

ments of the standard and more than a thousand times less than the allowable number of microorganisms. It was found that samples of mayonnaise with different oil ratios can be stored in a refrigerator at a temperature of $+8 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ for 45–50 days without violating the requirements of microbiological parameters. It was found that during the storage of prototypes of mayonnaise spoilage occurs mainly due to the reproduction of yeast. To increase the resistance of mayonnaise to microbiological spoilage, it is necessary to introduce a preservative (potassium sorbate) into the prescription composition, which allows to extend the shelf life in the refrigerator more than twice.

Therefore, partial replacement of sunflower oil in mayonnaise with flaxseed and hemp does not affect the dynamics of the microflora during storage. Store mayonnaise with a different ratio of vegetable oils in the refrigerator without exceeding microbiological standards is possible for 45–50 days.

Key words: mayonnaise, microbiological indicators, bacteria of the *Escherichia coli* group, yeast, molds, potassium sorbate.

DOI : 10.33274/2079-4827-2021-43-2-52-60

УДК 664.644.5:664.64.016

Сімакова О. О., канд. техн. наук, доцент

Горайнова Ю. А., канд. техн. наук, доцент

Боднарчук О. А., асистент

Філіппова О. Ю., здобувач ОС магістра

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (м. Кривий Ріг, Україна), e-mail: simakova@donnuet.edu.ua

САНІТАРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА БЕЗ ДРІЖДЖІВ

UDC 664.644.5:664.64.016

Simakova O. O., PhD in Engineering sciences,

Associate Professor

Goraianova Yu. A., PhD in Engineering sciences,

Associate Professor

Bodnaruk O. A., Assistant Professor

Filippova O. Yu., a graduate of a master's degree

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: simakova@donnuet.edu.ua

SANITARY AND TECHNOLOGICAL MEASURES AND DETERMINATION OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS IN THE PRODUCTION OF BREAD WITHOUT YEAST

Мета — застосування санітарно-технологічних заходів при підготовці зерна до подрібнення, одержанні борошна з цілнормального зерна пшениці дезінтеграційно-хвильовим методом та хліба на його основі механічним способом розпушування тіста без використання хлібопекарських дріжджів.

Методи. Для дослідження використовували зерно м'якої пшениці 3-го класу (ДСТУ 3768:2019), борошно із цілнормального зерна пшениці (ГСТУ 46004-99). Вміст мікотоксинів (афлатоксин В1, Т-2 токсин, фумонізін В1, охратоксин, зеараленон) визначали імуноферментним методом. Зміст у зерні гексахлорану визначали методом газової хроматографії. Подрібнення очищеного зерна проводили дезінтеграційно-хвильовим методом при слабкому надвисокочастотному інформаційному впливі (десяті частки мікровата) на довжинах хвиль

Надійшла до редакції 28.10.2021 р. © О. О. Сімакова, Ю. А. Горайнова, О. А. Боднарчук, О. Ю. Філіппова, 2021

близько 8 мм за класичною схемою збудження генератора на діоді Ганна. Хліб, отриманий механічним способом розпушування тіста, готували шляхом замісу та збивання рецептурних компонентів на напівпромисловій змішувально-збивально-формуєчій установці при частоті обертання мішалок 16 с^{-1} , температурі $29\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, під надлишковим тиском повітря 0,4 МПа протягом 1,5 хв. Випікання відформованих тістових заготовок здійснювали у ротаційній печі марки RFS-9E при температурі $195\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 36–38 хв. Аналіз показників якості хліба проводили відповідно до вимог ДСТУ 7517:2014. Мікрофлору хліба аналізували протягом 7 діб зберігання за кількістю мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ), наявності цвілі, дріжджів, бактерій групи кишкової палички (БГКП). Появу цвілі на хлібі визначали візуально, при цьому щодня спостерігали за розвитком у виробках картопляної хвороби, яку оцінювали відповідно до інструкції щодо попередження картопляної хвороби хліба.

Результати експериментальних досліджень ілюструють ефективність реалізації всіх санітарних та технологічних методів очищення та підготовки зерна до подрібнення, отримання борошна з цілого зерна пшениці та хліба на її основі шляхом механічного розпушування тіста без використання хлібопекарських дріжджів за новою технологією. Підвищення мікробіологічної чистоти борошна з цільнозмеленого зерна пшениці стало можливим при використанні традиційних способів підготовки зерна до помелу, застосуванні дезінтеграційно-хвильового методу подрібнення зерна в борошно, внесенні до рецептури бездріжджового хліба концентрованого яблучного соку, що дозволило отримати продукт підвищеної харчової цінності.

