

Секція 3. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 664.651:664.785.8

ВПЛИВ ШРОТУ ЗАРОДКІВ ВІВСА НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ТІСТА І ЯКІСТЬ ХЛІБА

**О.В. Самохвалова, С.Г. Олійник, Н.В. Лапицька,
Г.В. Степанькова, М.М. Бондаренко**

На модельних системах досліджено вплив 10–20% шроту зародків вівса від маси борошна на структурно-механічні властивості житньо-пшеничного тіста. Показано, що внесення шроту зародків вівса приводить до збільшення в'язкості, пружності, еластичності й пластичності житньо-пшеничного тіста, що сприяє кращій формо- та газотримувальній здатності тіста, дозволяє отримати вироби з високими фізико-хімічними показниками якості.

Ключові слова: шрот зародків вівса, структурно-механічні показники, в'язкість, пружність, еластичність, якість.

ВЛИЯНИЕ ШРОТА СЕМЯН ОВСА НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА И КАЧЕСТВО ХЛЕБА

**О.В. Самохвалова, С.Г. Олейник, Н.В. Лапицкая,
Г.В. Степанькова, М.М. Бондаренко**

На модельных системах исследовано влияние 10–20% шрота зародышей овса от массы муки на структурно-механические свойства ржано-пшеничного теста. Показано, что внесение шрота зародышей овса приводит к увеличению вязкости, упругости, эластичности и пластичности ржано-пшеничного теста, что способствует лучшей формо- и газоудерживающей способности теста, позволяет получить изделия с физико-химическими показателями качества.

Ключевые слова: шрот зародышей овса, структурно-механические показатели, вязкость, упругость, эластичность, качество.

THE EFFECT OF EXTRACTION CAKE OF OAT GERM ON THE STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF RYE-WHEAT DOUGH AND THE QUALITY OF BREAD

O. Samohvalova, S. Oliinyk, N. Lapitskaja,
G. Stepankova, M. Bondarenko

The article presents the results of research regarding the effect of 10–20% of extraction cake of oat germ on the structural and mechanical properties of rye-wheat dough and the quality of finished products. The effect of extraction cake of oat germ on the spreadable and viscoelastic characteristics of rye-wheat dough was studied using dough model systems made from the mixture of medium rye flour and wheat flour of first grade. It has been shown that the adding of the additive contributes to reducing the dough ball running within 90 minutes of fermentation. Using the elastoplastometer of Tolstoy by the method of parallel plane shift, it has been proved that adding of 10–20% of extraction cake of oat germ contributes to increasing of modulus of instantaneous elasticity and rye-wheat dough elasticity by 1,4–2,9 and 1,1–1,5 times, the growth of plastic viscosity of dough is 3,8–6,3 times in comparison with the dough without additive (control sample). The fact that the addition of the additive being studied contributes to increasing of dough effective viscosity both immediately after kneading the dough and after 90 minutes of it's autolysis, has been shown on the rye-wheat dough model systems, which is most likely due to the high moisture absorbing and water-retaining capacities of non-starch polysaccharides contained in the extraction cake of oat germ.

Based on the experimental studies, better gas holding capacity of the dough with the addition of 10–20% of extraction cake of oat germ has been proved, as evidenced by an increase of dough volume during fermentation by 7,3–22,0% compared to the control sample. On the one hand, such changes are associated with the improvement of dough structural and mechanical characteristics, and on the other, with the activation of dough fermentation microflora due to the high content of mono- and disaccharides, amino acids, vitamins and minerals in the extraction cake of oat germ. The positive effect of extraction cake of oat germ on the formation of dough structural and mechanical characteristics is also evidenced by an increase in the compressibility factor of bread crumb by 32,3–61,2%. It has been established that the introduction of extraction cake of oat germ in the interval being studied, increases the specific volume of products by 10,0–25,0%, dimensional stability – by 6,7–15,5%, porosity – by 5,0–11,7%.

Thus, it has been shown that the use of 10–20% of extraction cake of oat germ instead of flour contributes to increasing of the viscosity, resilience, elasticity and plasticity of mixed rye-wheat dough, improving its form-holding and gas holding capacities, which allows to obtain products with high structural-mechanical and physicochemical quality indicators.

