

ВИКОРИСТАННЯ КУНЖУТНОГО БОРОШНА У ВИРОБНИЦТВІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

В.І. Дробот, член-кор. НААН, д.т.н.,

Ю.В. Бондаренко, к.т.н.,

О.А. Білик, к.т.н.,

А.М. Грищенко, к.т.н.,

Національний університет харчових технологій

Для розширення асортименту хлібобулочних виробів з оздоровчими властивостями доцільно використовувати у рецептурі пшеничного хліба кунжутне борошно в кількості до 10% до маси борошна. Більше дозування кунжутного борошна зумовлює специфічний аромат та присмак готових виробів та значне зменшення його об'єму та пористості. Встановлено, що для отримання найкращої якості виробів у разі використання кунжутного борошна доцільно застосовувати спосіб тістоприготування на диспергованій фазі або опарний. Доведено, що вироби з додаванням кунжутного борошна краще зберігають свіжість, що підтверджено зменшенням кришкуватості, збільшенням загальної деформації м'якушки, а також містять більше ароматичних сполук, ніж хліб з пшеничного борошна. Зважаючи на вміст у насінні кунжуту таких цінних фізіологічно-функціональних інгредієнтів як ненасичені жирні кислоти, збалансовані за амінокислотним складом білки, лігнани, мінеральні речовини та харчові волокна, хліб з кунжутним борошном можна рекомендувати для харчування особам із захворюваннями серцево-судинної системи, органів травлення, а також з профілактичною метою широкому колу споживачів.

Ключові слова: пшеничний хліб, кунжутне борошно, диспергована фаза, черствіння, ненасичені жирні кислоти

USE OF SESAME FLOUR IN THE PRODUCTION OF WHEAT BREAD

V. Drobot, D-r of Sciences, Technics, Corresponding Member of NAAS,

Yu. Bondarenko, Ph.D., Technics,

O. Bilyk, Ph.D., Technics,

A. Grishchenko, Ph.D., Technics,

National University of Food Technology

In order to expand the range of bakery products with healing properties, formulation it is recommended to use sesame flour in a quantity of up to 10% by weight of flour in the form of wheat bread. More sufficient dosage of sesame flour predetermines the specific aroma and taste of the finished products and a significant decrease in their volume and porosity. It has been established in the case of sesame flour that in order to obtain the best quality of products, it is advisable to use a dough preparation on a dispersed phase or oven. It is proved that the products with the addition of sesame flour better retain freshness, which is confirmed by a decrease in lid, an increase in the general deformation of the crumb, and also contain more aromatic compounds than bread from wheat flour. Due to the content of such valuable physiological-functional ingredients as unsaturated fatty acids, protein-balanced amino acids, lignans, minerals and food fibers, of sesame seeds sesame flour bread can be recommended for nutrition for persons with diseases of the cardiovascular system, digestive organs, as well as with a preventive purpose of a wide range of consumers.

Key words: wheat bread, sesame flour, dispersed phase, chestnut, unsaturated fatty acids

Харчування сучасної людини залежить від якості продуктів, які вона споживає. На думку вчених, нині харчування не є повноцінним і адекватним, а також відзначається істотним дефіцитом багатьох поживних речовин. Основною причиною цього є споживання

великої кількості рафінованих продуктів, що заповнили полиці магазинів. Як наслідок, спостерігається зростання захворювань на неінфекційні хвороби і загострення хронічних хвороб. Тому раціон сучасної людини потребує забезпечення харчовими продуктами, збагачених життєво необхідними нутрієнтами.

Хліб – перспективний продукт для збагачення есенціальними інгредієнтами як загальноживильний і доступний за ціною. Для розширення асортименту хлібобулочних виробів з оздоровчими властивостями доцільно включати до їх рецептури продукти переробки олійних культур, зокрема кунжуту.

Кунжут – це стародавня олійна культура, відома впродовж багатьох століть, особливо у Азії та Африці, як джерело олії та білка [1]. Загальносвітове виробництво насіння кунжуту становить від 5 до 6 млн т на рік. Виробництво і споживання кунжуту знаходиться у висхідному тренді і, особливо, в останнє десятиліття. Індія та Китай є найбільшими виробниками насіння кунжуту [2].

Сьогодні, за даними ФАО, посівні площі під кунжутом в світі складають майже 7 млн га, з яких: до 70% сконцентровано в країнах Південної і Південно-Східної Азії (Індія, Пакистан, Китай, Бірма, Японія), близько 23% – Африці (Ефіопія, Сьєрра-Леоне, Нігерія, Судан), більше 7% – на Американському континенті (Гватемала, Мексика, Венесуела). В Європі кунжут культивують в Греції та Болгарії. За обсягом світового виробництва кунжут поступається сої, арахісу, соняшнику та ріпаку, хоча за якістю олії перевершує ці культури [3]. Вирощують загалом три сорти кунжуту: з білим, золотисто-коричневим і чорним насінням. Білий кунжут найбільше використовується для експорту.

