

УДК 664.66

DOI: 10.25140/2411-5363-2021-1(23)-135-144

*Жанна Замай, Оксана Гуменюк, Раїса Волкова, Олена Хребтань, Сергій Цибуля***ФОРТИФІКАЦІЯ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА ІННОВАЦІЙНИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

У роботі представлена інноваційна розробка – хліб пшеничний, фортифікований сухою овочевою сировиною – порошком цвітної капусти (8 %), порошком броколі (6 %) та лимонної цедри. Фортифікація хліба інноваційними компонентами рослинного походження є одним зі шляхів підвищення харчової цінності хліба різних сортів. Обґрунтовано вибір фортифікаційного компонента, досліджено шляхи його додавання, визначені фізико-хімічні показники готової продукції та напівфабрикатів. Розраховано харчову та енергетичну цінність збагачених продуктів.

Ключові слова: хліб пшеничний; фортифікація; інноваційний компонент, порошок броколі та цвітної капусти; цедра лимона.

Табл.: 2. Рис.: 4. Бібл.: 11.

Актуальність теми дослідження. Хлібопродукти – одне з основних джерел необхідних організму людини рослинних білків, вуглеводів, вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон. Водночас технологічне перероблення зерна на борошно супроводжується значними втратами вітамінів і мінеральних речовин, які видаляються разом із висівками і зародком. Особливо це стосується виробів, виготовлених із сортового борошна. Приготування з такого борошна хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів призводить до додаткової втрати важливих біологічно активних речовин. І якщо раніше основні дослідження у сфері харчової науки були зосереджені на питаннях збільшення продуктивності праці завдяки максимальній механізації і автоматизації виробничих процесів, то сьогодні основна увага дослідників прикута до хімічного складу продуктів харчування, зокрема до питань збільшення їхньої харчової цінності. Хлібопекарська продукція останнім часом стала предметом дискусії щодо поживної цінності хліба різних сортів, а один зі шляхів її підвищення – це збагачення (або фортифікація) хлібобулочних виробів інноваційними компонентами рослинного походження. Це сировина, яку не використовували у традиційній рецептурі і яка є такою, що вирізняється підвищеним вмістом вітамінів, мінеральних речовин, незамінних амінокислот та інших есенціальних компонентів. Зокрема, актуальним є використання різних плодів та овочів, насіння або продуктів їх переробки в складі рецептури хліба. Харчова цінність такої сировини зумовлена енергетичною, біологічною, фізіологічною, лікувально-профілактичною, органолептичною цінністю та безпекою збагачувальних рослинних компонентів, а розробка нових видів хліба, фортифікованих інноваційними рослинними компонентами, є актуальною.

Постановка проблеми. Додавання будь-яких нетрадиційних компонентів впливає як на органолептичні показники готових виробів (часто негативно), так і на параметри перебігу технологічного процесу. Тому важливим є не тільки вибір (визначення) фортифікаційного компонента, але й дослідження шляхів його додавання, визначення фізико-хімічних показників як готової продукції, так і напівфабрикатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виробництво хліба, збагаченого дієтичними домішками рослинної сировини, є перспективним напрямом розвитку інноваційних технологій харчової галузі. Так, до борошна додають мікроелементи (залізо, кальцій), вітаміни групи В, які не розкладаються за високої температури, аскорбінову кислоту, яка прискорює дозрівання тіста та покращує його хлібопекарські властивості. Крім цього, розроблено безліч різновидів хліба з додаванням висівок, насіння (льону, гарбуза, кунжуту), круп, спецій, різноманітних видів борошна, порошоків (з кісточок винограду, каліни, гранату) та інші [1].

Суттєва роль у профілактиці недостатньої забезпеченості населення мікронутрієнтами традиційно відводиться збагаченню харчових продуктів, насамперед хліба, такими сполуками:

- вітамінами-антиоксидантами (А, Е, С і β -каротин), які запобігають пероксидному окисненню ліпідів і накопичення вільних радикалів;
- флавоноїдами;
- поліненасиченими жирним кислотами;
- мінеральними речовинами (Са, К, Zn, Se, Mg);
- харчовими волокнами [2].

Наукова стратегія і практика створення продуктів здорового харчування з використанням макро- і мікронутрієнтів включає:

- медико-біологічні аспекти – передбачають вибір носія й домішки, що коригують хімічний склад продукту, рівень і безпеку збагачення;
- технологічні аспекти – розглядають питання якості продукції, збереженості мікронутрієнтів та їх сумісність з іншою сировиною, а також взаємодію з окремими компонентами харчової системи;
- клінічну ефективність, яка повинна підтвердити на основі методів доказової медицини біологічну доступність збагачувального компонента, а також надійність корекцій дефіциту й поліпшення стану здоров'я з використанням спеціалізованих, функціональних продуктів харчування [3].