Ключові слова: хліб бездріжджовий, цільнозмелене зерно, пшеничне борошно, хлібобулочні вироби, тісто.

Постановка проблеми. Продукти з борошна, особливо вироби з пшеничного борошна, на теперішній час складають основу харчування людини, є продуктами щоденного споживання у всіх контингентів населення. Найбільш поширеним видом борошняних виробів є хлібобулочні вироби, яких налічується кілька сотень найменувань [1]. У зв'язку з цим, якість і харчова цінність хліба та хлібобулочних виробів має першорядне значення.

Для створення хлібопродуктів із різними функціональними властивостями необхідно розробляти принципово нові технології та обладнання, що забезпечують комплексну переробку зернової сировини на основі сучасних електрофізичних способів, які не лише зберігали б технологічні властивості зерна та продуктів його переробки, але й покращували якість хлібобулочних виробів, забезпечуючи їх мікробіологічну чистоту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Слід зазначити, що для здорового харчування перевага надається хлібу, приготовленому на основі борошна з низьких сортів або цільнозмеленого зерна різних злакових культур [2].

Розроблено спосіб отримання хліба без використання хлібопекарських дріжджів на основі борошна з цільнозмеленого зерна пшениці за принципово новою технологією шляхом механічного розпушування тіста під надлишковим тиском повітря, що надходить при замісі тіста в тістомісильну камеру збивальної установки. Якість такого хліба багато в чому залежить від якості використовуваного зерна, на поверхні якого в процесі вирощування міститься залишкова кількість важких металів, мікотоксинів, пестицидів та інших забруднювачів [3]. Для отримання бездріжджового хліба механічним способом розпушування тіста необхідно ретельно проводити вхідний контроль зерна та попередню підготовку його до помелу в борошно, так як у даній технології при отриманні тіста відсутній процес бродіння і продукти метаболізму дріжджів, що утворюються (органічні кислоти, етиловий спирт, ангідриди та ін.), які перешкоджають розвитку сторонньої мікрофлори в продукті [4].

Мета статті — застосування санітарно-технологічних заходів при підготовці зерна до подрібнення, одержанні борошна з цільнозмеленого зерна пшениці дезінтеграційно-хвильовим методом та хліба на його основі механічним способом розпушування тіста без використання хлібопекарських дріжджів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досягнення поставленої мети роботи проводили в три етапи: на першому вивчали якість зерна на окремих етапах його підготовки до подрібнення; на другому аналізували якість цільнозернового борошна, отриманого дезінтеграційно-хвильовим методом при слабкому надвисокочастотному інформаційному впливі; на третьому оцінювали якість хліба на основі борошна з цільнозмеленого зерна пшениці, отриманого механічним способом розпушування тіста без хлібопекарських дріжджів.

З метою забезпечення якості та безпеки борошна з цільнозмеленого зерна пшениці проведено оцінку якості використовуваного зерна м'якої пшениці 3-го класу. За всіма органолептичними та фізико-хімічними показниками зерно відповідало нормованим вимогам ДСТУ 3768:2019.

Динаміка зміни вмісту мікотоксинів в досліджуваному зерні пшениці на певних етапах його підготовки до помелу представлена у табл. 1.

Таблиця 1 — Зміна вмісту мікотоксинів у зерні пшениці

№	Вміст мікотоксинів, мг/кг	Номер проби зерна				
		1	2	3	4	5
1	Афлатоксин В1	4,3	3,3	2,8	1,3	Відсутній
2	Т-2 токсин	91,4	74,3	Відсутній	Відсутній	Відсутній
3	Фумонізін В1	768	631	151	22	Відсутній