Keywords: extraction cake of oat germ, structural-mechanical, viscosity, resilience, elasticity, quality.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В Україні житньо-пшеничний хліб належить до найпопулярніших хлібобулочних виробів, поступаючись за об'ємами споживання тільки хлібу з пшеничного борошна [1]. Разом з тим відомо, що його хімічний склад є незбалансованим за складом та вмістом білків, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин і потребує корегування. У зв'язку з цим актуальним є пошук способів підвищення харчової та біологічної цінності хліба. Світовий досвід свідчить про ефективність застосування із цією метою вторинних продуктів переробки борошномельного, круп'яного, олійного та інших виробництв, які є джерелом необхідних для життєдіяльності людини фізіологічно функціональних інгредієнтів.

Перспективною сировиною для корегування хімічного складу житньо-пшеничного хліба є шрот зародків вівса – вторинний продукт у технологічному процесі отримання вівсяної олії шляхом екстракції, який є джерелом харчових волокон, незамінних амінокислот, макро- та мікроелементів тощо [2]. Застосування в цій технології щадної температури на всіх етапах виробництва (не вище 40 °С) є запорукою максимального збереження в ньому природного вмісту біологічно активних і поживних речовин [3].

Відомо, що використання в технології хліба нетрадиційної сировини може суттєво вплинути на формування властивостей тіста, у тому числі структурно-механічних, що спричиняє зміни показників якості готових виробів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що структура тіста значною мірою визначається співвідношенням і властивостями структуроутворювальних високомолекулярних гідрофільних сполук, що гідратуються під час замішування й становлять основу цієї складної полідисперсної системи [4]. Вітчизняними та зарубіжними дослідниками доведено, що додавання вторинної рослинної сировини з високим вмістом гідрофільних біополімерів (пшеничних і вівсяних висівок, продуктів переробки зародків пшениці та кукурудзи, клітковини гороху та гарбуза, концентратів вівсяних, бурякових та яблучних харчових волокон, післяспиртової барди з топінамбура тощо) впливає на пружно-еластичні та в'язко-пластичні характеристики тіста і якість готових виробів. Спрямованість й інтенсивність цих змін зумовлюються кількістю та фракційним складом білків та некрохмальних полісахаридів, умістом та властивостями крохмалю добавки, її дисперсністю, рецептурним складом і технологією виробів тощо [2; 5–16].

Щодо хімічного складу, шрот зародків вівса містить значну кількість білків (23,0%), харчових волокон (23,3%), крохмалю (30%), а також моно- та дицукриди, мінеральні речовини та вітаміни. Раніше було

встановлено, що його додавання в кількості 10–20% від маси борошна під час замішування пшеничного тіста сприяє значному збільшенню в'язкості та пружності, чим спричиняє ущільнення м'якушки та зниження показників пористості й питомого об'єму пшеничного хліба [2].

Реологічні характеристики житньо-пшеничного тіста, як відомо, відрізняються від таких у пшеничного, що зумовлено відмінностями хлібопекарських властивостей житнього борошна [17]. Отже, дослідження зміни структури житньо-пшеничного тіста та якості хліба за вмісту шроту зародків вівса становлять науковий та практичний інтерес.

Мета статті – дослідити вплив шроту зародків вівса на структурно-механічні властивості житньо-пшеничного тіста та показники якості хліба.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

– вивчити вплив шроту зародків вівса на пружно-еластичні, в'язко-пластичні характеристики тіста та його газоутримувальну здатність;

– дослідити структурно-механічні (стискуваність м'якушки) та фізико-хімічні (питомий об'єм, пористість, формостійкість) властивості хліба за вмісту добавки.

Виклад основного матеріалу дослідження. У дослідженнях використовували борошно житнє обдирне (ГОСТ 7045–90), борошно пшеничне 1 гатунку (ДСТУ 46004-99), хлібопекарські пресовані дріжджі (ДСТУ 4812–2007), сіль кухонну харчову (ДСТУ 3583-2015), питну воду (СанПіН 2.2.4–171–10 та ДСТУ 7525–2014), суху житню закваску «Puratos Othello Norma» (виробник Puratos Group, Бельгія), шрот зародків вівса (ТУ У 15.8–32062796-003:2008, виробник НВ ТОВ «Житомирбіопродукт», Україна).

Вплив шроту зародків вівса на в'язко-пластичні та пружно-еластичні характеристики житньо-пшеничного тіста вивчали з використанням модельних тістових систем із суміші борошна житнього обдирного та пшеничного 1 гатунку у співвідношенні 1:1.

Розливання кульки тіста визначали протягом 90 хв ферментації за відомою методикою [17]. На еластопластометрі Толстого методом плоско-паралельного зсування визначали модулі миттєвої пружності й еластичності, а також пластичну в'язкість [18]. Вологість тіста в цих дослідженнях становила 47%.