Можливість і доцільність використання овочевої сировини у виробництві борошняних та кондитерських виробів зумовлена особливостями їхнього хімічного складу та технологічними властивостями. Харчова цінність овочів визначається в основному вмістом у них цукрів, органічних кислот, азотистих речовин та харчових волокон, а також вітамінів та солей лужних металів.

За сукупністю характеристик із усього різноманіття овочевих і плодкових домішок виділяють порошки. Вони зберігають свої корисні властивості протягом усього року, що дає можливість безперервно забезпечувати виробництво харчових продуктів цінним джерелом біологічно активних речовин.

Під час розробки технологій хлібних виробів важливо враховувати функціонально-технічні властивості сушених овочів (органолептичні характеристики, дисперсність, водопоглинальну здатність у різних полярних середовищах), оскільки саме вони найбільшою мірою впливають на органолептичні, фізико-хімічні показники якості і структурно-механічні властивості готових хлібобулочних виробів.

У виробництві виробів для здорового харчування перспективними дієтичними домішками, за рахунок харчової цінності та хімічного складу є продукти переробки овочевих культур родини Капустяних.

Броколі (спаржева капуста) – перехідна форма від білокачанної до цвітної капусти. Цінність броколі – в її хімічному складі, вона багата на макро- та мікроелементи, такі як калій, кальцій, магній, натрій, манган, фосфор, залізо, цинк, селен і мідь. Вітаміни групи В, Е, А, РР, К, С, U. За вмістом і складом амінокислот білок броколі не поступається курячому, а за рядом біологічних показників рівноцінний білку м'яса та молока. У броколі містяться азотисті сполуки – індол-3-карбінол, які стримують виникнення ракових захворювань, тому її використовують у фармакології [4].

У броколі містяться антисклеротичні речовини – метіонін та холін, які перешкоджають накопиченню холестерину в організмі [5].

Популяризації та просуванню на харчові ринки країн Європи корисної овочевої сировини – капусти броколі була присвячена IV міжнародна конференція «Броколі. Смак та користь від природи», в місті Сероцьк (Польща) в 2014 році.

Порівняння хімічного складу білокачанної капусти та капусти броколі, показує, що остання перевершує білокачанну за вмістом макро- та мікроелементів, вітамінів. Вміст фосфору є вищим на 58 мг/100 г, калію – на 130 мг/100 г, натрію – на 20 мг/100 г, маг-

нію – на 16 мг/100 г, кальцію – на 507 мг/100 г. Серед мікроелементів необхідно відмітити підвищену кількість селену, заліза та йоду. Особливо цінним у складі броколі можна вважати вміст вітаміну С – в два рази більше та вітаміну Е – у шість разів більше в порівнянні з білокачанною капустою [6].

Авторами [7] вивчено вплив суміші рослинних порошоків на процеси виготовлення пшеничного хліба. Проведені спільні міжнародні дослідження вчених двох університетів: Мічуринського державного аграрного університету (м. Мічуринськ, РФ) та університету Хоенхайм (м. Штутгарт, Німеччина). Перша суміш містила порошки томату та броколі, друга – порошки топінамбура та броколі (у співвідношенні 1:1). Використання овочевих сумішей за дозування 3 та 5 % у технології виробництва пшеничного хліба підвищує об'єм, робить м'якушку більш пористою та збільшує термін зберігання [7].

Цвітна капуста одна з найсмачніших, корисних та цінних за вмістом харчових речовин рослина. Вона, порівняно з капустою білокачанною, в 1,5...2,0 рази є багатшою на білок, у 2...3 рази – на аскорбінову кислоту. Вміст сухої речовини становить від 8,0 до 11,7 %. Поживна цінність броколі пов'язана з високим вмістом вітамінів С (41,6...180 мг/100 г), групи В₁, В₂, В₃, РР, А (0,5...1,6 мг/100 г), К (4 мг/100 г), вітаміну Р (22...111 мг) в менших кількостях містяться вітаміни Е, Н. В її головках міститься кальцій (25...89 мг), залізо (0,6...1,3 мг), магній, манган, калій, фтор, цинк та мідь. Фосфор у капусті, як і кальцій, знаходиться переважно у формі водорозчинних солей.

Цукри представлені глюкозою (1,0...2,7 % на сиру речовину), фруктозою (0,5...1,7 %) та сахарозою (1,1...1,3 %), в невеликих кількостях є також ксилоза, мальтоза та рафіноза. Сирого білка міститься від 1,6 до 2,5 %, в якому чистий білок складає 83 %. Енергетична цінність 100 г продукції 29 ккал або 121 кДж [8].

До складу цвітної капусти входять ненасичені жирні кислоти, вуглеводи, органічні кислоти, флавоноїди та каротиноїди [9].

