

34. Ситник

35. Ситник

36. Ситник, Івченко

37. Ситник, Івченко, Ситник

38. Ситник, Івченко

39. Ситник, Івченко, Ситник, Рибак

40. Ситник, Івченко

Важливим шляхом виробництва продуктів «оздоровчого харчування» є збагачення базової продукції відсутніми фізіологічно-активними інгредієнтами. До числа таких інгредієнтів відносяться сушені овочеві порошки. Запропонована технологія виробництва хлібобулочної продукції із внесенням капустяного порошку в оптимальних дозах, що значно покращує харчову цінність виробів, збагачуючи їх мікронутрієнтами, надає їм імунологічних і радіопротекторних властивостей

Ключові слова: хлібобулочні вироби, технологія, капуста, кунжут, насіння льону, овочевий порошок, якісні показники

Важным путем производства продуктов «оздоровительного питания» является обогащение базовой продукции отсутствующими физиологически-активными ингредиентами. К числу таких ингредиентов относятся сушеные овощные порошки. Предложена технология производства хлебобулочной продукции с внесением капустяного порошка в оптимальных дозах, что значительно улучшает пищевую ценность изделий, обогащая их микроэлементами, придает им иммунологических и радиопротекторных свойств

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, технология, капуста, кунжут, семена льна, овощной порошок, качественные показатели

УДК 664.661

АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ СУШЕНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

О. В. Нєміріч

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: avnemirich@mail.ru

О. О. Петруша

Кандидат технічних наук*

E-mail: petrushao@ukr.net

І. В. Бончак*

E-mail: AlexandrPotarov@i.ua

В. В. Філіпенко*

E-mail: filipenko.victoriya@gmail.com

*Кафедра експертизи харчових продуктів
Національний університет харчових технологій
пр. Науки, 26, м. Київ, Україна, 03028

1. Вступ

Хліб був і залишається одним із основних продуктів харчування населення нашої країни. Оскільки хліб виступає одним із самих масових продуктів харчування, то його доцільно використовувати для корекції харчової та біологічної цінності харчового раціону при використанні функціональних інгредієнтів. Шлясний асортимент хліба, що випускається в Україні, досить широкий, проте, хлібобулочних виробів дієтичного, лікувально-профілактичного, спеціального призначення для різних груп населення випускається недостатньо, їх частка в загальному обсязі виробництва не перевищує 1...2 %.

Для вирішення питання оздоровлення населення здійснюють формування раціонального асортименту хлібобулочних виробів для конкретних регіонів з урахуванням кліматичних, демографічних, екологічних і інших особливостей, а також створення хлібної продукції для профілактичного і лікувального харчування.

2. Апіліз літературних даних та постаіовка проблеми

В останні роки все більше уваги звертається розробці нових хлібобулочних виробів із застосуванням різної рослинної сировини в якості інгредієнтів рецептури.

Використання бобових, сушених плодів та овочів у виробництві даної групи продуктів – один із шляхів підвищення їх харчової цінності [1–6]. Крім того, продукти переробки плодів та овочів найчастіше мають натуральні виражені аромат, смак та забарвлення.

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

При розробці технологій хлібних виробів важливо враховувати функціонально-технологічні властивості (органолептичні характеристики, дисперсність, водо-

поглинальна здатність різних полярних середовищах) сушених овочів, так як саме вони більшою мірою впливають на органолептичні, фізико-хімічні показники якості і структурно-механічні властивості готових виробів.

В експериментальних дослідженнях як об'єкти обрано капусту сушену білокачанну з остаточною вологовмістом не більше 7%. Для формування функціонально-технологічних властивостей капусти сушеної було використано спосіб сушіння зі змішаним теплопідведенням (ЗТП-сушіння). Як свідчить огляд літератури, він в порівнянні з іншими способами сушіння характеризується невеликими економічними, сировинними та часовими затратами, кінцевий продукт характеризується високими споживчими властивостями, близькими до нативної сировини, що робить його особливо цінним для споживання в міжсезонний період, він швидко відновлюється бо має високо порувану структуру. Сушарка характеризується простою конструкцією, легка в експлуатації [7].

