом, оскільки мають високий рівень розчинності.

Так, у роботі [2] відмічено, що спельтове борошно по крупності відповідає пшеничному борошну першого сорту. Враховуючи дану особливість, авторами проведено порівняння хімічного складу борошна цих видів, а також амінокислотного та фракційного складу білків клейковини. У борошні спельти виявлено знижений вміст спирторозчинної фракції пшеничної клейковини (21,67-28,74% гліадину), яка має токсичну дію на слизову оболонку кишечника людини і, як наслідок, сприяє появі таких захворювань як целиакія (глютенова хвороба), харчова глютенна алергія, алергічний дерматит і, навіть, аутизм і рак кишечника.

З метою надання хлібобулочним виробам функціонального призначення застосовують різні види сировини, які, в свою чергу, повинні відповідати таким вимогам, як безпечність, натуральність і відсутність можливості зменшувати харчову цінність продукту. Зокрема, такою сировиною є борошно зі знежиреного насіння гарбуза, яке є побічним продуктом при виробництві гарбузової олії. Борошно зі знежиреного насіння гарбуза має високу харчову цінність і лікувальні властивості, обумовлені вмістом кукурбітину [3, 4]. Також відомий факт, що при вирощуванні гарбуз накопичує меншу кількість нітратів і радіонуклідів порівняно з іншими овочевими культурами [3].

Хлібні вироби, на відміну від багатьох інших продуктів, здатні забезпечити організм людини значною кількістю енергії та майже всіма життєво необхідними речовинами. Оскільки хліб є продуктом щоденного споживання, шляхом заміни пшеничного борошна на борошно, виготовлене з нетрадиційної сировини, можливо домогтися регулювання його хімічного складу. Проте, такі зміни рецептури супроводжуються суттєвим зниженням споживчих якостей хліба.

Відомо, що зміна свіжості хліба під час зберігання, насамперед, залежить від використаної сировини. Для розширення асортименту хліба та покращення його якості вважається доцільним застосовувати різні рослинні добавки [5-7]. Так, у роботі [5] показано вплив порошку календули лікарської на технологічні аспекти виробництва хліба. Рослинну добавку вносили у кількості 0,5; 1,5 і 2,5%. Відмічається, що внесення порошку календули у кількості 1,5% до маси пшеничного хліба є оптимальним для забезпечення його свіжості при зберіганні.

Авторами [6] показано зміну споживчих властивостей хліба з цільного зерна пшениці при введенні у рецептуру коренеплодів селери, петрушки і пастернаку. Дослідження змін фізико-хімічних властивостей хліба у процесі зберігання проводили шляхом визначення структурно-механічних властивостей м'якушки, її кришкуватості та гідрофільності. Результати показали, що включення до складу хліба коренеплодів селери, петрушки та пастернаку сприяє значному уповільненню процесу його черствіння.

Тому **метою роботи** стало визначення мінерального складу нетрадиційної борошняної сировини, біологічної цінності готової продукції та зміни характеристик готової продукції під час зберігання.

Матеріали та методи. У ході досліджень було використано борошно пшеничне вищого сорту ТМ «Київмлин» вологістю 12,1% з масовою часткою сирої клейковини 27%, ВДК 67 ум.од. та показником числа падіння 263 с; суцільнозмелене спельтове борошно ТМ «Зелений млин» вологістю 11,5 з масовою часткою сирої клейковини 39%, ВДК 90 ум.од. та показником числа падіння 357 с; борошно зі знежиреного насіння гарбуза ТМ «Органік-

Еко-Продукт» вологістю 7,1%; дріжджі хлібопекарські пресовані ТМ «Львівські»; сіль кухонну харчову.

Дослідження мінерального складу пшеничного, спельтового борошна і борошна зі знежиреного насіння гарбуза проводили методом оптичної емісійної спектроскопії індуктивно зв'язаною плазмою на приладі ICP-OES Agilent Technologies 5100. Для вивчення зміни споживчих характеристик хліба на основі попередніх досліджень [8] було використано рецептуру хліба, яка характеризувалась високими показниками якості із 20 і 10% вмістом спельтового борошна і борошна зі знежиреного насіння гарбуза відповідно. Дослідні зразки зберігали при відносній вологості повітря 75%. Дослідження проводили через 24, 48 і 72 годин після випікання хліба. Зразки зберігались без упаковки. Визначення вмісту форм зв'язку вологи у хлібі проводили на дериватографі «Паулік-Паулік-Ердей» марки Q-1500D. Нагрівання зразку здійснювали у температурному інтервалі від 20 до 250°C зі швидкістю 2,5 °/хв.