Ефективну в'язкість тіста вивчали на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2», використовуючи циліндр S2 [19] і модельну систему житньо-пшеничного тіста вологістю 65%. Досліджуваний показник визначали через 20 хв з моменту замішування тіста та через 90 хв автолізу.

Газоутримувальну здатність визначали за зміною об'єму зразків житньо-пшеничного тіста ($W = 47\%$) в мірних циліндрах під час дозрівання за температури $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ та відносної вологості повітря 75% . Тісто із суміші борошна житнього обдирного та пшеничного першого гатунку у співвідношенні 1:1 готували з додаванням $2,5\%$ сухої житньої закваски, $2,0\%$ хлібопекарських пресованих дріжджів, $1,5\%$ солі кухонної харчової.

Житньо-пшеничний хліб виготовляли таким чином. Замішане за вищенаведеною рецептурою тісто піддавали дозріванню протягом 90 хв за температури $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$, після чого формували тістові заготовки, які піддавали вистоюванню за температури $(37 \pm 2)^\circ\text{C}$ та відносної вологості $(80 \pm 5)\%$, далі випікали за температури $(210 \pm 10)^\circ\text{C}$ протягом (25 ± 2) хв.

Структурно-механічні властивості хліба визначали за показником стискуваності його м'якушки за допомогою пенетрометра «Labo» шляхом вимірювання опору дослідних зразків проникаючому в них індентора (кут $\alpha = 90$ град) [18].

Вплив шроту зародків вівса на фізико-хімічні показники якості хліба визначали за зміною його пористості, питомого об'єму та формостійкості за загальноприйнятими методиками [17].

Експериментальні зразки тіста та хліба готували шляхом додавання сухого шроту зародків вівса в кількості $10\text{--}20\%$ від загальної маси борошна під час замішування. Дозування добавки було обрано за результатами пробних лабораторних випікань. Як контрольні використовували зразки тіста та хліба без добавки.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за методом Фішера-Стьюдента за рівня надійності $0,95$ із використанням стандартного програмного пакета MathCad. Результати дослідження впливу добавки на розпливання кульки тіста наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вплив шроту зародків вівса на розпливання кульки житньо-пшеничного тіста

Тривалість експерименту, хв	Діаметр кульки тіста, мм			
	без добавок (контроль)	із доданням шроту зародків вівса, % від маси борошна		
		10	15	20
0	$55 \pm 1,0$	$55 \pm 1,0$	$55 \pm 1,0$	$55 \pm 1,0$
30	$60 \pm 2,0$	$59 \pm 2,0$	$58 \pm 2,0$	$58 \pm 2,0$
60	$65 \pm 2,0$	$62 \pm 2,0$	$60 \pm 2,0$	$60 \pm 2,0$
90	$73 \pm 3,0$	$65 \pm 3,0$	$63 \pm 2,0$	$61 \pm 2,0$

Аналіз наведених у табл. 1 даних свідчить, що за умови внесення шроту зародків вівса розпливання кульки житньо-пшеничного тіста уповільнюється, що є свідченням укріплення структури тіста, підвищення його формоутримувальної здатності. Так, протягом 90 хв відлежування діаметр контрольного зразка тіста збільшився на 32,7%, а дослідних зразків тіста із додаванням 10–20% шроту зародків вівса – тільки на 11,0–18,2%. Такий ефект, ймовірно, зумовлений зміною в'язко-пластичних та пружно-еластичних характеристик тіста за вмісту шроту, що і спостерігалось під час вивчення дослідних і контрольних зразків на еластопластометрі Толстого (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив шроту зародків вівса на структурно-механічні характеристики житньо-пшеничного тіста

Зразок тіста	Значення показників		
	Модуль миттєвої пружності, $G_{\text{тр}} \cdot 10^2$ Па	Високо-еластичний модуль, $G_{\text{ел}}$ Па	Пластична в'язкість, 10^6 Па·с
Контроль (без добавки)	24,9±0,5	436,0±14,0	1,5±0,07
із додаванням шроту зародків вівса (% від загальної маси борошна):			
10	34,2±0,7	484,8±14,5	5,7±0,1
15	57,5±1,2	563,8±16,9	7,2±0,2
20	71,5±1,2	660,0±16,9	9,4±0,2

Згідно з результатами досліджень додавання 10–20% шроту зародків вівса сприяє збільшенню модулів миттєвої пружності й еластичності житньо-пшеничного тіста в 1,4–2,9 та 1,1–1,5 разу. Зростає також пластична в'язкість дослідних зразків тіста в 3,8–6,3 разу відносно контрольного.