3. Мета та задачі дослідження

З огляду на це, метою досліджень було визначення впливу нетрадиційної рослинної сировини – порошку з капусти, насіння льону та кунжуту на технологічні параметри виробництва і якість хлібобулочних виробів.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні задачі:

- визначити хімічний склад та дослідити функціонально-технологічні властивості сушеної капусти;
- оптимізувати рецептурний склад хліба з додаванням порошку з капусти, насіння льону та кунжуту.
- дослідити вплив сушених рослинних інгредієнтів на властивості тіста та якість готових виробів.

4. Дослідження технологічних властивостей сушеної капусти і її впливу на якість готових виробів

Для подальшого використання в технології хліба розрахунково-аналітичним методом визначено хімічний склад порошку з капусти (табл. 1).

Видно, що порошок з капусти містить 14,6% білка, 51,5% загальних вуглеводів, це буде позитивно впливати на процес бродіння тіста, 15,1% клітковини. Органічні кислоти становлять 1,6%, зола – 6,5%. Вітамінний склад представлений комплексом вітамінів В₁, В₂, РР.

До його складу входить високий вміст натрію та калію, що являється позитивним фактором, оскільки ці мікроелементи регулюють діяльність серцево-судинної системи, відповідають за внутрішньоклітинний тургор клітини людини.

Крім того, про цінність порошку як джерела вітамінів свідчать за вміст в ньому фізіологічно активних інгредієнтів: вітаміну С, РР, К, які є відомими антиоксидантами, кровотворними чинниками, а також вітамінів групи В, що є дефіцитними в борошні вищих сортів.

Найбільш технологічною формою сушених овочів є порошки. Тому досліджено дисперсність порошку з капусти. Отримані після помелу часточки поділяли

на вісім фракцій за допомогою сит певного розміру так, щоб кожна з цих фракцій містила б усі частинки окремого діаметру. Методом мікроскопіювання за використання мікромір-окуляра визначали розміри частинок овочевих порошоків. За допомогою подальшої комп'ютерної обробки даних побудовано інтегральну функцію розподілу частинок овочевого порошку (рис. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад порошку з капусти

Речовина	Порошок з капусти
г / 100 г:	
Вода	9,2
Білок	14,6
Жири	1,5
Вуглеводи загальні, в тому числі моно- та дисахариди, г	51,5
Клітковина	15,1
Органічні кислоти	1,6
Зола	6,5
Мінеральні речовини, мг / 100 г:	
натрій	121
калій	1720
кальцій	447
магній	149
фосфор	288
залізо	9,7
Вітаміни, мг / 100 г:	
В ₁	0,2
В ₂	0,4
С	86,0
РР	2,8
К	197,0
Енергетична цінність, кКал	268

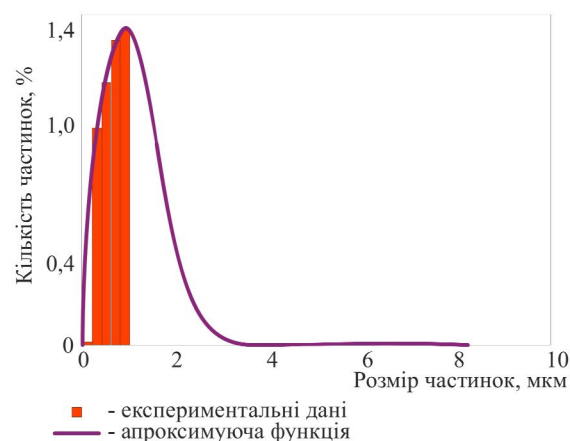


Рис. 1. Диференційна функція розподілу на фоні експериментальної дискретної гістограми, яка вказує на кількість частинок різних розмірів порошку з капусти