Для покращення органолептичних властивостей хлібобулочних виробів з добавкою порошку броколі, та цвітної капусти а саме – для надання відповідного аромату, в цій роботі була вибрана цедра лимону. Лимон широко застосовується в харчових технологіях. У шкірці плодів містяться значні запаси аскорбінової кислоти та флавоноїдів, ефірна лимонна олія, яка зумовлює приємний аромат лимону. До складу ефірних олій шкірки входять: альдегіди (цитроль та цитронелаль), спирти (ліналол, цитронелол, гераніол), етери (ацетат меланоло), монотерпени, в тому числі лимонен, який складає близько 95 % усіх олій лимону.

Більшість поживних речовин концентрується в шкірці, а точніше у верхньому її шарі – лимонній цедрі [10].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Таким чином, аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що інноваційні шляхи додавання дієтичних домішок на основі рослинної сировини в хлібобулочні вироби широко досліджуються [11], однак можливість фортифікації хліба пшеничного порошком капусти досліджена не була. Досі не розроблена рецептура пшеничного хліба, збагаченого порошком з броколі та цвітної капусти та не досліджена можливість покращення його смакових властивостей за рахунок додавання лимонної цедри.

Постановка завдання. У цій роботі вирішувалось завдання розробки технології виробництва пшеничного хліба, збагаченого сухою овочевою сировиною – порошком броколі та цвітної капусти та удосконалення смакових властивостей за рахунок додавання лимонної цедри. Необхідно дослідити вплив порошку з досліджуваних видів капусти на підйомну силу тіста; на якість та кількість клейковини; на вологість та кислотність готового хліба й дослідити можливість покращення смакових властивостей фортифікованого хліба пшеничного за рахунок додавання лимонної цедри.

Виклад основного матеріалу. Для виготовлення пшеничного хліба та проведення органолептичних, фізико-хімічних та хімічних досліджень була використана така сировина: борошно пшеничне вищого сорту; дріжджі пресовані; сіль кухонна; порошок броколі та порошок цвітної капусти; лимонна цедра.

Порошок броколі та цвітної капусти одержували в такій послідовності: очищені овочі нарізали скибочками товщиною 5...7 мм, потім бланшували протягом 2 хв і замочували на 45 хв у 0,2%-ному розчині гідросульфїту натрію (для запобігання потемнінню). Підготовлену таким чином сировину в подальшому висушували у сушарці за температури 60°C протягом 7 годин. Висушені шматочки подрібнювали на лабораторному млині та просіювали через стандартне лабораторне сито (розмір отворів 1,4×20,1).

З метою коректного розрахунку рецептури фортифікованого хліба спочатку визначили вологість порошку броколі, цвітної капусти та лимонної цедри. Виміри проводили за методикою прискореного висушування в сушильній шафі СЕШ-3М за температури 130 °С, протягом 40 хвилин.

Так, визначена вологість порошку броколі становила 12,5 %, цвітної капусти – 17,6 %, лимонної цедри – 69,6 %.

З метою визначення оптимальної концентрації фортифікаційних компонентів було досліджено показники якості тіста за їх концентрації 6, 8 та 10 %. Контролем слугувала рецептура хліба «Пшеничного з борошна вищого сорту».

Визначення впливу добавок на якість клейковини визначали згідно ДСТУ ISO 21415-1:2009 «Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначення сирової клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT)

Визначення впливу порошку броколі та цвітної капусти, та з додаванням лимонної цедри на підйомну силу тіста проводили прискореним методом спливання кульки, виготовленої з борошна, дріжджів пресованих та сольового розчину.

Якість хліба оцінювали шляхом проведення пробної лабораторної випічки.

Органолептично визначали форму хліба, колір і зовнішній вигляд, стан скоринки, смак і запах за методикою згідно ДСТУ-П 8536:2015 «Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості».

Визначали якість готової хлібної продукції за її фізико-хімічними показниками, а саме вологістю та кислотністю.

Визначення вологості, пористості і кислотності хліба проводили згідно з ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників».

Для всіх досліджуваних зразків з додаванням порошку броколі кількість клейковини знаходиться в межах 27...29 %; її розтяжність – в межах 12...15; пружність – у межах 68...75 одиниць приладу ВДК.

Дослідження впливу порошоків броколі і цвітної капусти на кількість і якість клейковини показало, що добавки в концентраціях від 6 до 10 % не суттєво впливають на ці показники. Кількість клейковини знижується пропорційно кількості доданої капусти, а зміна пружності клейковини знаходиться в межах похибки експерименту.

Підйомну силу тіста визначали за часом спливання кульки.

Результати дослідження показані на рис. 1.