Наступним етапом нашого дослідження не стало вивчення впливу шроту зародків вівса (ШЗВ) на ефективну в'язкість житньо-пшеничного тіста. Результати досліджень проілюстровано рис. 1 а, б.

З наведених даних видно, що характер зміни в'язкості як досліджуваних так контрольних зразків дозволяє віднести їх до неньютонівських рідин, в'язкість яких зі зростають швидкості зсуву

зменшується. Проте додавання шроту зародків вівса приводить до підвищення абсолютних значень цього показника, які зростають в міру збільшення кількості добавки в модельній системі житньо-пшеничного тіста. Причому ця залежність зберігається як одразу після замішування, так і через 90 хв автолізу.

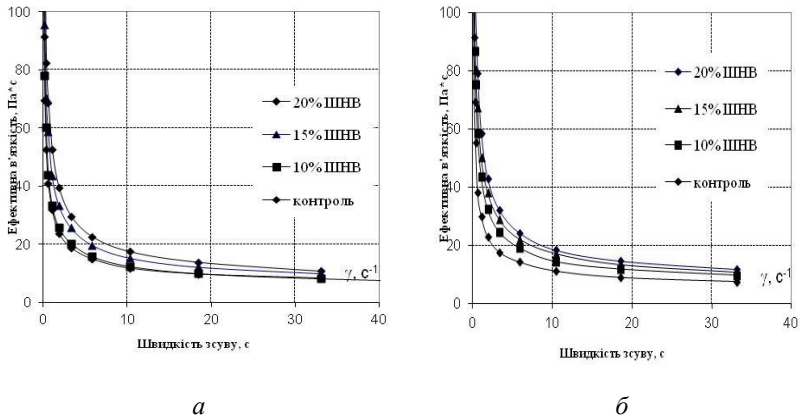


Рис. 1. Залежність ефективної в'язкості житньо-пшеничного тіста від швидкості зсуву після замішування (а) та через 90 хв автолізу тіста (б)

Отже, додавання шроту зародків вівса до житньо-пшеничного тіста спричиняє підвищення показників як його в'язко-пластичних, так і пружно-еластичних властивостей, що є позитивним для формування якості хліба з житнього борошна та суміші його з пшеничним.

Ефект підвищення в'язкості тіста, імовірно, спричиняють некрохмальні полісахариди з високою вологопоглинальною та водоутримувальною здатністю, вміст яких у шроті значно вищий, ніж у пшеничному та житньому борошні. Відомо, що значну частку некрохмальних полісахаридів у вівсяних продуктах становлять β -глюкани – розчинні харчові волокна, відомі своєю здатністю до утворення в'язких гелів [20; 21].

Підвищення пружності й еластичності житньо-пшеничного тіста з додаванням шроту зародків вівса може бути пов'язане зі зміцненням клейковини пшеничного борошна внаслідок утворення білково-полісахаридних комплексів під час взаємодії харчових волокон та білків добавки з білками пшеничного борошна [16].

Пружно-еластичні та в'язко-пластичні характеристики значною мірою зумовлюють здатність тіста утримувати виділений під час дозрівання вуглекислий газ, а отже, і його розпушеність. Тому на наступному етапі визначали вплив дослідної добавки на зміну об'єму тіста під час дозрівання (рис. 2).

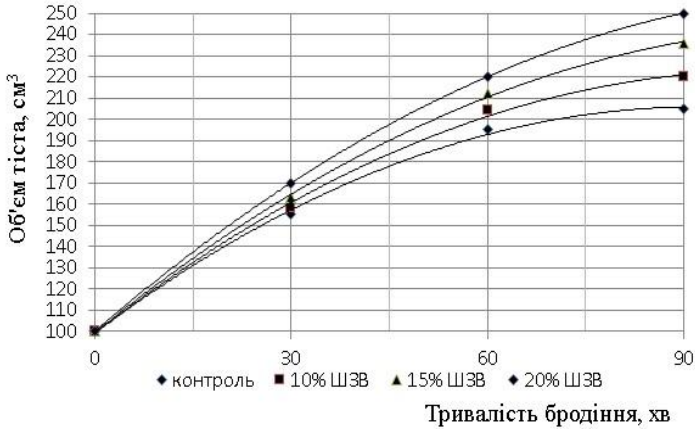


Рис. 2. Зміна об'єму житньо-пшеничного тіста: 1 – без добавок (контроль); з додаванням: 2 – 10%, 3 – 15%, 4 – 20% шроту зародків вівса.