Для апроксимації кривих використовувалась функція (1) вигляду:

$$f(x) = a_1 \cdot x \cdot \exp(a_0 + a_2 \cdot x^2). \quad (1)$$

За допомогою послідовних операцій та формул (2...4) в середовищі програми Mathcad оброблено отримані дані і побудовано криві розподілу частинок овочевого порошку за розмірами.

$$\begin{aligned}
 d &:= \text{data}^{(0)} \\
 Y_1 &:= \frac{1}{\ln(z)} \rightarrow \\
 X_{1,0} &:= 1, \\
 X_1 &:= \frac{1}{\ln(d)} \rightarrow \\
 X_2 &:= d \\
 a_0 &:= (X_1^T \cdot X_1)^{-1} \cdot X_1^T Y_1 \quad a_1 := \text{genfit}(d, z, a_0, F), \quad (3)
 \end{aligned}$$

$$F(x, a) = \begin{pmatrix} a_0 a_1 x e^{a_2 x} \\ a_1 x e^{a_2 x} \\ a_0 x \exp(a_2 x) \\ a_0 a_1 x^2 \exp(a_2 x) \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Як видно з рис. 1, дана функція досить точно описує експериментальні дані і, найголовніше, точно припадає на експериментальний максимум кривої, що дає змогу визначити за допомогою неї найбільш вірогідний розмір частинок порошку з капусти.

Крива має вузький та яскраво виражений пік логарифмічного характеру. Отже, зразок переважно складається із частинок малого розміру (5...50 мкм) з невеликою кількістю частинок фракції середнього розміру (50...150 мкм).

На наступному етапі досліджено органолептичні властивості порошку з капусти (табл. 2).

Таблиця 2

Органолептичні показники порошку з капусти

Показник	Характеристика порошку з капусти
Зовнішній вигляд	Однорідний порошок без сторонніх включень білого або світло-жовтого кольору
Смак	Властивий сушений капусти, виражений, без сторонніх присмаків
Запах	Властивий сушений капусти, виражений, без сторонніх запахів
Консистенція	Однорідний порошок без сторонніх включень

Виходячи з даних табл. 2 можна зробити висновок, що порошок з капусти характеризується високими органолептичними показниками: порошок однорідний за консистенцією, тобто має гарний товарний вид, зручність у використанні, смак і запах виражені, властиві сушений капусти, що дає можливість падати хлібобулочним виробам з його використанням високих смакових властивостей.

В утворенні тіста беруть участь здатні до набухання біополімери борошна: білки, крохмаль, пентозани, а також оболонкові частинки. Порошок з капусти на 51,5 % складається з вуглеводів, серед яких містяться клітковина (15,1 %) і пектинові речовини (44,3 %), тому він буде приймати участь в поглинанні вологи, призначеної для замішування тіста. Оскільки передбачається внесення порошку з капусти в середовище, яке містить

сіль кухонну харчову (NaCl), а також має місце певне значення рН під час бродіння тіста, то доцільно було визначити здатність поглинати і утримувати вологу саме у в розчині NaCl та за різних значень рН.

Для відновлення зразків обрали температури 20 °С та 40 °С, тому що даний діапазон температури рекомендований для відновлення сушених овочів. В якості контрольного зразка обрано порошок з капусти, отриманий конвективним сушінням.

Результати випробувань та розрахунок коефіцієнтів водопоглинання порошку з капусти, відновленого у воді з рН = 6 за різних температур, представлено на рис. 2, а, б.