У вихідному зразку зерна пшениці № 1 вміст мікотоксинів не перевищував значень гранично допустимих концентрацій, зазначених у вимогах технічного регламенту зернового складу № 835/9434 із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства аграрної політики № 442 від 16.11.2004 р. Після попередньої обробки зерна на зерноочисному повітряно-ситовому сепараторі та тріерах (куколе- та овсюговідбірнику) у зразку № 2 вміст афлатоксину В1 знизився на 23,3 %, Т-2 токсину — на 18,7 %, фумонізіну В1 — на 17,8 %. Після проходження зерен через першу обойну машину, де відбувається сухе очищення їх поверхні від пилу, бруду, піску, надірваних у процесі обробки плодів оболонок, сторонніх домішок (легких, мінеральних, феродомішок), а також після часткового лущення, відділення оболонок та пошкодженого зерна, у зразку № 3 вміст афлатоксину знизився ще на 15,2 %, фумонізіну В1 — на 76,1 %, вміст Т-2 токсину зовсім не було виявлено. Після ще дворазової обробки зерна на другий і третій обойній машині з одночасним очищенням його поверхні за допомогою щіткових пристроїв у зразку № 4 вміст афлатоксину В1 знизився ще на 53,6 %, фумонізіну В1 — на 85,4 %, у зразку № 5 вміст мікотоксинів не виявлено. Дезоксініваленол, охратоксин і зеараленон досліджуваних проб не виявлялися.

Вихідний вміст пестициду гексахлорану в зерні становив 0,22 мг/кг, що є допустимим за вимогами технічного регламенту. У ході підготовчих операцій концентрація пестициду у зерні помітно знизилася до 0,18 мг/кг (приблизно на 20 %), а після подрібнення зерна у борошно методом дезінтеграційно-хвильового перетворення було виявлено лише сліди досліджуваного пестициду. Значне зменшення залишків пестицидів у зерні може бути пояснено у тому числі впливом на продукт фізичного методу, зокрема нагрівання [5].

Доведено, що ретельне очищення зерна, багаторазовий пропуск його через обойні машини та подрібнення його методом дезінтеграційно-хвильового перетворення з енергією електромагнітного поля надвисокої частоти забезпечують ефективне знезараження зерна від різних забруднювачів, що дозволяє в тому числі знизити мікробіологічну обсімененість цільнозмеленого борошна та забезпечити безпеку хліба, отриманого механічним способом розпушування тіста.

Результати аналізу показників якості двох партій борошна з цільнозмеленого зерна пшениці, отриманих різними способами та відмінними ступенем подрібнення [6], представлені в табл. 2.

Таблиця 2 — Основні показники якості борошна із цільнозмеленого зерна пшениці

№	Показник якості	Характеристика борошна із цільнозмеленого зерна пшениці (норма за ГСТУ 46004-99)	Борошно із цільнозмеленого зерна пшениці	
			I партія (отримана на дезінтеграторі марки Д-150)	II партія (отримана на вальцево-му млині)
Органолептичні показники				
1	Колір	Білий з сіруватим відтінком		
2	Смак	Властивий цьому виду борошна, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий		
3	Запах	Властивий даному виду борошна, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий		
4	Наявність мінеральної домішки	При розжовуванні борошна не повинно відчуватися хрускоту	Хрускіт не відчувається	
5	Зараженість шкідниками	Не допускається	Не виявлено	
Фізико-хімічні показники				
6	Масова частка вологи, %	Не більше 15	12,2	13,5
7	Масова частка золи в перерахунку на суху речовину, %	Не менш ніж на 0,07 % нижче зольності зерна до очищення, але не більше 2 %	1,6	1,5
8	Масова частка сирої клейковини, %	Не менше 20	24	22
9	Деформація стиснення сирої клейковини, од. приладу ІДК	—	58,3	62,1
10	Якість сирої клейковини, ум. од. приладу ІДК	Не нижче II групи	I	I
11	Крупність помелу, %:	Не більше 2	Дисперсність частинок борошна, мкм/%	
	залишок на ситі із дротяної сітки згідно з НД	Сито № 045	0—25/7,5	0—60/15
	прохід через сито згідно з НД	Не менше 50 із шовкової тканини № 38	25—30/85	60—90/80
		або поліамідної тканини № 41/43 ПА	30—100/7,5	90—100/5
12	Число падіння (ЧП), с	Не менше 160	294	285
13	Титрована кислотність, град.	—	3,7	3,4
14	Металомагнітна домішка, мг на 1 кг борошна; розміром окремих частинок у найбільшому лінійному вимірі 0,3 мм та (або) масою не більше 0,4 мг	Не більше 3	1,7	1,8