Скоростиглий білосім'яний екотип кунжуту вирощують також на невеликих площах в Україні і на Північному Кавказі, де його врожайність становить 12-15, а при зрошенні – 18-20 ц/га. У Середній Азії, Азербайджані і Краснодарському краї Російської Федерації кунжут вирощують на площі близько 5 тис. га, збираючи 8–15 ц/га насіння [3].

Кунжут – популярна приправа та спеція, а також він використовується для виробництва рослинної олії. У великій кількості кунжут застосовується як інгредієнт безлічі східних солодоців та інших кондитерських виробів. Кунжут є основною сировиною для виробництва тахінної пасти, яка використовується для виготовлення тахінної халви. Солодоці з кунжуту у вигляді тахінної халви або солодких плиток (козинаків) поширені в різних країнах світу, зокрема в Україні. Однак, у виробництві хлібобулочних виробів у європейських країнах та країнах СНД насіння кунжуту застосовують переважно для оздоблення.

Цінність насіння кунжуту обумовлена вмістом його нутрієнтів та їх фізіологічними властивостями.

Насіння кунжуту містить жири (44 – 58%), білки (18 – 25%), вуглеводи (13,5%) і золу [4]. До його складу входять такі вітаміни, як: бета-каротин, тіамін, рибофлавін, ніацин, піридоксин, α - і γ -токоферолі, а також холін та мінеральні сполуки кальцію, калію, фосфору, магнію, мангану, заліза, міді та селену. Кунжут вважають найбагатшим джерелом кальцію, адже споживання лише 30 г кунжуту забезпечує 40% добової потреби в ньому.

Білки насіння кунжуту характеризуються високою біологічною цінністю. Вони багаті на метіонін, і, особливо триптофан. Однак, білки кунжутного насіння лімітовані по лізину, хоча і в меншій мірі, ніж білки пшениці. За розчинністю в груповому складі білків насіння кунжуту переважають соле-, водо- та луторозчинні [5]. Дослідження впливу білкових продуктів кунжуту на тварин показали зниження в сироватці їх крові рівня холестерину, тригліцеридів і ліпопротеїдів [6], а за механізмом дії білки кунжуту впливають на ліпіди сироватки крові подібно соєвим білкам.

У насінні кунжуту міститься до 60% однієї з кращих харчових рослинних олій, яка класифікована до олеїново-лінолевої кислотної групи, оскільки практично в рівних пропорціях містить мононенасичену олеїнову (35 – 48%) та поліненасичену лінолеву (37 – 48%) жирні кислоти, а також близько 10% насичених жирних кислот – стеаринову та пальмітинову. Високий вміст в насінні кунжуту лінолевої кислоти та харчових волокон забезпечує його здатність знижувати рівень холестерину в плазмі крові людини [7]. Інші жирні кислоти містяться у незначних кількостях, зокрема вміст незамінної у харчуванні ліноленової жирної кислоти становить 0,2%. Кунжутна олія, порівняно з іншими, має кращі

профілактичні властивості щодо підвищеного артеріального тиску, високого рівня холестерину в крові та перекисного окислення ліпідів, збільшуючи вміст в організмі ферментних і неферментних антиоксидантів [8]. Ці властивості кунжутної олії забезпечуються як вмістом мононенасиченої олеїнової кислоти, так і вмістом інших біологічно активних компонентів, зокрема фітостеринів, токоферолів та лігнанів [16]. На думку деяких вчених, головними функціональними інгредієнтами кунжуту та кунжутної олії є саме лігнани: сезамін, сезамолін, сезамінол і невелика кількість сезамолу [9]. Завдяки їх присутності, а також вмісту γ -токоферолу, кунжутна олія має високу окислювальну стабільність. Лігнани кунжуту сприяють нормалізації рівня холестерину в крові, збільшенню біонакопичування вітаміну Е (γ -токоферолу), високому антиоксидантному захисту, забезпеченню естрогенної активності [10]. Серед лігнанів у олії кунжуту найбільш переважає сезамін. Експерименти на щурах показали, що сезамін може інгібувати ріст клітин раку шкіри.

Отже, інгредієнти, що містяться в кунжутному насінні, сприятливо впливають на здоров'я людини: виводять токсини, нормалізують обмін речовин і мають значний потенціал застосування в дієтології. Тому було запропоновано використовувати насіння кунжуту для збагачення пшеничного хліба його фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

Мета роботи полягає у встановленні оптимального дозування кунжутного борошна, що забезпечує максимально можливе збагачення пшеничного хліба фізіологічно-функціональними інгредієнтами при збереженні традиційної якості виробу; виборі способу тістоприготування виробу у разі використання кунжутного борошна; дослідженні впливу кунжутного борошна на черствіння виробів.