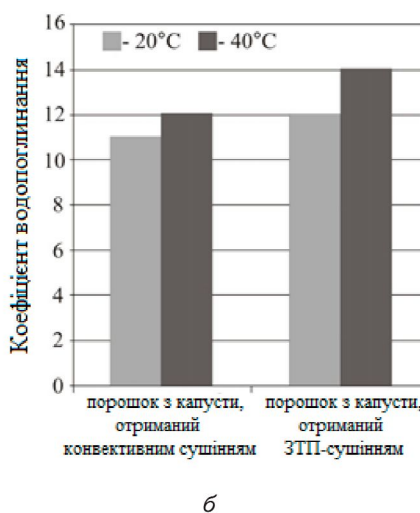
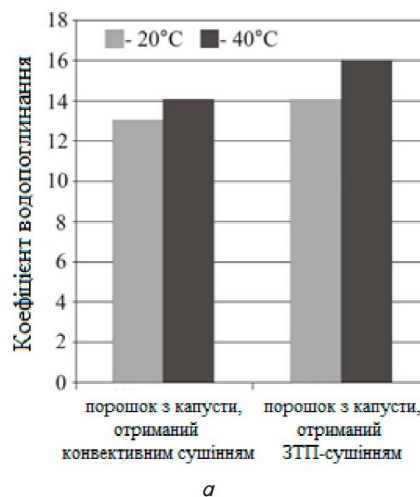


Рис. 2. Коефіцієнт водопоглинання порошку з капусти залежно від температури води 20 та 40 °С: а – рН=6; б – рН=4,5

З рис. 2, а, б видно, що коефіцієнт водопоглинання у дослідному і контрольному зразках порошоків збільшується з підвищенням температури води. Значення коефіцієнту водопоглинання порошку з капусти, отриманої ЗТП-сушінням має більше в 1,3 разів більше значення за температури води 40 °С, ніж порошок з капусти, отриманий конвективним сушінням.

Мікроскопія структури зразків порошку з капусти, отриманої ЗТП-сушінням, відновлених у воді за різних температур, представлено на рис. 3.

З рис. 3 видно, що клітини порошку з капусти майже повністю відновили свій початковий тургор, причому клітини, що відновлені за температури 40 °С більш набрякли (рис. 3, б, з), у порівнянні з відновленими за температури 20 °С: на знімках добре видно залишки деформації клітин від процесу сушіння (рис. 3, а, в).

Зниження значення рН з 6 до 4,5 од. помітного впливу на процес регідратації порошку з капусти не виявило (рис. 3, б, з).

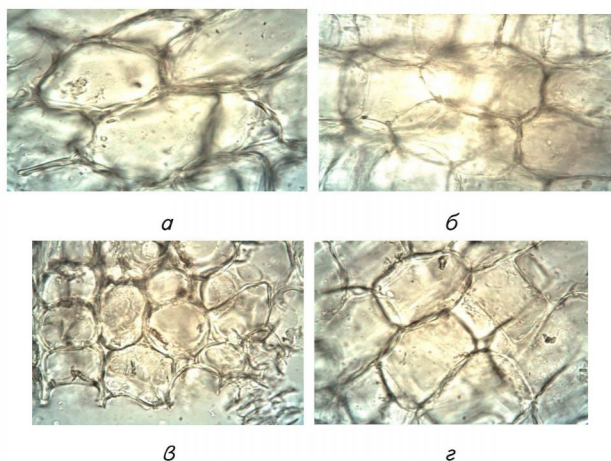


Рис. 3. Мікроскопія структури зразків порошку з капусти, відновлених у середовищі: а – температурою 20 °С, рН = 6; б – температурою 40 °С, рН = 6; в – температурою 20 °С, рН = 4,5; г – температурою 40 °С, рН = 4,5

Результати досліджень коефіцієнтів водопоглинання дослідних зразків, відновлених у середовищі 1,5 % NaCl за різних температур розчину представлено на рис. 4 та рис. 5, а, б.

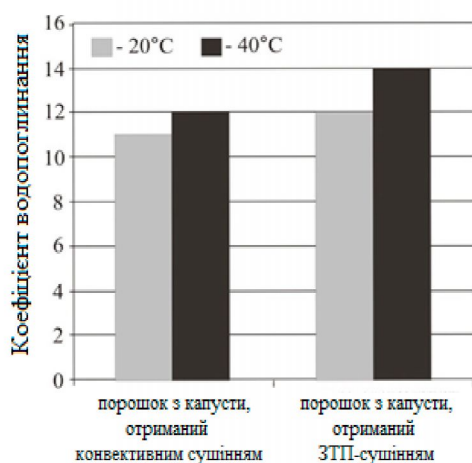


Рис. 4. Коефіцієнт водопоглинання порошку з капусти залежно від температури 1,5 % розчину NaCl

З рис. 4 видно, що зі збільшенням температури середовища для відновлення порошоків з капусти, значення коефіцієнтів водопоглинання збільшуються. При цьому кращими значеннями коефіцієнту відрізняється порошок з капусти, отриманої ЗТП-сушінням.