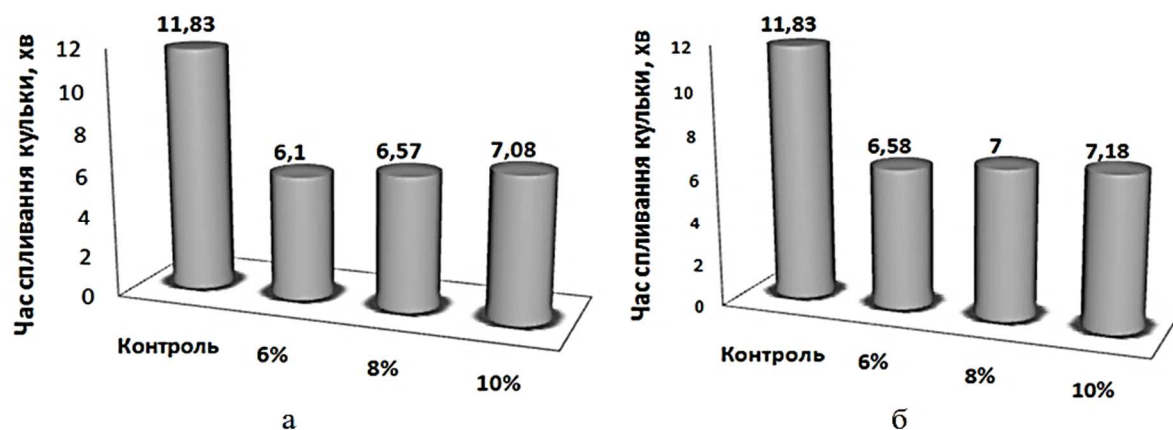


Рис. 1. Вплив додавання порошку броколі (а) та порошку цвітної капусти (б) на підйомну силу тіста

З діаграм видно, що найбільше (на 5,73 хвилини) скорочується час спливання кульки і, відповідно, чинить найкращий вплив на підйомну силу дріжджів додавання порошку броколі в кількості 6 % та порошку цвітної капусти в кількості 8 % (час спливання кульки скорочується на 5,25 хвилини). Такий вміст фортифікаційних добавок було обрано для подальших досліджень.

Для покращення смакових властивостей до зразку з порошком броколі (6 %) (контроль) додали лимонну цедру в кількості 6 % (зразок 1), 8 % (зразок 2), 10 % (зразок 3). Результати дослідження підйомної сили тіста за різного вмісту цедри показано на рис. 2.

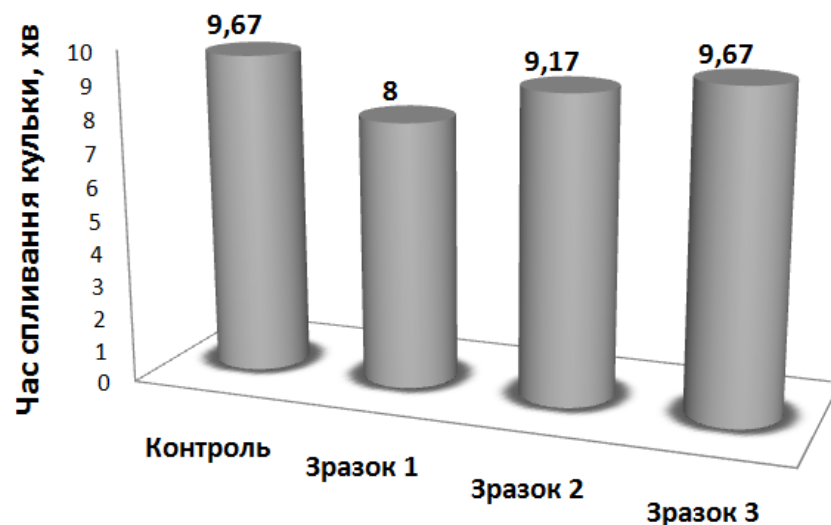


Рис. 2. Вплив лимонної цедри на підйомну силу тіста

Час спливання кульки скорочується на 1,67 хвилини у порівнянні з контрольним зразком у випадку додавання 6 % лимонної цедри, відповідно таке дозування обрано для розрахунку рецептури.

Таким чином, за результатами аналізу впливу фортифікаційних компонентів на підйомну силу тіста було обрано такі оптимальні кількості порошків: броколі – 6 %; цвітна капуста – 8 %; лимонна цедра – 6 % до маси борошна.

Розраховано рецептури і проведено пробне випікання для органолептичної та фізико-хімічної оцінки готових виробів. Використовували борошно пшеничне вищого сорту вологістю 14,5%, та з умістом сирової клейковини 28,4 %.

Таким чином, подальші пробні випічки проводили з обраними для дослідження добавками в таких кількостях до маси борошна: зразок 1 – 6 % порошку броколі; зразок 2 – 8 % порошку цвітної капусти, зразок 3 – 6 % порошку броколі та 6 % цедри лимону.