Матеріали та методи.

У дослідженнях використовували кунжутне борошно (КБ), яке отримували подрібненням насіння кунжуту на лабораторному млині. Крупність кунжутного борошна була близькою до крупності борошна пшеничного обойного.

Для встановлення оптимального дозування кунжутного борошна проводили лабораторні випікання. Тісто готували з борошна першого сорту безопарним способом з масовою часткою вологи тіста – 42%. Перед замішуванням тіста кунжутне борошно змішували з пшеничним. Замішували тісто в двошвидкісній тістомісильній машині. Оброблення тіста здійснювали вручну, вистоювання тістових заготовок проводили у термостаті при температурі (38 ± 2) °C і відносній вологості $(78 \pm 2)\%$ до готовності. Хліб випікали у печі марки Sveba за температури 210-220°C.

В дослідженнях використовували арбітражний метод визначення підйімальної сили дріжджів. Газоутримувальну здатність тіста характеризували величиною його питомого об'єму: зразки тіста масою 50 г поміщали в циліндр об'ємом 250 см³, ущільнювали і ферментували за температури 30°C. Ступінь черствіння виробів оцінювали за зміною загальної деформації м'якушки на пенетрометрі АП 4/1 та її кришкуватості. Про вміст ароматичних речовин у хлібі робили висновок за кількістю бісульфітзв'язуючих сполук [11].

У разі застосування кунжутного борошна тісто готували: безопарним способом, за якого замішували протягом 12 хв до розвитку клейковинного каркасу; опарним способом за якого КБ вносили під час замішування тіста; безопарним із застосуванням подовженого замішування та на диспергованій фазі. Дисперговану фазу готували вологістю 60% з 30% пшеничного борошна з внесенням кунжутного борошна, дріжджів, сольового розчину. Дисперговану фазу готували в комбайні Kenwood на максимальній швидкості обертання робочого органу. Диспергована фаза виброджувала протягом 30 хв. Замішування тіста здійснювали на двошвидкісній машині Esher. Опару готували вологістю 47% з 50% всього борошна. В опару вносили 1% пресованих дріжджів. Тривалість бродіння опари становила 3,5 год при 28 – 30 °C. Тісто замішували масовою часткою вологи 42%, тривалість бродіння тіста на опарі становила 60 хв, за безопарного традиційного 170 хв, за подовженого замішування – 120 хв, на диспергованій фазі 60 хв. В безопарне тісто вносили 3% пресованих дріжджів.

Результати та обговорення. Для встановлення оптимального дозування кунжутного борошна готували зразки тіста з борошна першого сорту з його внесенням в кількості 5; 10

та 15% до маси борошна. Контролем був зразок без кунжутного борошна. Тісто готували безопарним способом. Тривалість бродіння всіх зразків тіста становила 170 хв. Результати дослідження наведено в табл. 1 та рис.1. Готові вироби з внесенням подрібненого насіння кунжуту отримують з більш інтенсивно забарвленою, ніж в контролі, скоринкою. Напевне, це обумовлено інтенсивнішим перебігом реакції меланоїдиноутворення внаслідок кращого амінокислотного складу зразків з внесенням кунжутного борошна. Це підтверджено визначенням кількості бісульфітзв'язуючих речовин у зразках. Так, дослідження показали (рис. 2), що в хлібі з 5 та 10% КБ до маси борошна через 4 год після випікання міститься більше ароматичних сполук, ніж в контролі: в скоринці на 17% та 23% відповідно, в м'якушці – на 19% та 26% відповідно.

Табл. 1

Показники якості готових виробів

Показник	Контроль	Внесено кунжутного борошна,% до маси борошна		
		5	10	15
Хліб				
Стан поверхні	Гладка без тріщин і підривів			
Колір скоринки	Світлий		Світло-коричневий	
Колір м'якушки	Світлий		Світлий з ледь помітними включеннями кунжутного борошна	
Еластичність м'якушки	Еластична			Менш еластична
Смак та аромат	Властиві пшеничному хлібу	Властиві пшеничному хлібу з приємним горіховим ароматом та присмаком кунжуту		Властиві пшеничному хлібу з інтенсивним ароматом та присмаком кунжуту
Питомий об'єм, см /г	2,86	2,80	2,73	2,64
Формостійкість Н/D	0,46	0,44	0,43	0,40
Пористість,%	72	71	70	69
Кислотність, град	2,0	2,1	2,3	2,4
Вологість,%	42,0	41,4	41,5	41,7