Результати та обговорення. Відомості про хімічний склад сировини є важливим технологічним аспектом, за допомогою якого можливо регулювати харчову цінність продукту. У порівнянні з пшеничним хлібом, у хлібі, виготовленому з композитної суміші, вміст вітамінів (E, B₂, B₆, PP) збільшився в 1,5-2 рази. Макро- і мікроелементи відіграють важливу роль у функціонуванні організму людини. Так, наприклад, без кальцію неможлива робота нервової системи, також його наявність впливає на процес згортання крові. Магній необхідний для утворення кісткової тканини і активізації ферментів. Фосфор впливає на утворення кісток, брак цього елемента в організмі може спричинити рахіт, порушення росту, деформацію кісток. Функціонування серцево-судинної системи, енергетичний обмін залежить від наявності калію. Дефіцит заліза і міді спричиняє анемію. Нестача в організмі цинку сповільнює загоєння ран, спричиняє послаблення імунітету. Недостатня кількість марганцю в організмі погіршує роботу мозку і нервової системи [9].

Як видно з отриманих даних (табл. 1), мінеральний склад спельтового борошна і борошна зі знежиреного насіння гарбуза суттєво відрізняється від пшеничного борошна. Так макроелементний склад спельтового борошна характеризується збільшеним у 2-3 рази вмістом кальцію. Магній і фосфор у порівнянні із пшеничним борошном вищого сорту у спельтовому борошні зростає на 240-272%, порівняно із оббивним – на 13-19%. Це вказує на переважний вміст даних елементів в оболонкових частинах як зерна спельти, так і зерна пшениці.

Борошно зі знежиреного гарбуза виступає цінним джерелом макроелементів та містить у 3-4,5 рази більше кальцію. На відміну від спельтового, борошно зі знежиреного гарбуза багате на калій. Особливістю побічного продукту переробки гарбуза також є і високий вміст магнію, що перевищує пшеничне борошно у 5-16 разів та фосфору (3-12).

Щодо мікроелементного складу нетрадиційних видів борошняної сировини, то слід відзначити, що борошно зі спельти виступає цінним джерелом цинку, вміст якого складає 455-775% до пшеничного борошна. Головною особливістю гарбузового борошна є збільшений вміст заліза, який складає 219-526%. Тобто спельтове і гарбузове борошно суттєво збагачене на мінеральні речовини порівнюючи із пшеничним.

Однією з не менш важливих характеристик хліба є стабільність його споживчої якості. Відомо, що на процес збереження показників якості хліба впливає сировина, параметри приготування тіста, ступінь його механічної обробки та інші технологічні параметри [7]. Зміна свіжості хлібобулочних виробів пов'язана із черствінням хліба, яке призводить до погіршення його споживчих властивостей: відбувається зменшення його еластичності, хліб стає крихкуватим, втрачаються аромат і смак продукту [6]. У результаті черствіння спостерігається зниження гідрофільності колоїдів хліба, погіршується здатність м'якушки до поглинання води та набухання, відбуваються зміни мікроструктури хліба [10]. Процес черствіння відбувається у м'якушці. У свіжоспеченому хлібі крохмальні зерна знаходяться в аморфному стані, тоді як при зберіганні відбувається ретроградація крохмалю, яка пов'язана зі зміною амілози і амілопектину. Цей процес викликає

ущільнення структури м'якушки хліба, крохмальні зерна зменшуються в об'ємі, у білково-крохмальній матриці з'являються тріщини.

Таблиця 1

Вміст мінеральних речовин у борошні

Мінеральна речовина, мг/100 г	Борошно спельти	Борошно зі знежиреного насіння гарбуза	Відношення концентрації елемента			
			у спельтовому борошні		у борошні зі знежиреного насіння гарбуза	
			до борошна пшеничного вищого сорту	до борошна оббивного	до борошна пшеничного вищого сорту	до борошна оббивного
Макроелементи						
Ca	80,53 ±9,41	127,4 ±10,31	2,88	2,06	4,54	3,26
K	313,56 ±18,16	969,33 ±64,03	1,98	1,01	6,13	3,13
Mg	112,32 ±3,02	528,60 ±26,14	3,4	1,19	16,02	5,62
P	379,08 ±9,25	1225,30 ±79,75	3,72	1,13	12,01	3,65
Мікроелементи						
Cu	1,47 ±0,07	0,48 ±0,03	5,07	0,37	1,65	0,12
Fe	5,81 ±0,66	15,09 ±0,17	2,41	123	6,26	3,19
Zn	11,11 ±1,94	3,77 ±0,09	8,75	5,55	2,97	1,89
Mn	2,87 ±0,23	4,02 ±0,10	3,02	1,16	4,24	1,64