Результати визначення фізико-хімічних та органолептичних показників якості готового хліба наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Показники якості готових виробів

Фізико-хімічні показники				
Показники	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Вологість м'якушки, %	41,3	41,7	41,8	41,3
Кислотність м'якушки, град	3,2	4,2	3,8	3,8
Пористість м'якушки, %	71	72	73	71
Органолептичні показники				
Правильність форми	Відповідає формі, в якій проводили випікання, з дещо випуклою верхньою скоринкою			
Колір скоринки	Світло-жовтий			Світло-коричневий.
Стан поверхні скоринки	Гладенька, без великих підривів і тріщини			
Колір м'якушки	Світлий	Світлий із зеленуватим відтінком	Світлий	Світлий із зеленуватим відтінком
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, не волога на дотик, з розвинутою пористістю, без слідів непромісу й ущільнення			
Структура пористості	Пори дрібні та середні, розподілені досить рівномірно			
Смак та аромат хліба	Інтенсивно виражений, характерний хлібний	Інтенсивно виражений, властивий для хліба, з присмаком добавок		

Отримані зразки пшеничного хліба з додаванням порошоків броколі з лимонною цедрою та цвітної капусти мають приємні органолептичні властивості, пористу м'якушку, привабливий колір. Введення їх в раціон харчування сприяє поліпшенню структури харчування, розширенню асортименту пшеничного хліба.

Розрахували також харчову та енергетичну цінність фортифікованих продуктів за відомими табличними значеннями енергетичної цінності їх складових, вмісту (табл. 2) та засвоюваності. Результати розрахунків представлені на рис. 3.

Таблиця 2. Харчова цінність основної сировини

Сировина	Поживні речовини		
	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Борошно пшеничне в/с.	10,3	0,9	74,2
Дріжджі пресовані	12,5	0,4	8,3
Сіль	-	-	-
Порошок броколі	3,0	0,2	6,0
Порошок цвітної капусти	2,0	0,28	4,0
Лимон	0,66	0,53	6,0

Розрахунки показали, що у випадку додавання рослинної сировини харчова цінність пшеничного хліба у порівнянні з контролем збільшується в усіх зразках, однак найбільше – у зразку 3 (з дозуванням 6 % порошку броколі та 6 % цедри лимону), в якому вміст білків збільшився на 0,16 г, жирів на 0,03 г, вуглеводів на 0,52 г на 100 г продукту.

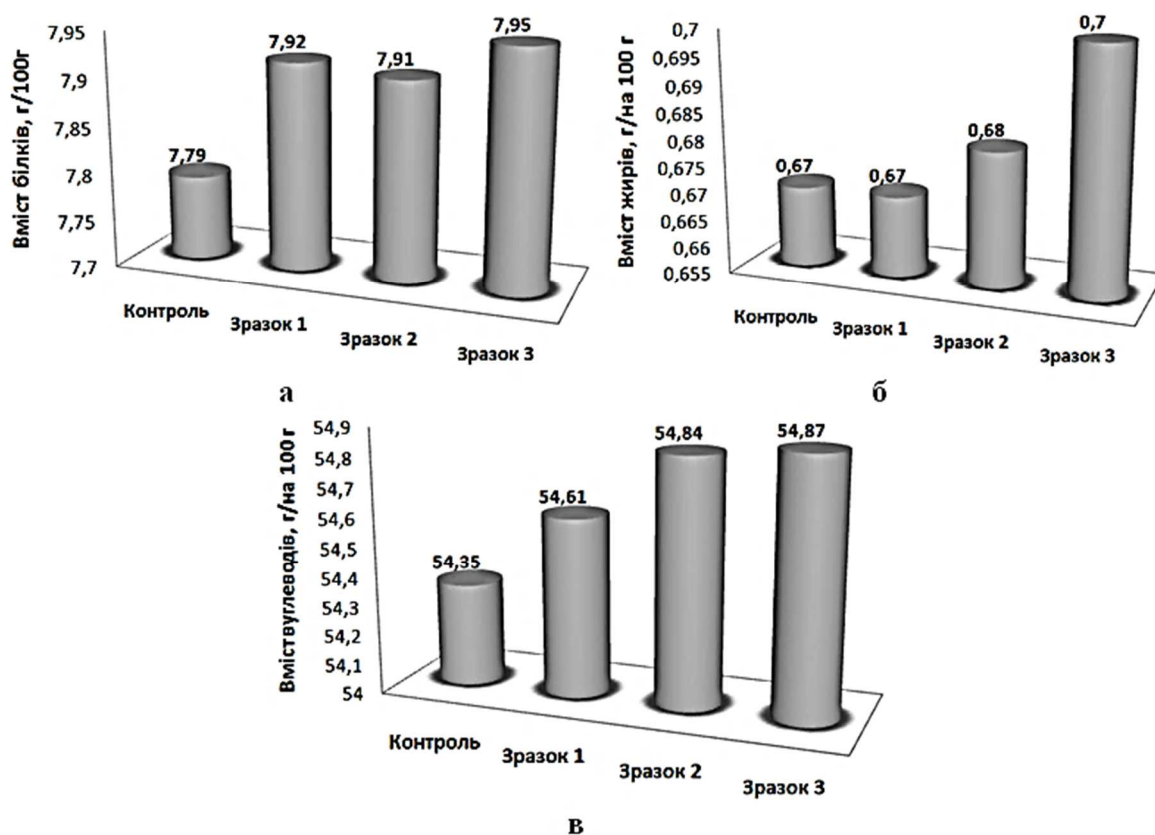


Рис. 3 – Вміст білків (а), жирів (б) та вуглеводів (в) у фортифікованому хлібі
 Енергетичну цінність (теоретичну) розраховано за формулою 1:

$$E_{цг} = G_{білок} * K_б + G_{ж} * K_ж + G_в * K_в, \quad (1)$$

де $K_б$, $K_ж$, $K_в$ – коефіцієнти енергетичної цінності білків – 16 кДж/г, жирів – 36 кДж/г, вуглеводів – 6 кДж/г.

Енергетичну цінність (реальну) розраховано за формулою 2:

$$E_{цр} = G_{білок} * K_б * Kз_б + G_{ж} * K_ж * Kз_ж + G_в * K_в * Kз_в, \quad (2)$$

де $Kз_б$, $Kз_ж$, $Kз_в$ – коефіцієнти засвоюваності білків – 95,5 %, жирів – 84,0 %, вуглеводів – 94,5 %.

Результати розрахунків представлені на рис. 4.

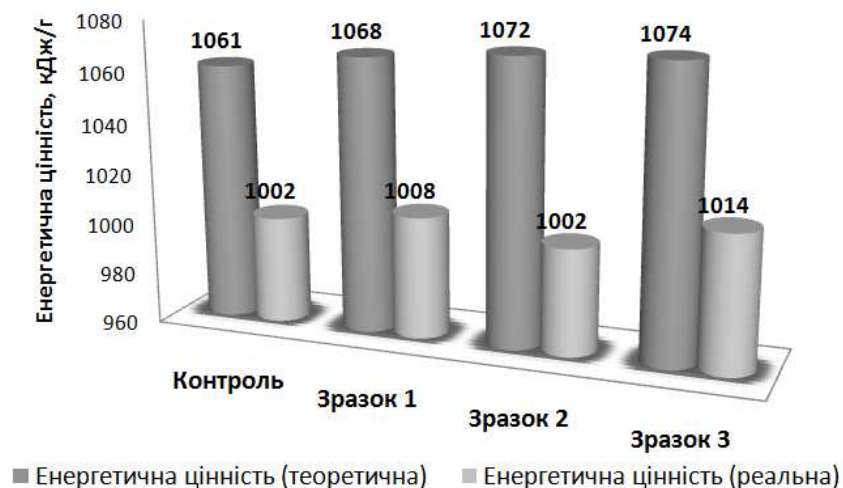


Рис. 4. Енергетична цінність фортифікованих зразків хліба

Згідно з розрахунками, у випадку додавання овочевої сировини енергетична цінність хліба збільшується. Найсуттєвіше енергетична цінність збільшилась, у порівнянні з контролем у зразка 3 на 12,5 кДж/г (теоретична) та на 11,5 кДж/г (реальна).

Висновки. 1. Порошки броколі та цвітної капусти позитивно впливають на підйомну силу тіста. Найкращі результати отримані за дозування 6 % порошку броколі та 8% порошку цвітної капусти до маси борошна. Тривалість спливання кульки скоротилась на 5,73 та 5,25 хвилин відповідно у порівнянні з контролем завдяки інтенсифікації процесу молочнокислого бродіння.

2. За збільшення дозування порошків досліджуваних видів капусти з 6 до 10 % зменшується кількість клейковини в середньому на 4,4 % порівняно з контролем через відсутність в добавках клейковинних білків.

3. Додавання порошку з броколі та цвітної капусти не суттєво впливає на вологість м'якшки. Проте кислотність значно підвищується на 3,0 град у випадку додавання 6 % порошку броколі до маси борошна та на 2,6 град під час додавання 8 % порошку цвітної капусти.

4. Добавка 6 % лимонної цедри до пшеничного хліба, фортифікованого порошком броколі (6 %), чинить позитивний вплив на підйомну силу тіста, час спливання кульки скорочується на 1,39 хв.

5. Обрані за результатами фізико-хімічного та органолептичного дослідження зразки 2 та 3 дозволяють рекомендувати розроблену рецептуру хліба пшеничного з додаванням порошку цвітної капусти (8% – зразок 2) та порошку броколі (6%) та лимонної цедри (6%) – зразок 3 в якості інноваційного продукту – хліба «Пшеничного з борошна вищого сорту», фортифікованого мікронутрієнтами.