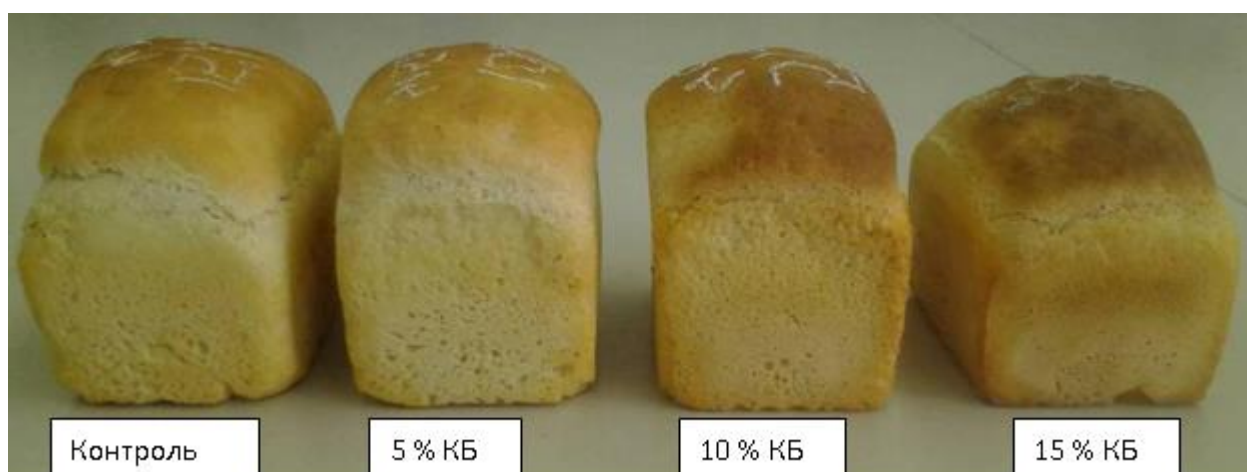


Рис. 1. Хліб з додаванням кунжутного борошна

У разі додання 5 та 10% до маси борошна подрібненого насіння кунжуту вироби мали рівномірну, тонкостінну пористість та еластичну м'якушку. Смак та аромат цих виробів був властивий пшеничному хлібу з приємним ніжним горіховим присмаком. У разі дозування подрібненого кунжуту в кількості 15% до маси борошна отримали вироби з менш еластичною м'якушкою та занадто вираженим олійним смаком та запахом кунжуту.

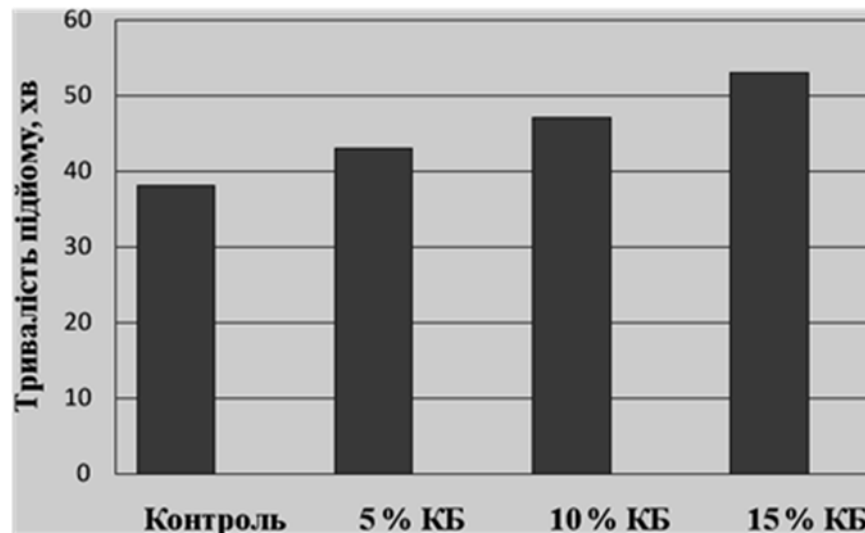


Рис.2. Вміст бісульфітз'язуючих речовин у виробках

Встановлено, що питомий об'єм готових виробів з внесенням кунжутного борошна знижується на 2,0, 4,5 та 7,5% відповідно збільшенню дозування. Формостійкість та пористість виробів знижується відповідно зі збільшенням дозування кунжутного борошна.

Для виявлення причин погіршення якості виробів у разі внесення кунжутного борошна було встановлено його вплив на бродильну активність дріжджів за їх підйнятною силою. Отримані дані (рис. 3) свідчать, що додавання кунжутного борошна уповільнює бродильну активність дріжджів. Це, очевидно, пов'язано з погіршенням доступу до дріжджової клітини поживних речовин внаслідок їх огортання жиром, що вноситься з кунжутним борошном. Поряд з інтенсивністю бродіння тіста, на якість готових виробів впливає здатність напівфабрикатів утримувати діоксид вуглецю, тобто газотримувальна здатність.