Відомо, що зміна якості хліба при зберіганні обумовлена структурними перетвореннями і втратою вологи, зі зменшенням кількості якої прискорюється процес черствіння хліба [11]. Як видно з рис. 1, спостерігається тенденція зменшення вологості хліба при його зберіганні для всіх досліджуваних зразків. Проте вироби виготовлені із суміші пшеничного, спельтового і гарбузового борошна трохи швидше втрачають вологу. Так вологість контрольного зразка хліба протягом 36 год зберігання знизилася на 1%, вологість хліба виготовленого з композиційної суміші – 2,1%.

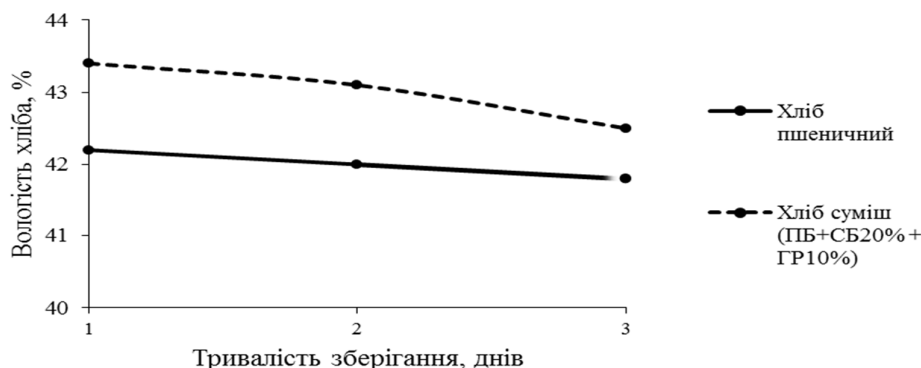


Рис. 1. Вплив спельтового і гарбузового борошна на зміну вологості хліба в процесі зберігання

Також було проведено оцінку свіжості хліба за показниками кришкуватості і гідратаційних властивостей м'якушки. Під час втрати вологи при зберіганні м'якушка хліба стає твердішою, зменшується її еластичність. Внаслідок цих процесів, під час

зберігання м'якушка здатна поглинати набагато меншу кількість води. Відомо, що кришкуватість пов'язана з утворенням повітряних прошарків, які стають помітнішими під час зберігання, за рахунок поступової ретроградації крохмальних гранул [12].

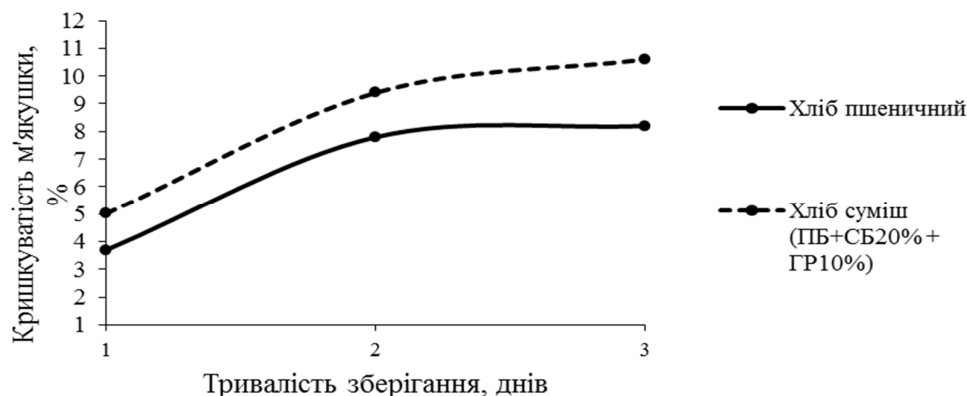


Рис. 2. Вплив спельтового і гарбузового борошна на кришкуватість хліба в процесі зберігання

Дослідження виробів (рис. 2) показало, що протягом їх зберігання кришкуватість найбільше змінювалась протягом перших 36 годин. Найбільшою кришкуватістю характеризується дослідний зразок хліба, для якого показник під час зберігання зростав на 54,5%, для контрольного зразка – на 50%. При вивченні зміни водопоглинальної здатності м'якушки (рис. 3) спостерігалось зменшення кількості води, яку поглинає м'якушка протягом зберігання для всіх зразків. Аналогічно до зміни вологості та кришкуватості, хліб виготовлений з композитної суміші мав знижений до 290% ступінь набухання м'якушки (контроль – 337%). При цьому було зафіксовано збільшення швидкості втрати здатності м'якушки до набухання протягом перших двох днів зберігання.