Із наведених на рис. 2 даних видно, що протягом експерименту об'єм дослідних зразків тіста порівняно з контрольним зразком змінюється інтенсивніше. Причому значення цього показника зростають у міру збільшення кількості добавки в тісті. Наприкінці дозрівання об'єм тіста з додаванням 10–20% шроту зародків вівса вищий, ніж у контрольного зразка на 7,3–22,0%. З одного боку, це зумовлено підвищенням газотримувальної здатності внаслідок вище описаних змін структурно-механічних властивостей тіста, а з іншого – кращим його розпушенням у результаті активізації бродильної мікрофлори за рахунок високого вмісту в шроті зародків вівса моно- та дицукридів, амінокислот, вітамінів та мінеральних речовин. Цей аспект потребує окремого дослідження.

Про позитивний вплив шроту зародків вівса на формування структурно-механічних характеристик тіста свідчать і дані визначень показників якості готових виробів. Так, результати дослідження зміни стискуваності зразків хліба за умови додавання добавки показали (рис. 3), що зі збільшенням її дозування цей показник підвищується на 32,3–61,2% порівняно зі зразком без добавок.

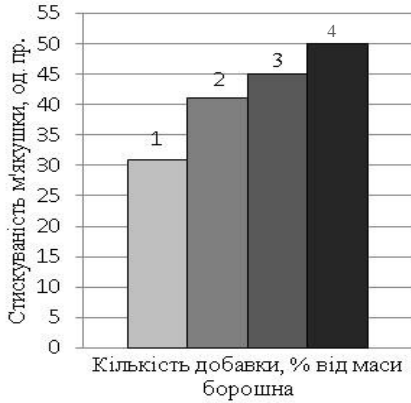


Рис. 3. Стискуваність м'якушки житньо-пшеничного хліба:
1 – контроль (без добавок); із додаванням: 2 – 10%; 3 – 15%; 4 – 20%
шроту зародків вівса

Покращуються також фізико-хімічні показники якості хліба з дослідною добавкою (рис. 3).

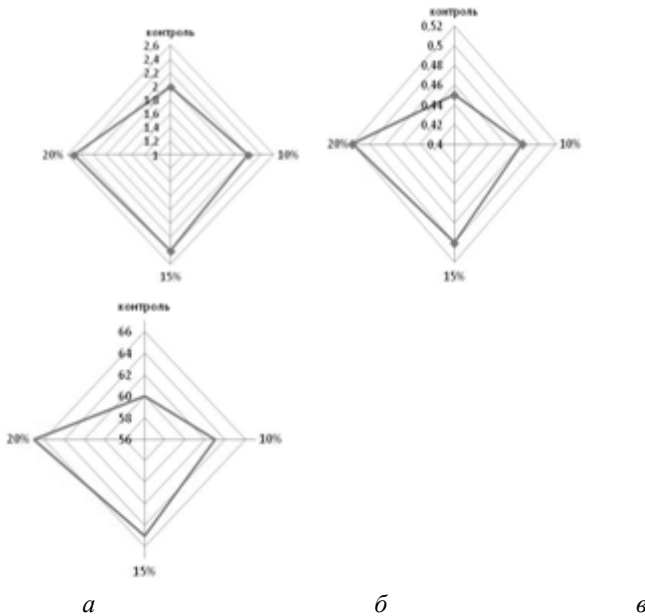


Рис. 4. Вплив шроту вівса на показники якості житньо-пшеничного хліба:
а – питомий об'єм; б – формостійкість; в – пористість

Виявлено, що за умови додавання 10–20% шроту зародків вівса збільшується питомий об'єм виробів на 10,0–25,0%, формостійкість – на 6,7–15,5%, пористість – на 5,0–11,7%. Отримані дані підтверджують доцільність застосування вівсяного шроту в технології житньо-пшеничного хліба.

Висновки. Таким чином, в результаті комплексу проведених досліджень доведено збільшення в'язкості, пружності, еластичності й пластичності житньо-пшеничного тіста за додавання шроту зародків вівса в кількості 10–20%, що дозволяє підвищити його формо- та газоутримувальну здатність і отримати вироби з високими структурно-механічними та фізико-хімічними показниками якості.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу шроту зародків вівса на перебіг технологічно значущих мікробіологічних та біохімічних процесів дозрівання житньо-пшеничного тіста, а також на харчову та біологічну цінність випеченого хліба.

Список джерел інформації / References

1. Кузько Н. Є. Дослідження ринку хліба та хлібобулочних виробів України та обґрунтування товарних інновацій виробників на ньому / Н. Є. Кузько, Н. С. Косар, М. Г. Пугата // Економіка та управління підприємствами. – 2017. – № 12. – С. 284–291.