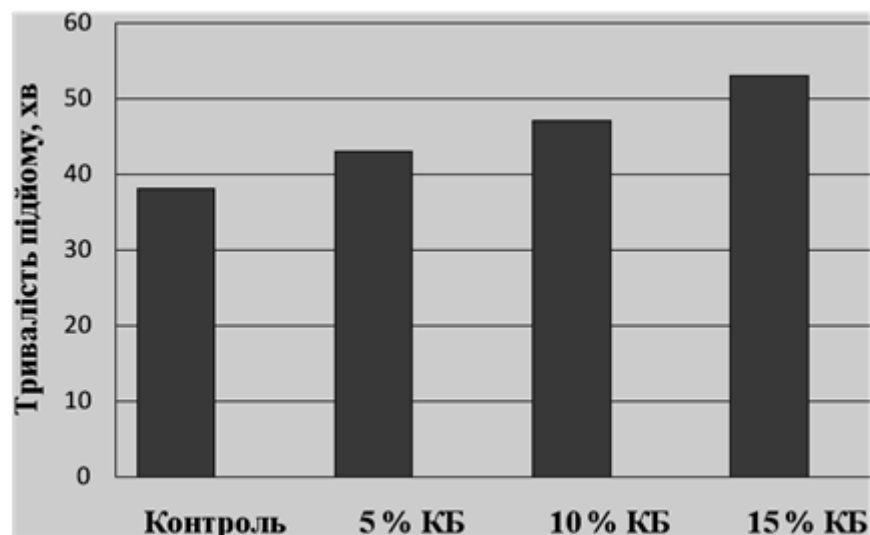


Рис. 3. Підймальна сила дріжджів в присутності кунжутного борошна

Газотримувальну здатність тіста характеризували величиною питомого об'єму тіста через 4 години його бродіння. Встановлено (рис. 4), що внесення в тісто кунжутного борошна призводить до зниження питомого об'єму всіх зразків з ним і тим значного, чим більше внесено його в тісто.

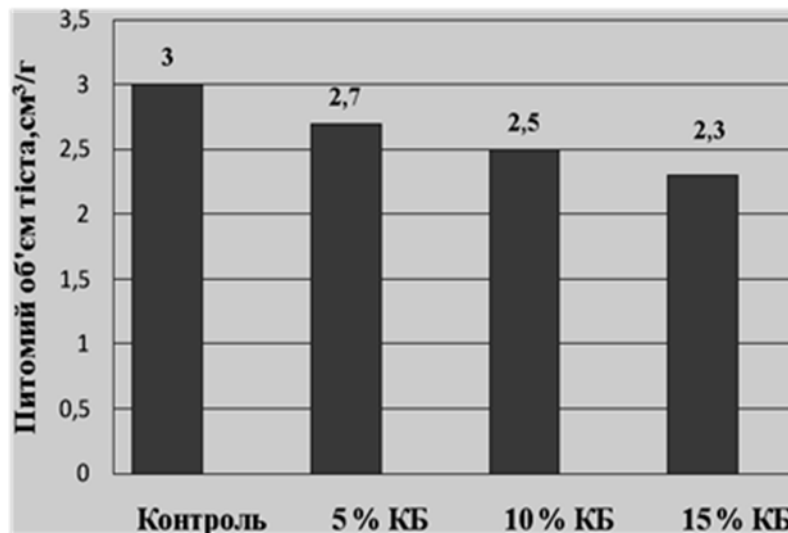


Рис. 4. Питомий об'єм тіста

Таким чином, у разі використання в рецептурі пшеничного хліба борошна кунжуту доцільним є його дозування в кількості до 10% до маси борошна. Більше дозування кунжутного борошна зумовлює специфічний аромат та присмак готових виробів та значне зменшення його об'єму та пористості.

Проведені розрахунки хімічного складу хліба пшеничного з борошна першого сорту та виробу з доданням 10% КБ показали, що виріб з КБ в більшій мірі забезпечує потреби організму у життєво необхідних речовинах: в білках – в середньому на 7%, жирах на 15,5%, кальції, магнії – на 26 та 30%. Споживання добової норма хліба з КБ задовольняє потребу організму у таких фізіологічно-функціональних інгредієнтах як: поліненасичені жирні кислоти (ω -6 та ω -9) на 47% від добової потреби, кальції, магнії та фосфору відповідно на 31,2, 57 та 32%. Зважаючи на це, виріб з внесенням 10% КБ до маси борошна може бути віднесений до виробів з оздоровчими властивостями. При розрахунку враховували дані хімічного складу насіння кунжуту [12] та норми фізіологічних потреб в основних харчових речовинах в умовах вживання денної норми хліба – 277 г (жінки віком 30 – 39 років, II група інтенсивної праці) відповідно до існуючих «Норм фізіологічних потреб населення в основних харчових речовинах та енергії».