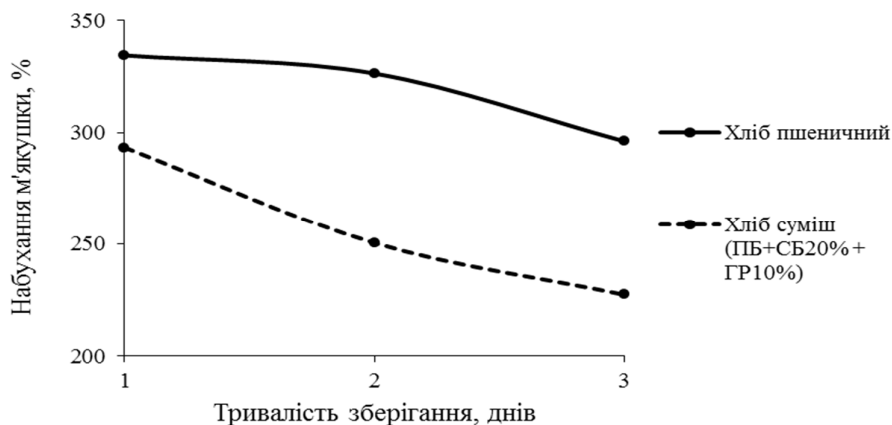


Рис. 3. Вплив спельтового і гарбузового борошна на набухання м'якушки хліба в процесі зберігання

Ступінь черствіння хліба також можна визначити за співвідношенням вільної і зв'язаної води, яку визначали диференційно-термічним аналізом. Даний метод базується на визначенні кількості тепла, яке необхідне для випаровування води зразка хліба в процесі безперервного нагрівання [13]. Під час зберігання хліба відбувається перехід води із однієї форми в іншу. Як видно із табл. 2, після 24 годин зберігання хліб, виготовлений з використанням спельтового і гарбузового борошна, містить на 5% більше зв'язаної води (табл. 2). При цьому волога у таких виробках перебуває переважно в

осмотично зв'язаному стані, на відміну із хліба із пшеничного борошна. Увагу привертає той факт, що для досліджуваних зразків співвідношення вільної і зв'язаної вологи майже вирівнюється на 3 добу зберігання. Це вказує на більш швидкий перерозподіл форм зв'язку вологи у продукті, який виготовлений із пшеничного борошна. Очевидно, що збільшення частки зв'язаної вологи зумовлює зростання температурного піку її видалення для контрольного зразка. Міграція вологи при використанні спельтового і гарбузового борошна у рецептурі хліба дещо уповільнюється. Проте кришкуватість і здатність до набухання м'якушки дослідних зразків очевидно вказує на переважну роль у черствінні менш гомогенізованої за структурою крохмально-білкової матриці, що може сприяти появі повітряних проміжків у її складі.

Таблиця 2

Форми зв'язку вологи в м'якушці хліба

Форми зв'язку вологи	Кількість вологи, %	Температура видалення, °С		Кількість вологи, %	Температура видалення, °С	
		інтервал	пік		інтервал	пік
	24 години зберігання			72 години зберігання		
Вільна	<u>85,4</u> 79,7	<u>20...111</u> 20...120	–	<u>77,9</u> 78,3	<u>20...113</u> 20...103	–
механічно зв'язана	<u>53,3</u> 37,3	<u>20...97</u> 20...80	–	<u>42,2</u> 35,3	<u>20...97</u> 20...76	–
осмотично зв'язана	<u>32,1</u> 42,4	<u>97...111</u> 80...120	<u>102</u> 100	<u>35,7</u> 42,9	<u>95...113</u> 76...103	<u>113</u> 100
Зв'язана (адсорбційна)	<u>14,6</u> 20,3	<u>111...237</u> 120...243	–	<u>22,1</u> 21,7	<u>113...250</u> 103...244	–

Примітка. Значення над рискою – показник для контрольного зразка, під рискою – для дослідного