Kuzko, N.I., Kosar, N., Puhata, M. (2017), "Market research of bread and bakery products of Ukraine and substantiation of commodity innovations of producers on it" ["Doslidzhennia rynku khliba ta khlibobulochnykh vyrobiv Ukrainy ta obgruntuvannia tovarnykh innovatsii vyrobnykiv na nomu"], *Economics and Enterprise Management*, No. 12, pp. 284–291.

2. Технологія хліба пшеничного з продуктами переробки зародків вівса та кукурудзи : монографія / С. Г. Олійник, Г. В. Степанькова, О. В. Самохвалова, О. І. Кравченко. – Х. : ХДУХТ, 2017. – 123 с.

Oliiynyk, S., Stepankova H., Samokhvalova O., Kravchenko O. (2017), *Technology of wheat bread with products of oats and corn germ: monograph [Tekhnolohiia khliba pshenychnoho z produktamy pererobky zarodkiv vivsa ta kukurudzy]*, KhSUFTT, Kharkiv, 123 p.

3. НП ООО «Житомирбиопродукт» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.bioproduct.com.ua>

NP ООО Zhytomyr bioproduct [NP ООО «Zhytomyrbyoprodukt»], available at: <http://www.bioproduct.com.ua>

4. Дробот В. І Технологія хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот. – К. : Логос, 2002. – 365 с.

Drobot, V. (2002), *Baking production technology [Tekhnolohiia khlibopekarskoho vyrobnytstva]*, Lohos, Kyiv, 365 p.

5. Інноваційні технології дієтичних та оздоровчих хлібобулочних виробів : монографія / В. І. Дробот, А. М. Грищенко, О. Д. Тесля, Т. А. Сильчук, Н. О. Місечко. – К. : Кондор, 2016. – 242 с.

Drobot, V., Hryshchenko, A., Teslia, O., Sylchuk, T., Misedchko, N. (2016), *Innovative technologies of dietary and health bakery products: monograph [Innovatsiini tekhnolohii diietychnykh ta ozdorovykh khlibobulochnykh vyrobiv]*, Kondor, Kyiv, 242 p.

6. Hemdane, S., Jacobs, P.J., Dornez, E., Verspreet, J., Delcour, J.A., Courtin, C.M. (2016), "Wheat (*Triticum aestivum* L.) Bran in Bread Making: A Critical Review", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 15(1), pp. 28-42.
7. Hemdane, S., Leys, S., Jacobs P.J., Dornez, E., Delcour, J.A., Courtin, C.M. (2015) "Wheat milling by-products and their impact on bread making", *Food Chemistry*, Vol. 187, pp. 280-289.
8. Jefremova, O., Radenkovs, V., Kunkulberga, D., Klava, D., Jefremova, O. (2015), "Technological properties of dough from wheat flour and fermented bran", *Cheminé technologija*, No. 1(66), pp. 13-18.
9. Beccerica, S., María A. de la Torre, Hugo D. Sanchez, Carlos A. Osella (2011), "Use of Oat Bran in Bread: Fiber and Oil Enrichment and Technological Performance", *Food and Nutrition Sciences*, No. 2, pp. 553-559.
10. Технології хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків пшениці : монографія / С. Г. Олійник, Г. М. Лисюк, О. І. Кравченко, О. В. Самохвалова. – Х. : ХДУХТ, 2014. – 108 с.
- Oliinyk, S., Lysiuk, H., Kravchenko, O., Samokhvalova, O. (2014), *Technologies of bakery products with wheat germ processing products: monograph [Tekhnolohii khlibobulochnykh vyrobiv iz produktamy pererobky zarodkiv pshenytsi]*, KhSUFT, Kharkiv, 108 p.
11. Структурно-механічні властивості житньо-пшеничного тіста з клітковиною гороху / М. І. Назар, Т. А. Сильчук, Т. С. Карпенко, В. Ф. Доценко, В. В. Цирульнікова // Хімія харчових продуктів і матеріалів. Нові види сировини. – 2015. – № 2 (31). – С. 86–89.
- Nazar, M., Sylchuk, T., Karpenko, T., Dotsenko, V., Tsyruulikova, V. (2015), "Structural mechanical properties of rye and wheat dough with peanut fiber" ["Strukturno-mekhanichni vlastyvoli zhytno-pshenychnoho tista z klitkovynoiu horokhu"], *Chemistry of food products and materials. New types of raw materials*, No. 2(31), pp. 86–89.
12. Дробот В. Збагачення діабетичних хлібобулочних виробів клітковиною з гарбуза / В. Дробот, Н. Дідик, Ю. Приходько // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2014. – № 1. – С. 5–6.
- Drobot, V., Didyk, N., Prykhodko, Yu. (2014), "Enrichment of diabetic bakery products from pumpkin fiber" ["Zbahachennia diabetychnykh khlibobulochnykh vyrobiv klitkovynoiu z harbuza"], *Baking and confectionery industry of Ukraine*, No. 1, pp. 5-6.
13. Арсеньева Л. Ю. Теоретичні та практичні аспекти використання тонкодиспергованих концентратів харчових волокон у технології житньо-пшеничного хліба / Л. Ю. Арсеньева, О. В. Борисенко, В. Ф. Доценко // Наукові праці НУХТ. – 2008. – № 25. – С. 115–119.
- Arsenieva, L., Borysenko, O., Dotsenko, V. (2008), "Theoretical and practical aspects of the use of fine-dispersed concentrates of food fibers in the technology of rye-wheat bread" ["Teoretychni ta praktychni aspekty vykorystannia tonkodyspervovanykh konsentrativ kharchovykh volokon u tekhnolohii zhytno-pshenychnoho khliba"], *Scientific works of NUFT*, No. 25, pp.115-119.