При виборі способу приготування тіста, особливо при використанні нетрадиційної сировини, яка має відмінні від борошна хімічний склад і технологічні властивості, основним критерієм є забезпечення високих показників якості хлібобулочних виробів.

У технології хліба тісто здебільшого готують опарним або безопарним способом залежно від виду виробів, їх рецептурного складу. В останні роки, з появою на ринку двошвидкісних тістомісильних машин та поліпшувачів тіста, все частіше використовують прискорені способи, які мають технологічний цикл коротший у 2,5 – 3 рази порівняно з опарним способом. Кожен з цих способів має свої переваги і недоліки. Опарний спосіб, порівняно з однофазним, більш гнучкий, і пов'язаний з меншими витратами дріжджів для приготування тіста. Хліб за цього способу кращий на смак і аромат, довше зберігає свіжість. Проте опарний спосіб вимагає значної тривалості технологічного процесу (4,5 – 5 год) та суттєвих затрат сухих речовин на бродіння. За безопарного способу тривалість технологічного процесу майже вдвічі менша, ніж за опарного, менші затрати сухих речовин на бродіння, але якість виробів дещо нижча за станом м'якушки, смаковими якостями.

Прискорені способи, порівняно з опарним, коротші у 2,5 – 3 рази, здатні забезпечувати високу якість продукції, з пшеничного борошна, але за цих способів необхідно застосовувати заходи, направлені на інтенсифікацію процесів дозрівання тіста. Тому для встановлення оптимального способу тістоприготування тісто з додаванням кунжутного борошна готували безопарним, безопарним прискореним (з подовженим замішуванням), опарним способами та на диспергованій фазі.

Дозування КБ в дослідних зразках становило 10% до маси борошна. Як показали результати досліджень (табл. 2, рис 5), найбільший об'єм виробів було отримано за способу приготування тіста на диспергованій фазі. Напевне, це зумовлено тим, що під час приготування диспергованої фази, внаслідок інтенсивної механічної обробки відбувається подрібнення конгломератів дріжджових клітин, що активізує їх життєдіяльність, дезагрегація білкових молекул та покращання їх гідратації, а також утворення жирової емульсії внаслідок переходу жиру з КБ у рідку фазу тіста та його рівномірного розподілу по всій тістовій масі. Крім цього, напевне, внаслідок утворення жирової емульсії в диспергованій фазі, під час замішування тіста ліпіди кунжуту не лише утворюватимуть з білком борошна ліпопротеїнові комплекси, а розподілятимуться вздовж клейковинних плівок, заповнюючи собою мікропори. Це сприятиме збільшенню поверхневого натягу в тістовій системі, покращуючи газоутримувальну здатність тіста та формостійкість виробів. Тісто було дуже еластичним, що сприяло гарному формуванню тістових заготовок. За цього способу пористість хліба була вищою, ніж у контролі. Вироби мали рівномірну тонкостінну розвинену дрібну пористість та еластичну м'якушку.

Хороші результати отримано також за опарного способу тістоприготування, що пов'язано з активізацією процесів бродіння під час приготування опари, а також з тим, що під час замішування опари вже утворився клейковинний каркас, і під час замішування тіста та внесення кунжутного борошна відбувається не такий виражений вплив жиру КБ на розвиток клейковинного каркасу та погіршення структурно-механічних властивостей тіста. Вироби мали рівномірну розвинену пористість.

Погіршення якості хліба спостерігалось за подовженого замішування тіста, що було зумовлено погіршенням структурно-механічних властивостей, тісто набуло липкості, важко формувалось, збільшилось його розпливання, погіршилась газоутримувальна здатність. Це зумовлено поглибленням механічної та гідролітичної дезагрегації біополімерів, збільшенням рідкої фази в тісті, деструктуризацією тістової системи, що негативно впливає на формування його об'єму і пористості.

Отже, при використанні КБ доцільно використовувати спосіб приготування на диспергованій фазі або опарний.