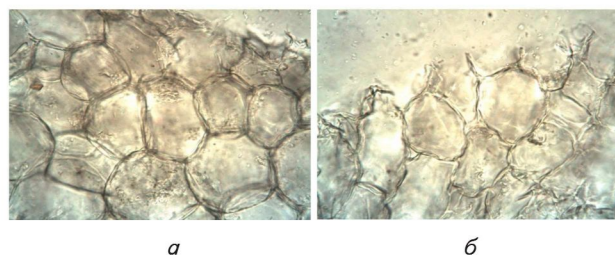


Рис. 5. Мікроскопія структури зразків порошку з капусти, відновлених у 1,5 % розчині NaCl за температури: а – 20 °С; б – 40 °С

На знімках видно, що додавання NaCl призводить до гіршого відновлення структури клітин, причім з підвищенням температури розчину з 20 °С (рис. 5, а) до 40 °С (рис. 5, б) виявляється плазмоліз клітини.

Таким чином, найбільшим коефіцієнтом водопоглинання характеризуються зразки порошку з капусти, отриманої ЗТП-сушінням в порівнянні з конвективним способом сушіння. Підвищення температури польярного середовища сприяє покращанню гідратаційної здатності порошку. На коефіцієнт водопоглинання не впливає суттєво використання різних значень рН середовища. Розчин хлориду натрію призводить до гіршого відновлення структури клітин. Тому можливі два способи відновлення порошку з капусти, які можуть використовуватися в технології хлібобулочних виробів: 1) безпосереднє додавання порошку з капусти під час замішування тіста; 2) попередня регідратація порошку в воді з температурою 40 °С і внесення отриманого пюре під час замішування тіста.

Для підвищення харчової цінності запропоновано поряд з порошком капусти додавати також насіння кунжуту і льону. Крім збагачення хімічного складу виробів з даною рослинною сировиною завданням роботи було також виключення цукру білого кристалічного та жиру з рецептур хлібобулочних виробів за еквівалентного додавання даних інгредієнтів. Так, порошок капусти призначений для заміни цукру завдяки вмісту в ньому цукрів, а насіння кунжуту та льону – жиру.

Метою подальшої оптимізації було визначення збалансованого хімічного складу хліба за використання даної нетрадиційної рослинної сировини і при цьому розрахунковим методом заміни цукру і жиру в базовій рецептурі батону нарізного [8, 9].

Оптимізацію проведено розрахунковим шляхом за допомогою проектувальної програми «ОРТИМА», що запропонована д.т.н., проф. Л. Ю. Арсеньевою [10]. Під час оптимізації враховано рецептурний склад контрольного і дослідних зразків хліба, розгорнутий хімічний склад інгредієнтів, технологічні витрати і втрати, вихід готової продукції – рис. 6.

Визначено, що оптимальне дозування порошку з капусти становить 10 %, насіння кунжуту – 3 % та льону – 1 % до маси борошна. За даного дозування виключено повністю цукор і жир з рецептури і збагачено хімічний склад хліба.

Завданням наступних досліджень було визначення впливу внесених інгредієнтів на показники технологічного процесу та якість готового виробу (табл. 3). Насіння кунжуту та льону вносили в подрібненому стані.