14. Цыганова Т. Б. Применение послеспиртовой барды из топинамбура в качестве альтернативного сырья в технологии хлеба / Цыганова Т. Б., Аширова Ю. А. // Материалы докладов Второго Международного Хлебопекарного форума / Международная промышленная академия – экспло-центр на Красной Пресне. – М. : Пищепромиздат, 2009. – С. 170–172.

Cyganova, T., Ashirova, Yu. (2009), “Application of post-alcohol bardes from topinambur as an alternative raw material in bread technology”, *Materials of the reports of the Second International Baking Forum* [“Primenenie poslespirtovoj bardy iz topinambura v kachestve al'ternativnogo syr'ya v tekhnologii hleba”, *Materialy dokladov Vtorogo Mezhdunarodnogo Hlebopekarnogo foruma*], Food publishing, Moscow, pp. 170-172.

15. Коломникова Я. П. Разработка технологии ржано-пшеничного хлеба с внесением нетрадиционного растительного сырья / Я. П. Коломникова, Е. В. Литвинова // Инновации в индустрии питания и сервис: электрон. сб. материалов 1-й Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию кафедры технологии и организации питания, 19–21 сентября 2014 г. – Краснодар : Изд-во КубГТУ, 2014. – С. 29–31.

Kolomnikova, Ya., Litvinova, E. (2014) “Development of technology of rye-wheat bread with introduction of non-traditional vegetative raw materials”, *Innovations in the food and service industry* [“Razrabotka tekhnologii rzhano-pshenichnogo hleba s vneseniem netradicionnogo rastitel'nogo syr'ya”, *Innovacii v industrii pitaniya i servise*], KubSTU, Krasnodar, pp. 29-31.

16. Пашова Н. Інноваційні технології житнього та житньо-пшеничного хліба / Н. Пашова // Продукты и ингредиенты. – 2016. – № 1. – С. 21–24.

Pashova, N. (2016), “Innovative technologies of rye and rye-wheat bread” [“Innovacijni tekhnologii zhitn'ogo ta zhitn'o-pshenichnogo hliba”], *Products and ingredients*, No. 1, pp. 21-24.

17. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв / В. І. Дробот. – К. : Центр навч. літ-ри, 2006. – 341 с.

Drobot, V. (2006), *Laboratory Workshop of Bakery and Pasta production technologies* [Laboratornyi praktykum z tekhnologii khlibopekarskoho ta makaronnoho vyrobnytstv], Center of educational literature, Kyiv, 341 p.

18. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик / А. Б. Горальчук, П. П. Пивоваров, О. О. Гринченко, М. І. Погожих, В. В. Полевич, П. В. Гурський. – Х. : ХДУХТ, 2006. – 63 с.

Horalchuk, A., Pivovarov, P., Hrynchenko, O., Pohozhivkh, M., Polevich, V., Hurskyi, P. (2006), *Rheological research methods for raw materials and food products and automation of calculations of rheological characteristics* [Reolohichni metody doslidzhennia svrovyny i kharchovvkh produktiv ta avtomatyzatsiia rozrakhunkiv reolohichnykh kharakterystyk], KhSUFTT, Kharkiv, 63 p.