Висновки

Нетрадиційні види борошна багаті на вміст мінеральних речовин, вітамінів і клітковини, тому є перспективними видами функціональної сировини хлібопекарського виробництва. Визначено, що спельтове борошно виступає цінною борошняною сировиною, збагаченою кальцієм і цинком, а борошно зі знежиреного насіння гарбуза – кальцієм, калієм, магнієм, фосфором і залізом. Встановлено, що за вмістом мінеральних елементів, таких, як калій і кальцій, хліб із композитної суміші в 1,5 рази перевищує пшеничний, а за вмістом фосфору, магнію і цинку – 2-3 рази. Використання спельтового борошна і борошна зі знежиреного насіння гарбуза у рецептурі хліба дещо прискорює процеси черствіння готових виробів. Так, зміна кришкуватості і здатності м'якушки до набухання протягом зберігання для хліба, виготовленого із композитної суміші, становила 54,5% і 22,5% відповідно, тоді як для пшеничного – 50% і 11,5%. Співвідношення вільної і зв'язаної вологи у поліпшеному хлібі залишалося майже незмінним порівняно із традиційним продуктом. Це вказує на превалювання у процесах черствіння хліба, виготовленого із використанням спельтового і гарбузового борошна, нерівномірності структури крохмально-білкової матриці м'якушки, що може сприяти появі повітряних проміжків у її складі. Тому у подальших дослідженнях планується дослідити зміни продукції на мікроструктурному рівні і виявити механізми впливів нетрадиційної борошняної сировини на зберігання якості хліба.

Література

1. Дробот, В. І. Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти / В. І. Дробот, Л. А. Михонік, А. Б. Семенова // Хранение и переработка зерна. – 2014. – № 4. – С. 37-39.

2. Крюков, Е. В. Исследование химического состава полбяной муки / Е. В. Крюков, Н. В. Лейберова, Е. И. Лихачева. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – №2. – С. 75-81.
3. Столярчук, В. М. Вплив гарбузового борошна на хлібопекарські властивості пшеничного / В. М. Столярчук. // Технологии и оборудование пищевых производств. – 2010. – №5. – С. 66-68.
4. Нестерова, О. В. Стандартизация семян тыквы и препаратов из них : дис. канд. фарм. наук : 15.00.02 / Нестерова О. В. – Москва, 1990. – 148 с.
5. Рехвиашвили, Э. И. Биотехнологические аспекты производства хлеба с добавлением порошка календулы лекарственной (*caléndula officinális*) / Э. И.Рехвиашвили, С. А. Гревцова, М. Ю. Кабулова, М. К. Айлярова. // Аграрный вестник Урала. – 2014. – №1. – С. 63-65.
6. Мардар, М. Р. Зміни споживних властивостей хліба з цільного зерна пшениці з включенням коренеплідних овочів у процесі зберігання / М. Р. Мардар, Н. Р. Кордзая // Харчова наука і технологія. – 2011. – №1. – С. 85-87.
7. Тхазеплов, Ф. Х. Влияние внесения спирулины на процесс черствения хлебобулочных изделий из пшенично-ячменной муки / Ф. Х. Тхазеплов, З. А. Иванова. // Успехи современной науки и образования. – 2016. – №10. – С. 41-43.
8. Миколенко, С. Ю. Дослідження хлібопекарських властивостей спельтового та гарбузового борошна при використанні плазмохімічно активованої води / С.Ю.Миколенко, Я. В. Гезь. // Продовольчі ресурси. Збірник наукових праць. – 2016. – №7. – С. 170-177.
9. Зубар, Н. М. Основы физиологии та гігієни харчування: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
10. Півоваров, О. А. Дериватографічні дослідження тіста, приготованого з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів / О.А. Півоваров, С.Ю.Миколенко // Харчова наука і технологія. – 2011. – № 3. – С. 69-72.
11. Макарова, О. В. Вплив компонентів рецептури на зміни показників якості зернового хліба при зберіганні / О. В.Макарова, Г. Ф. Пшенишнюк, Г. С. Иванова, А.І.Левицька. // Наукові праці ОНАХТ. – 2012. – №42. – С. 129-133.
12. Луньова, О. С. Дослідження впливу жиру на збереження свіжості безбілкового хліба / О. С. Луньова, О. Г. Дьяков, О. І. Торяник. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2012. – №1. – С. 196-204.
13. Дробот, В. І. Використання житньо-солодового екстракту й ферментного препарату Новаміл як засобів проти черствіння / В. І. Дробот, Т. А. Сильчук. // Хранение и переработка зерна. – 2003. – №4. – С. 50-51.