Цільнозмелене борошно, отримане шляхом подрібнення зерна на дезінтеграторі, має меншу вологість — 12,2 %, так як при більш тонкому подрібненні відбувається сильне нагрівання продукту та часткове видалення капілярно-пов'язаної вологи, та більший вміст сирої клейковини — 24 % (на суху речовину). Сумарна частка вільних амінокислот у білку в середньому збільшується на 1,5–2 % (на суху речовину). При тонкому подрібненні відбуваються два безперервні процеси: механічне деформування та ендогенне нагрівання продукту, при цьому відбувається руйнування кристалічних ґрат крохмалю-

них зерен та вивільнення з них так званого вільного крохмалю, що містить незначну частину защемлених і адсорбційно зв'язаних білків, причому чим інтенсивніший вплив подрібнювальних механізмів на зерно, тим більше утворюється деформованого крохмалю зі зруйнованою кристалічною решіткою. В даному випадку, при подрібненні м'якої пшениці у борошні утворюється до 45 % вільного крохмалю, кількість білку в якому становить близько 2,7 % [7]. За рахунок підвищення дисперсності та питомої поверхні частинок борошна, отриманого в дезінтеграторі, частка вільних водорозчинних білків-альбумінів збільшується на 7,5 мг, глобулінів — на 15,3 мг (на 100 г продукту), що у середньому вище на 1,4 і 4,9 % відповідно, ніж у борошні, подрібненому вальцевим способом. Водорозчинні білки, як поверхнево-активні речовини, насамперед відповідають за формування в збивному тісті пінної структури. У процесі інтенсивного замісу борошна та води спочатку відбувається змочування частинок борошна водою, потім гідратація молекул води гідрофільною поверхнею, набухання частинок борошна та перехід у розчин водорозчинних речовин, у тому числі водорозчинних білків. У борошні з цільнозмеленого зерна пшениці водорозчинних білків міститься близько 2 г/100 г продукту. Збільшення в тісті навіть незначної частки водорозчинних білків сприяє прискоренню формування пінних плівок повітряних бульбашок та кращого насичення тіста повітрям. При високоінтенсивному замісі тіста амінокислоти з полярними та неполярними, позитивно та негативно зарядженими бічними ланцюгами як клейковинних, так і водорозчинних фракцій білків, а також збільшена кількість клейстеризованого крохмалю при випіканні беруть участь у формуванні структури м'якуша хліба з підвищеною вологістю [8]. Результати оцінки зв'язку води в хлібі термогравіметричним методом показали збільшення частки мономолекулярно-пов'язаної води на 7–9 %, що сприяє зниженню активності води в хлібі та уповільненню процесу черствіння та розвитку мікроорганізмів при його зберіганні.

Органолептичні та фізико-хімічні показники хліба, отриманого механічним способом розпушування тіста без хлібопекарських дріжджів на основі борошна із цільнозмеленого зерна пшениці, відповідають вимогам ДСТУ 7517:2014 та представлені у табл. 3.

Таблиця 3 — Органолептичні та фізико-хімічні показники хліба бездріжджового

№	Показник	Значення показника
<i>Органолептичний:</i>		
1	Поверхня	Шорстка, без великих тріщин та підривів
2	Колір	Золотисто-жовтий
3	Смак і запах	Відповідають хлібу з борошна цільнозмеленого зерна, без стороннього смаку та запаху
4	Стан м'якшув	Пропечений, не вологий на дотик, без грудочок та слідів непромісу
<i>Фізико-хімічний:</i>		
5	Вологість м'якшув, %	51,7
6	Пористість, %	76,0
7	Кислотність, град.	3,1

Результати визначення та розрахунку харчової та енергетичної цінності хліба без використання хлібопекарських дріжджів на основі борошна із цільнозмеленого зерна пшениці представлені в табл. 4.

Порівняно з традиційним хлібом із пшеничного обойного борошна розроблений хліб має підвищену харчову цінність та знижену калорійність. У його складі міститься більше білків — у 1,5 рази, вуглеводів — у 1,2 рази, а також кальцію, калію, магнію та фосфору — у 3,2; 2; 1,3; 1,2 рази відповідно. Отриманий виріб у своєму складі містить значну кількість клітковини, вітамінів В₁ та РР, ступінь задоволення яких становить 20,9; 20,7; 24,5 % відповідно.