Рис. 5. Хліб з внесенням 10% КБ до маси борошна за різних способів приготування тіста

**Вплив способу приготування тіста
у разі використання КБ в кількості 10% до маси борошна**

Показник	Способи приготування тіста			
	Безопарний традиційний (заміс тіста 12 хв) (контроль)	Безопарний з подовженим замісом (18 хв)	На диспергованій фазі	Опарний (КБ внесено в тісто)
Опара/диспергована фаза				
Масова частка вологи, %			60,5	46,4
Тривалість бродіння, хв			30	210
Тісто				
Масова частка вологи, %	42,2	42,0	42,3	41,9
Тривалість бродіння, хв	170	120	60	60
Титрована кислотність, град: кінцева	3,1	3,1	2,8	3,4
Тривалість вистоювання, хв	50	46	40	40
Питомий об'єм тіста, см ³ /г	2,22	2,14	2,42	2,33
Розпливання кульки тіста, мм	73	78	70	71
Консистенція тіста	Сухе на дотик, добре формується не липке	Вологе на дотик, важко формується, липке	Сухе на дотик, дуже еластичне, дуже добре формується, не липке	Сухе на дотик, добре формується не липке
Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /г	2,63	2,58	2,74	2,70
Пористість, %	70	70	72	71
Кислотність, град	2,3	2,3	2,1	2,5
Формостійкість Н/D	0,36	0,36	0,38	0,38
Характеристика м'якушки	Еластична	Менш еластична	Еластична	

Оскільки кунжутне борошно багате на жир та білкові речовини, тому відповідне його додавання буде здійснювати певний вплив на процеси черствіння виробів.

Дослідження зміни загальної деформації м'якушки в процесі зберігання показали (рис. 6), що структурно-механічні властивості м'якушки зразків виробів з додаванням КБ змінювались повільніше. Так, через 24 год ступінь збереження свіжості за зміною загальної деформації м'якушки зразків з кунжутним борошном був на – на 5 та 8% більшим, порівняно з контрольним, через 48 год – на 3 та 6% відповідно.

Поряд з дослідженнями структурно-механічних властивостей м'якушки визначали зміни її кришкуватості при зберіганні хліба. Результати досліджень, наведені на рис. 7, свідчать, що вироби з внесенням кунжутного борошна мають меншу кришкуватість, ніж контроль. Через 24 год зберігання кришкуватість зразків з 5 та 10% кунжутного борошна була меншою, ніж контролю на 9% та 12% , а через 48 год на 14 та 18%.

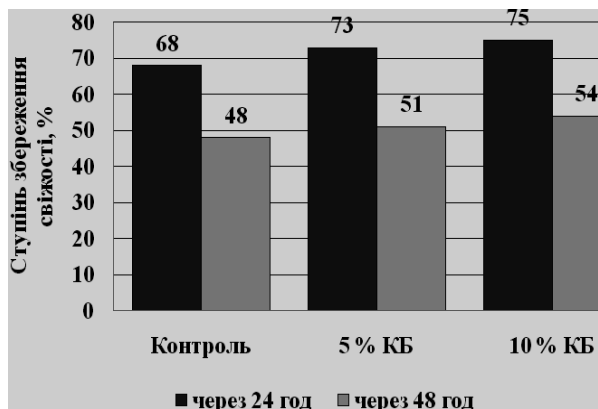


Рис. 6. Ступінь збереження свіжості мякушки виробів

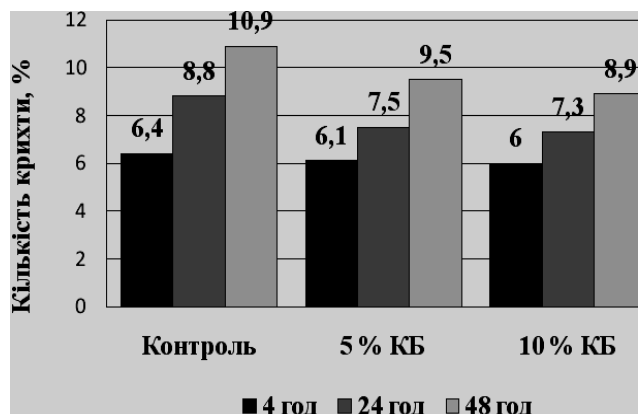


Рис. 7. Кришкуватість хліба в процесі зберігання

Таким чином, дані, що характеризують збереження виробами свіжості за кришкуватістю, корелюють з даними, одержаними за пенетрометром.

Висновки

За результатами досліджень було встановлено, що для розширення асортименту хлібобулочних виробів з оздоровчими властивостями доцільно використовувати у рецептурі пшеничного хліба кунжутне борошно в кількості до 10% до маси борошна. Більше дозування кунжутного борошна зумовлює специфічний аромат та присмак готових виробів та значне зменшення його об'єму та пористості. Для отримання найкращої якості виробів у разі використання кунжутного борошна доцільно застосовувати спосіб тістоприготування на диспергованій фазі або опарний. Зважаючи на вміст у насінні кунжуту таких цінних фізіологічно-функціональних інгредієнтів як ненасичені жирні кислоти, лігніни, мінеральні речовини та харчові волокна, хліб з кунжутним борошном можна рекомендувати для харчування особам із захворюваннями органів травлення, серцево-судинної системи, а також з профілактичною метою широкому колу споживачів.