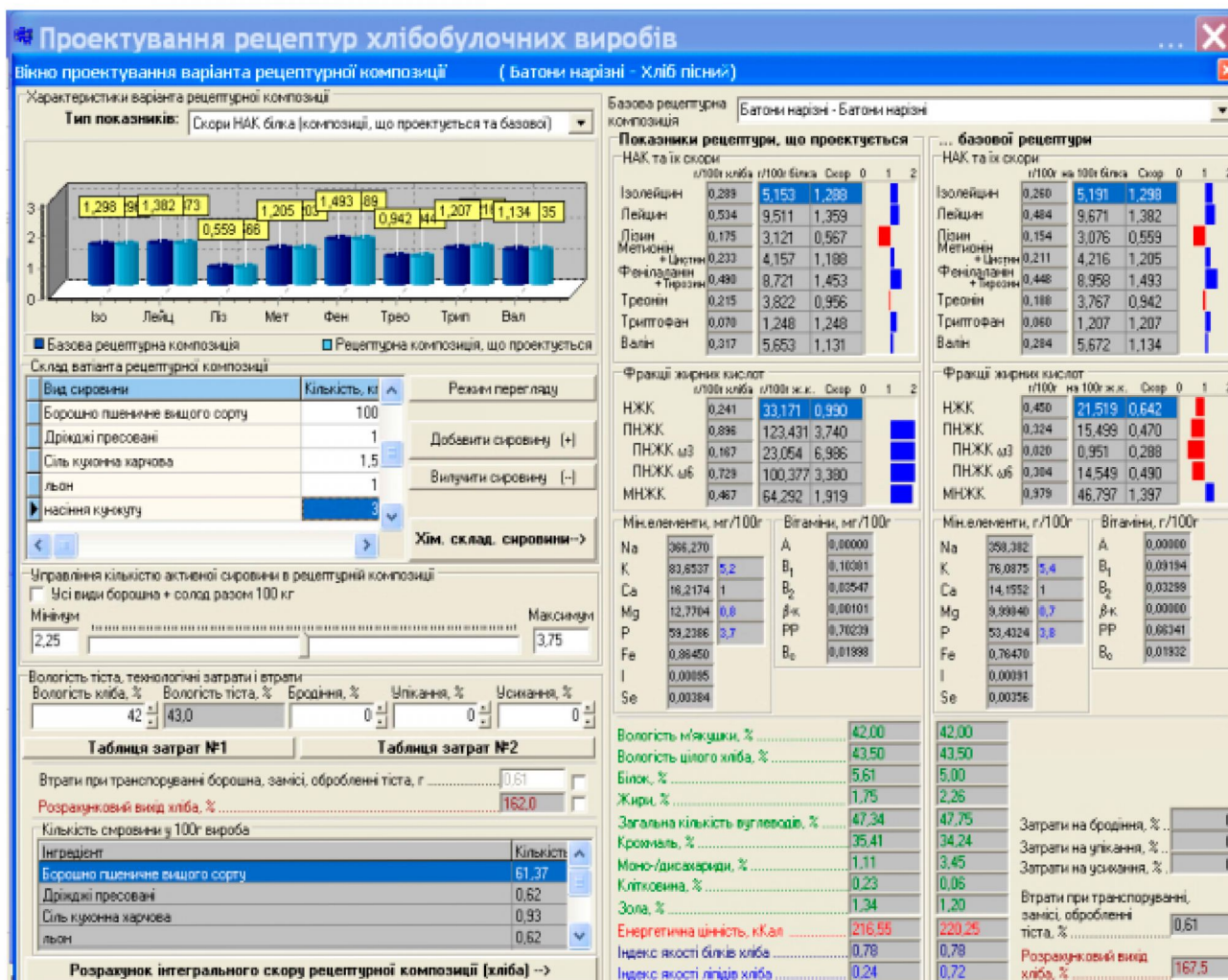


Рис. 6. Приклад оптимізації рецептурного складу хлібобулочних виробів з нетрадиційною рослинною сировиною за допомогою проектувальної програми «ОПТИМА»

Як видно з даних табл. 3, тривалість вистоювання тістових заготовок в дослідних зразках тіста зменшується на 10 хв, тобто на 17 %, газотворення збільшується на 10 %, також збільшується пористість та формостійкість дослідних зразків.