Таблиця 4 — Харчова та енергетична цінність хліба бездріжджового та ступінь задоволення добової потреби організму в основних харчових речовинах

№	Харчова речовина	Середньодобова потреба організму людини [9]	Зміст в 1 порції (100 г хліба)	Задоволення добової потреби, %
1	Білки, г	75	8,7	11,6
2	Жири, г	83	1,1	1,3
3	Засвоювані вуглеводи, г	365	36,3	9,9
4	Клітковина, г	30	6,26	20,9
5	Органічні кислоти, г	2	3,3	165,0
Мінеральні речовини, мг:				
6	Калій	3500	198,7	5,7
7	Кальцій	1000	31,7	3,2
8	Магній	400	60,3	15,1
9	Фосфор	1000	310,5	31,1
10	Залізо	14	3,31	23,6
Вітаміни, мг:				
11	B ₁	1,5	0,31	20,7
12	B ₂	1,8	0,11	4,3
13	PP	20	4,9	24,5
Енергетична цінність, ккал (кДж)		2500 (10 467)	169 (708)	6,8

Біологічна цінність білка згідно з методом амінокислотних шкал визначається складом незамінних (не синтезованих в організмі) амінокислот. За хімічний скор випробуваного білка приймається найменше відношення, отримане для вмісту будь-якої з незамінних амінокислот в досліджуваному білку до її вмісту в еталонному білку. Для оцінки біологічної цінності білку бездріжджового хліба розраховували його амінокислотний скор відносно амінокислотного скор еталонного білку [9]. Біологічна цінність білка хліба бездріжджового лімітується вмістом лізину та становить 52,9 %. Вміст незамінних амінокислот та деякі показники біологічної цінності білка хліба бездріжджового представлені у табл. 5.

Таблиця 5 — Амінокислотний скор білка хліба бездріжджового на основі борошна із цільнозмеленого зерна пшениці

№	Незамінна амінокислота	Еталон ФАО/ВООЗ, г/100 г білка	Зміст кислоти, г/100 г білка продукту	Амінокислотний скор, %
1	Лізин	4,5	2,38	52,9*
2	Лейцин	5,9	5,87	99,5
3	Ізолейцин	3,0	3,08	102,7
4	Валін	3,9	3,62	92,8
5	Метіонін + цистин	2,2	1,26	57,3
6	Треонін	2,3	2,52	109,6
7	Триптофан	0,6	1,05	175,0
8	Фенілаланін + тирозин	3,8	4,54	119,5

Примітка * — лімітуюча амінокислота.

Надлишок інших амінокислот, що містяться в білку, може бути використаний на енергетичні потреби організму. Середня величина надлишку амінокислотного скор незамін-

них амінокислот у порівнянні зі значенням лімітуючої амінокислоти, характеризується КВАС (%), який показує надмірну кількість незамінних амінокислот, використовуваних на пластичні потреби, у разі це значення становить 48,2 %. Потенційна (теоретична) біологічна цінність білка бездріжджового хліба становить 51,8 %.

Для покращення смакових характеристик, підвищення харчової цінності та мікробіологічної чистоти хліба бездріжджового до рецептури додатково вносили концентрований яблучний сік у кількості 3 % від маси тіста [10]. Отримані показники мікробіологічної обсімененості отриманого хліба з концентрованим яблучним соком, упакованого у прозору поліпропіленову плівку «BIAXPEN», після 7 діб зберігання представлені у табл. 6.

Таблиця 6 — Мікробіологічні показники бездріжджового хліба

№	Показник	Хліб з пшеничного обойного борошна (контроль)	Хліб на основі борошна із цільозмеленого зерна пшениці, отриманого дезінтеграційно-хвильовим методом
1	МАФАМ, КУО/г	$4,6 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$
2	Цвілі, КУО/г	19	13
3	Дріжджі, КУО/г	Менше 10	Менше 10
4	БГКП (коліформи)	Відсутні	Відсутні

Результати свідчать, що у хлібі на основі борошна з цільозмеленого зерна пшениці обсімененість нижче на 32,6 % порівняно з хлібом із пшеничного обойного борошна (контроль). Це доводить, що ретельна обробка зерна в електромагнітному полі дезінтегратора, а також використання у рецептурі хліба концентрованого яблучного соку, у складі якого міститься значна кількість яблучної, лимонної та винної органічних кислот, що сприяють пригніченню росту мікрофлори та мають на неї інгібуючий вплив, дозволяє підвищити мікробіологічну чистоту виробу та продовжити термін його придатності [8]. Дослідження у зразках хліба бездріжджового наявності плісняви показали, що в контролі цвіль з'явилася на п'яту добу, а в розробленому хлібі — на сьому. БГКП були відсутні в обох зразках, картопляна хвороба в процесі зберігання в жодному зразку не була виявлена.