19. Малафаев М. Т. Широкодиапазонный ротационный вискозиметр / М. Т. Малафаев, М. І. Погожих // Прогресивні техніка та технології харчових

виробництва ресторанного господарства і торгівлі : зб. навк. праць / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків, 2007. – Вип. 2 (6). – С. 87–95.

Malafaiev. M., Pohozykh. M. (2007). “Wide Range Rotating Viscometer”. *Progressive technology and technologies of food production of restaurant industry and trade I* [“Shyrokiy diapazonnyi rotatsiyniy viskozometr”. *Prohresivniy tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnystv restorannoho hospodarstva i torhivli*], Kharkiv, No. 2(6), pp. 87-95.

20. Капрельянц Л. В. Зерновые β-глюканы: получение, структура, физико-химические свойства, физиологические эффекты / Л. В. Капрельянц, А. С. Шунько // Зернові продукти і комбікорми. – 2010. – № 2. – С. 21–25.

Kaprel'yanc L., Shun'ko A. (2010), “Grain β-glucans: preparation, structure, physico-chemical properties, physiological effects”, *Grain products and compound feeds* [“Zernovye β-glyukany: poluchenie, struktura, fiziko-himicheskie svoystva, fiziologicheskie efekty”, *Zernovi produkty i kombikompy*], No. 2, pp. 21-25.

21. Anna-Sophie Hager, Liam A. M. Ryan, Clarissa Schwab, Michael G. Gänzle, John V. O'Doherty, Elke K. Arendt (2011), “Influence of the soluble fibres inulin and oat β-glucan on quality of dough and bread”, *European Food Research and Technology*, No. 232(3), pp. 405-413.

Самохвалова Ольга Володимирівна, канд. техн. наук, доц., професор кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051. Тел.: 0661833270; e-mail: sam55ov@gmail.com.

Самохвалова Ольга Владимировна, канд. техн. наук, доц., профессор кафедры технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищевых концентратов, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0661833270; e-mail: sam55ov@gmail.com.

Samohvalova Olga, PhD, Associate Professor, Professor of Department of Technology of Bread, Confectionary, Pasta and Food Concentrates, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: +380661833270; e-mail: sam55ov@gmail.com.

Олійник Світлана Георгіївна, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів, Харківський державний університет харчування та торгівлі, Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051. Тел.: 0506967584; e-mail: svitlana.oliinyk@gmail.com.

Олейник Светлана Георгиевна, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищевых концентратов, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0506967584; e-mail: svitlana.oliinyk@gmail.com.

Oliinyk Svitlana, PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of Technology of Bread, Confectionary, Pasta and Food Concentrates, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: +380506967584; e-mail: svitlana.oliinyk@gmail.com.

Лапицька Надія Василівна, асп., кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051. Тел.: 0990365731; e-mail: nade.gda.lapitskaja@gmail.com.

Лапицкая Надежда Васильевна, асп., кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищекокнцентратов, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, 61051. Тел.: 099036573; e-mail: nade.gda.lapitskaja@gmail.com.

Lapitskaja Nadezda, post-graduate student, Department of Technology of Bread, Confectionery, Pasta and Food Concentrates, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: +380990365731; e-mail: nade.gda.lapitskaja@gmail.com.

Степанькова Галина Вячеславівна, канд. техн. наук, доц. кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0958259780, e-mail: stepankova_galina@ukr.net.

Степанькова Галина Вячеславовна, канд. техн. наук, доц. кафедры технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищевых концентратов, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0958259780; e-mail: stepankova_galina@ukr.net.

Stepankova Galina, PhD, Associate Professor of Department of Technology of Bread, Confectionary, Pasta and Food Concentrates, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: +380958259780; e-mail: stepankova_galina@ukr.net.

Бондаренко Марина Миколаївна, магістрант, кафедра харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет. Адреса: вул. Шевченка. 95. м. Чернігів, Україна, 14035. Тел.: 0634848049; e-mail: super-bm2017@ukr.net.

Бондаренко Марина Николаевна, магистрант, кафедра пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет. Адрес: вл. Шевченка. 95. г. Чернигов, Украина, 14035. Тел.: 0634848049; e-mail: super-bm2017@ukr.net.

Bondarenko Marina, Master of Arts MHTp-181, Department of Food Technologies, Chernihiv National Technological University. Address: Shevchenko str., 95, Chernihiv, Ukraine, 14035. Tel.: +380634848049; e-mail: super-bm2017@ukr.net.

DOI: 10.5281/zenodo.3263741