Використані джерела

1. Abou-Gharbia, H.A. Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil / H.A. Abou-Gharbia, A.A.Y. Shehataa, F. Shahidi // Food Res. Int. – 2000. – Vol. 33. – Pp. 331 – 340.
2. Namiki, M. The chemistry and physiological functions of sesame / M. Namiki // Food Rev. Int., 1995. – Vol. 11 – Pp. 281 – 329.
3. Майданюк, В. Кунжут на Юге Украины / В. Майданюк // Овощеводство. – 2016. – № 4. – С. 54-57
4. Щербаков, В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков. – М.:Агропромиздат, 1991.- 304 с.
5. Альван, Амин Особенности белкового комплекса кунжута / Альван Амин, А.Д. Минакова, В. Г. Щербаков // Изв.вузов. Пищевые технологии. – 1998. – № 4 – С. 92-93
6. Sen, M. Nutritional quality of sesame seed protein fraction extracted with isopropanol / M. Sen, D.K. Bhattacharyya // Agric Food Chem. – 2001. – №5 – Pp. 2641 – 2646.
7. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials / R.P. Mensink, P. L. Zock, A.D.M. Kester, M.B. Katan // Am. J. Clin Nutr. – 2003. – № 77 – Pp.1146–1155
8. Sankar, D. Modulation of blood pressure, lipid profiles and redox status in hypertensive patients taking different edible oils / D. Sankar, G. Sambandam, R. Ramakrishna // Clinica Chimica Acta. – 2005. – Vol. 355 – P. 97. – 104.
9. Kanu, P. J. Biochemical analysis of black and white sesame seeds from China / P. J. Kanu // Am. J. Biochem. Mol. Biol. – 2011. – Vol. 1. – № 2. – P. 145 – 157.
10. Dietary sesamin is converted to enterolactone in humans / J. L. Penalvo, S. M. Heinonen, A. M. Aura, H. Adlercreutz // J. Nutr. – 2005. – № 135 – P.1056–1062.

11. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навчальний посібник [Текст] / за ред. чл.-кор. В.І. Дробот – К.: НУХТ, 2015.– 902 с.
12. Скурихин, И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян : Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

References

1. Abou-Gharbia, H.A., A.A.Y. Shehataa, F. Shahidi. 2000. Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. *Food Res. Int.* 33:331 – 340.
2. Namiki, M. The chemistry and physiological functions of sesame. 1995. *Food Rev. Int.* 11:281 – 329.
3. Majdanyuk, V. Kunzhut na yuge Ukrainy. 2016. *Ovoshchevodstvo*.4:54-57 (in Ukrainian).
4. Shcherbakov, V. G.1991. *Biohimiya i tovarovedenie maslichnogo syr'ya*. Moskov, Agropromizdat, 304 (in Russian).
5. Al'van, Amin, A.D. Minakova, V.G. SHCHerbakov. 1998. Osobennosti belkovogo kompleksa kunzhutu. *Izv.vuzov. Pishchevye tekhnologii*. 4:92-93 (in Russian).
6. Sen, M., D.K. Bhattacharyya. 2001. Nutritional quality of sesame seed protein fraction extracted with isopropanol. *Agric Food Chem.* 5:2641 – 2646.
7. Mensink, R. P., P. L. Zock, A.D.M. Kester, M.B. 2003. Katan Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am. J. Clin Nutr.* 77:1146–1155.
8. Sankar, D., G. Sambandam, R. Ramakrishna. 2005. Modulation of blood pressure, lipid profiles and redox status in hypertensive patients taking different edible oils. *Clinica Chimica Acta.* 355:97-104.
9. Kanu, P. J. Biochemical analysis of black and white sesame seeds from China. 2011. *Am. J. Biochem. Mol. Biol.* 1.2:145 – 157.
10. Penalvo J. L., S. M. Heinonen, A. M. Aura, H. Adlercreutz. 2005. Dietary sesamin is converted to enterolactone in humans. *J. Nutr.* 135:1056–1062.
11. Drobot, V.I. 2015. *Tekhnokhimichniy kontrol syrovyny ta khlibobulochnykh i makaronnykh vyrobiv : navchalnyi posibnyk*. Kyiv, NUKhT, 902 (in Ukrainian).
12. Skurihin, I.M., V.A. Tutel'yan. 2007. *Tablicy himicheskogo sostava i kalorijnosti rossijskih produktov pitaniya*. Moskov, DeLi print, 276 (in Russian).