Висновки. Результати експериментальних досліджень ілюструють ефективність реалізації всіх санітарних та технологічних методів очищення та підготовки зерна до подрібнення, отримання борошна з цілого зерна пшениці та хліба на її основі шляхом механічного розпушування тіста без використання хлібопекарських дріжджів за новою технологією. Підвищення мікробіологічної чистоти борошна з цільозмеленого зерна пшениці стало можливим при використанні традиційних способів підготовки зерна до помелу, застосуванні дезінтеграційно-хвильового методу подрібнення зерна в борошно, внесенні до рецептури бездріжджового хліба концентрованого яблучного соку, що дозволило отримати продукт підвищеної харчової цінності.

Список літератури

1. Державна служба статистики України. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України. Київ : Консультант, 2016. 54 с.
2. Коденцова В. М. Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами: их роль в обеспечении организма микронутриентами. *Вопросы питания*. 2008. № 4. С. 16–26.
3. Лозова Т. М. Наукові основи формування споживних властивостей і зберігання якості борошняних кондитерських виробів : монографія / ред. І. В. Сирохман. Львів : ЛКУ, 2009. 456 с.

4. Магомедов Г. О., Пономарева Е. И. Научные и практические основы технологии сбивных функциональных хлебобулочных изделий: монография. Воронеж : ВГУИТ, 2010. 241 с.
5. Гашко Е. С., Почтовик Е. С., Гучева Н. В. Способы снижения остаточного содержания пестицидов в зерне. *Молодой исследователь Дона*. 2017. № 6 (9). С. 13–21.
6. Чертов Е. Д., Пономарева Е. И., Кустов В. Ю. Изменение свойств муки из цельнозернового зерна пшеницы в зависимости от размера частиц. *Хлебопродукты*. 2011. № 11. С. 50–61.
7. Simakova O., Korenets Yu., Yudina T., Nazarenko I., Goriainova Iu. Examining a possibility of using purple amaranth in the technology for products made of yeast dough. *Eastern European Journal of Enterprise technologies: Technology and equipment of food production*. 2018. Vol. 2, no. 11 (92). P. 57–64. doi: 10.15587/1729-4061.2018.127173.
8. Mykhaylov V., Samokhvalova O., Kucheruk Z., Kasabova K., Simakova O., Goriainova Iu., Rogovaya A., Choni I. Influence of microbial polysaccharides on the formation of structure of protein-free and gluten-free flour-based products. *Eastern European Journal of Enterprise technologies: Technology and equipment of food production*. 2019. Vol. 6, no. 11 (102). P. 23–32. doi: 10.15587/1729-4061.2019.184464.
9. Погарская В. В. и др. Новые технологии функциональных оздоровительных продуктов : монография. Харьков, 2007. 262 с.
10. Сирохман И. В., Лозова Т. М. Наукові спрямування у поліпшенні споживних властивостей та якості борошняних кондитерських виробів. *Наук. праці НУХТ*. 2008. № 25. С. 40–43.