Список використаних джерел

1. Буяльська Н. П., Гуменюк О. Л., Денисова Н. М., Челябієва В. М. Підвищення харчової цінності хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів : монографія. Чернігів : ЧНТУ, 2020. 122 с.

2. Можливості підвищення харчової цінності і якості хлібобулочних виробів з використанням вітамінних препаратів та мінеральних добавок. URL: <https://uchebnik-online.net/book/858-yakist-i-bezpechnist-zernoboroshnyanix-produktiv-navchalnij-posibnik-siroxman-iv-lozova-tm/22-19-vpliv-zhirovix-kompozicij-ta-emulgatoriv-na-polipshennya-spozhiwnix-vlastivostej-xliba.html>.

3. Гончар Ю., Пукай В. Проблеми створення і виробництва функціональних продуктів. *Вісник студентського наукового товариства «ВАТРА» Вінницького торговельно-економічного інституту КНТЕУ*. 2018. Вип. 50. С. 44-46.

4. Beth Israel Deaconess Medical Center / Natural compound found in broccoli reawakens the function of potent tumor suppressor: Finding offers potential novel approach to cancer treatment and prevention // ScienceDaily. ScienceDaily, 16 May 2019. URL: www.sciencedaily.com/releases/2019/05/190516142913.htm.

5. Овощи как продукт функционального назначения / Бунин М. С. и др. Мичуринск : МичГАУ, 2007. 80 с.

6. Голубкина Н. А., Сирота С. М. Биологически-активные соединения овощей. *ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур Российской академии сельскохозяйственных наук*. Москва : ВНИИССОК, 2010. С. 133-136.

7. Перфилова О. В., Хитзман В., Неуймин Д. С. Возможность использования биопорошков томата, брокколи и топинамбура в технологии пшеничного хлеба. *Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты*. Воронеж, 2016. С. 108-111.

8. Лихацький В. І., Чередниченко В. М. Господарсько-біологічна оцінка сортів і гібридів капусти цвітної в Правобережному Лісостепу України. *Овочівництво і багтанництво*. 2007. Вип. 53. С. 407-420.

9. Тараканова Г. И., Мухина В. Д. Овощеводство. Москва : Колос, 2003. 472 с.

10. Матвеева. Н. А., Худошина А. В. Обработка лимонов для использования в производстве лимонного напитка. *Процессы и аппараты пищевых производств*. 2013. № 4. URL: <https://openbooks.itmo.ru>.

11. Дробот В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. Киев : Урожай, 1988. 152 с.

References

1. Buyalska, N. P., Humenyuk, O. L., Denysova, N. M., Chelyabiyeva, V. M. (2020). *Pidvyshchennya kharchovoyi tsinnosti khlilibulochnykh i boroshnyanykh kondyterskykh vyrobiv [Increasing the nutritional value of bakery and flour confectionery]*. CHNTU.
2. Mozhlyvosti pidvyshchennya kharchovoyi tsinnosti i yakosti khlilibulochnykh vyrobiv z vykorystannyam vitaminnykh preparativ ta mineral'nykh dobavok [Opportunities to increase the nutritional value and quality of bakery products with the use of vitamin preparations and mineral supplements]. <https://uchebnik-online.net/book/858-yakist-i-bezpechnist-zernoboroshnyanix-produktiv-navchalnij-posibnik-siroxman-iv-lozova-tm/22-19-vpliv-zhirovix-kompozicij-ta-emulgatoriv-na-polipshennya-spozhyvnyx-vlastivostej-xliba.html>.
3. Honchar, Yu., Pukay, V. (2018). Problemy stvorennia i vyrobnytstva funktsionalnykh produktiv [Problems of creation and production of functional products]. *Visnyk studentskoho naukovoho tovarystva «VATRA» Vinnytskoho torhovelno-ekonomichnoho instytutu KNTEU – Bulletin of the student scientific society "VATRA" of Vinnytsia Trade and Economic Institute KNTEU*, 50, pp. 44-46.
4. Beth Israel Deaconess Medical Center / Natural compound found in broccoli reawakens the function of potent tumor suppressor: Finding offers potential novel approach to cancer treatment and prevention. *ScienceDaily* (16 May 2019). www.sciencedaily.com/releases/2019/05/190516142913.htm.
5. Bunin, M. S., Kononkov, P. F., Gins, V. K. et al. (2007). *Ovoshchi kak produkt funktsionalnogo naznacheniya [Vegetables as a product of functional purpose]*. MichGAU.
6. Golubkina, N. A., Sirota, S. M. (2010). Biologicheski-aktivnye soedineniia ovoshchei [Biologically active compounds of vegetables]. *GNU Vserosyiskiy nauchno-issledovatel'skiy institut seleksii i semenovodstva ovoshchnykh kultur Rossiyskoy akademii selskokhozyaystvennykh nauk – State Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Selection and Seed Production of Vegetable Crops of the Russian Academy of Agricultural Sciences* (pp. 133-136). VNISSOK.
7. Perfilova, O. V., Khitzman, V., Neuymin, D. S. (2016). Vozmozhnost ispolzovaniia bioporoshkov tomata, brokkoli i topinambura v tekhnologii pshenichnogo khleba [Possibility of using biopowders of tomato, broccoli and Jerusalem artichoke in wheat bread technology]. *Innovatsionnye pishchevye tekhnologii v oblasti khraneniia i pererabotki selskokhozyaystvennogo syria: fundamentalnye i prikladnye aspekty – Innovative food technologies in the storage and processing of agricultural raw materials: fundamental and applied aspects* (pp. 108-111).
8. Lykhatskyi, V. I., Cherednychenko, V. M. (2007). Hospodaroko-biolohichna otsinka sortiv i hibrydiv kapusty tsvitnoyi v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Economic and biological evaluation of varieties and hybrids of cauliflower in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo – Vegetable and melon growing*, 53, pp. 407-420.
9. Tarakanova, G. I., Mukhina, V. D. (2003). *Ovoshchevodstvo [Vegetable growing]*. Kolos.
10. Matveyeva, N. A., Khudoshina, A. V. (2013). Obrabotka limonov dlia ispolzovaniia v proizvodstve limonnoho napitka [Processing of lemons for use in the production of lemon drink]. *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv – Processes and devices of food production*, (4). <https://openbooks.itmo.ru>.
11. Drobot, V. I. (1988). *Ispolzovaniie netraditsionnogo syria v khlebopekarnoi promyshlennosti. [The use of non-traditional raw materials in the baking industry]*. Urozhai.