References

1. State Statistics Service of Ukraine (2016). *Balansy ta spozhyvannya osnovnykh produktiv kharchuvannya naseleennyam Ukrayiny* [Balances and consumption of basic foodstuffs by the population of Ukraine]. Kyiv, Konsultant Publ., 54 p.
2. Kodencova V. M. (2008). *Pishchevye produkty, obogashchennye vitaminami i mineral'nymi veshchestvami: ih rol' v obespechenii organizma mikronutrientami* [Foods enriched with vitamins and minerals: their role in providing the body with micronutrients]. *Voprosy pitaniya* [Nutritional issues], no. 4, pp. 16–26.
3. Lozova, T. M. (2009). *Naukovi osnovy formuvannia spozhyvnykh vlastyvostei i zberihannia yakosti boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv* [Scientific bases of formation of consumer properties and preservation of quality of flour confectionery] / I. V. Syrokhman (ed.). Lviv, LKU, 456 p.
4. Magomedov, G. O., Ponomareva, E. I. (2010). *Nauchnyye i prakticheskiye osnovy tekhnologii sbivnykh funktsional'nykh khlebobulochnykh izdeliy* [Scientific and practical fundamentals of technology of chopped functional bakery products]. Voronezh, VSTA Publ., 241 p.
5. Gashko, E. S., Pochtovik, E. S., Gucheva, N. V. (2017). *Sposoby snizheniya ostatochnogo soderzhaniya pestitsidov v zerne* [Methods for reducing the residual content of pesticides in grain]. *Molodoj issledovatel' Dona* [The young researcher of the Don], no. 6 (9), pp. 13–21.
6. Chertov, E. D., Ponomareva, E. I., Kustov, V. Yu. (2011). *Izmeneniye svoystvmuki iz tsel'nosmolotogo zerna pshenitsy v zavisimosti ot razmera chastits* [Change the properties of flour from whole-wheat grain, depending on the particle size]. *Hleboprodukty* [Bread products] no. 11, pp. 50–61.
7. Simakova, O., Korenets, Yu., Yudina, T., Nazarenko, I., Goriainova, Iu. (2018). Examining a possibility of using purple amaranth in the technology for products made of yeast dough. *Eastern European Journal of Enterprise technologies: Technology and equipment of food production*. Vol. 2, no. 11 (92). pp. 57–64. doi: 10.15587/1729-4061.2018.127173.
8. Mykhaylov, V., Samokhvalova, O., Kucheruk, Z., Kasabova, K., Simakova, O., Goriainova, Iu., Rogovaya, A., Choni, I. (2019). Influence of microbial polysaccharides on the formation of structure of protein-free and gluten-free flour-based products. *Eastern European*

Jornal of Enterprise technologies: Technology and equipment of food production. Vol. 6, no. 11 (102). pp. 23–32. doi: 10.15587/1729-4061.2019.184464.

9. Pogarskaya, V. V. (ed.) (2007). *Novye tekhnologii funktsional'nyh ozdorovitel'nyh produktov* [New technologies of functional health products]. Kharkiv, 262 p.

10. Syrokhman, I. V., Lozova, T. M. (2008). *Naukovi spriamuvannia u polipshenni spozhyvnykh vlastyvoستي ta yakosti boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv* [Scientific directions in improving the consumer properties and quality of flour confectionery] *Nauk. pratsi NUKhT* [Scientific works of NUHT], no. 25, pp. 40–43.

Objective. Application of sanitary-technological measures in preparation of grain for grinding, obtaining flour from whole wheat grain by disintegration-wave method and bread based on it by mechanical method of loosening the dough without the use of baking yeast.

Methods. Class 3 common wheat grain (DSTU 3768: 2019) and whole wheat flour (GSTU 46004-99) were used for the study. The content of mycotoxins (aflatoxin B1, T-2 toxin, fumonisin B1, ochratoxin, zearalenone) was determined by enzyme-linked immunosorbent assay. The grain content of hexachlorane was determined by gas chromatography. The grinding of the purified grain was carried out by the disintegration-wave method with a weak ultrahigh-frequency information effect (tenths of a microwatt) at wavelengths of about 8 mm according to the classical scheme of excitation of the generator on the Gunn diode. Bread obtained by mechanical loosening of the dough was prepared by kneading and beating the recipe components on a semi-industrial mixing-beating-forming unit at a speed of 16 s^{-1} , temperature $29 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, under an excess air pressure of 0.4 MPa for 1.5 min. Baking of the formed dough pieces was carried out in a rotary kiln of the RFS-9E brand at a temperature of $195 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 36–38 minutes. The analysis of bread quality indicators was performed in accordance with the requirements of DSTU 7517: 2014. The microflora of bread was analyzed for 7 days of storage by the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, the presence of mold, yeast, *Escherichia coli* bacteria. The appearance of mold on bread was determined visually, and the development of potato disease in products was monitored daily, which was evaluated in accordance with the instructions for the prevention of potato disease of bread.

The results of experimental research illustrate the effectiveness of all sanitary and technological methods of cleaning and preparation of grain for grinding, obtaining flour from whole wheat and bread based on it by mechanical loosening of the dough without the use of baking yeast by the new technology. Improving the microbiological purity of whole wheat flour has become possible by using traditional methods of preparing grain for grinding, using the disintegration-wave method of grinding grain into flour, adding to the recipe of unleavened bread concentrated apple juice, which allowed to obtain a food product.

Key words: unleavened bread, whole grain, wheat flour, bakery products, dough.