UDC 664.66

Zhanna Zamai, Oksana Gumeniuk, Raisa Volkova, Olena Khrebtan, Sergii Tsybulia

FORTIFICATION OF WHEAT BREAD WITH INNOVATIVE INGREDIENTS OF PLANT ORIGIN

Bakery products have recently become the subject of discussion about the nutritional value of bread of different varieties, and one way to increase it is to enrich bakery products with innovative components of plant origin, so the development of new breads enriched with innovative plant components is relevant. It is important not only to choose the fortification component, but also to study the methodology of its addition, to determine the physical and chemical parameters of finished products and semi-finished products.

The production of bread enriched with biologically active substances of vegetable raw materials is a promising direction for the development of innovative technologies in the food industry. Currently a recipe for wheat bread enriched with broccoli and cauliflower powder has not been developed, and the possibility of improving its taste by adding lemon zest has not been studied.

Development of technology for the production of wheat bread enriched with dry vegetable raw materials: broccoli and cauliflower powder; improvement of taste properties by adding lemon peel.

The influence of additives on the quality of gluten, the lifting power of yeast, quality indicators of finished bread, and optimal dosage of fortification components. The nutritional and energy value of enriched products is calculated.

The samples selected according to the results of physicochemical and organoleptic research allow to recommend the developed recipe of wheat bread with the addition of cauliflower powder (8%), broccoli powder (6%) and lemon zest (6%) as an innovative product - wheat bread fortified with dried vegetables.

Keywords: wheat bread; fortification; broccoli and cauliflower powder; lemon zest; recipe.

Table: 2. **Fig.:** 4. **References:** 11.

Замай Жанна Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій, Національний університет «Чернігівська політехніка» (вул. Шевченка 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Zhanna Zamai – PhD in Technical Sciences, Associate Professor; Chernihiv Polytechnic National University (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2879-4677>

E-mail: zamaizhanna@gmail.com

Scopus Author ID: 6506101557; 6506148493

Гуменюк Оксана Леонідівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри харчових технологій, Національний університет «Чернігівська політехніка» (вул. Шевченка 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Gumeniuk Oksana – PhD in Chemical Sciences, Associate Professor, Department of food technologies, Chernihiv Polytechnic National University (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: gum_ok@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9856-8635>

ResearcherID: F-9471-2016

Scopus Author ID: 9839040200

Волкова Раїса Миколаївна – викладач кафедри харчових технологій, Національний університет «Чернігівська політехніка» (вул. Шевченка 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Volkova Raisa – lecturer of food technologies department, Chernihiv Polytechnic National University (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: volkova6402@ukr.net

Хребтань Олена Борисівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри харчових технологій, Національний університет «Чернігівська політехніка» (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Khrebtan Olena – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology, Chernihiv Polytechnic National University (95 Shevchenko Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: olenaborisovnahrebtan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7296-7136>

Цибуля Сергій Дмитрович – доктор технічних наук, професор кафедри харчових технологій, Національний університет «Чернігівська політехніка» (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Tsybulia Sergii – Doctor of Technical Sciences, Professor; Department of food technologies, Chernihiv Polytechnic National University (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: stcibula@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7843-6061>

ResearcherID: H-1391-2016

Scopus Author ID: 572056643285