Таблиця 3

Вплив порошку з капусти, насіння кунжуту та льону на властивості тіста і якість хліба

Показники	Зразки тіста і хліба	
	дослідного	контрольного – без добавок
Тісто		
Титруєма кислотність, град		
початкова	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,1
кінцева	3,2 ± 0,1	3,0 ± 0,1
pH, од.		
початкове	5,5 ± 0,1	5,5 ± 0,1
кінцеве	5,0 ± 0,1	5,3 ± 0,1
Тривалість вистоювання тістових заготовок, хв	50 ± 1,0	60,0 ± 1,0
Газотворення, см ³ /100 г	384 ± 3,1	360,0 ± 3,1
Хліб		
Титруєма кислотність, град	3,2 ± 0,1	3,0 ± 0,1
Формостійкість, Н/D	0,45 ± 0,2	0,40 ± 0,2
Усікання, %	7,5 ± 0,2	8,2 ± 0,1
Усихання, %	2,9 ± 0,2	4,0 ± 0,1

Таким чином, внесення порошку з капусти, насіння кунжуту та льону сприяють покращанню властивостей тіста і якості хліба.

На підставі проведених досліджень розроблено рецептуру (табл. 4) хліба «Пісного» з порошком капусти, насінням кунжуту та льону.

Таблиця 4

Рецептура хліба «Пісного»

Сировина	Кількість, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,0
Сіль кухонна харчова	1,5
Порошок з капусти	10,0
Насіння кунжуту	3,0
Насіння льону	1,0
Разом	116,5

Органолептичні характеристики хліба «Пісного» показані в табл. 5.

Як видно з табл. 5, за органолептичними властивостями нові види хлібобулочних виробів є привабливими за зовнішнім виглядом, станом поверхні, кольором скоринки та м'якушка, не мають сторонніх запахів та присмаку.

Таблиця 5

Органолептичні характеристики хліба «Пісного»

Показник		Характеристика
Зовнішній вигляд	Форма	Кругла, нерозпливчаста, без притисків.
	Поверхня	Рівна, гладка, глянцева.
Колір		Світло-коричневий.
Стан м'якушки		Пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу.
Смак та запах		Власивий інгредієнтам рецептурного складу, без стороннього присмаку та запаху.

На рис. 7 зображено фото хліба дослідного – з порошком капусти, насінням льону та кунжуту і хліба контрольного – без добавок. Як видно, хліб пшеничний з порошком капусти, насінням льону та кунжуту у порівнянні з хлібом пшеничним без добавок має кращу пористість, більшу формостійкість, золотисто-коричневе забарвлення скоринки (у контрольного зразка – світло-жовте), що пояснюється вмістом цукрів у порошку капусти.



Рис. 7. Хліб «Пісний» та з борошна пшеничного (зліва направо відповідно)

Досліджено фізико-хімічні показники якості хліба «Пісного», що показано в табл. 6. Як видно, фізико-хімічні показники якості відповідають вимогам до хлібобулочних виробів з борошна пшеничного вищого сорту.

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники якості хліба «Пісного»

Виріб	Найменування показника		
	Вологість м'якушки, %	Кислотність м'якушки, град.	Пористість, %
Хліб пшеничний – контроль	44,0±0,1	3,2±0,1	68±1
Хліб Пісний	44,0±0,1	3,0±0,1	73±1

Розраховано харчову та енергетичну цінності хліба «Пісного» (табл. 7). Як видно, нові вироби мають дещо

більшу кількість білка, вуглеводний склад представлений моно- і дисахаридами порошку з капусти, жир за кількістю дорівнює у контрольного зразка, проте представлений ненасиченими жирними кислотами в складі олії кунжуту та льону.

Стійкість м'якушка хліба до черствіння визначали за показниками крихуватості та набухливості м'якушка (табл. 8).

Як видно з даних табл. 8, стійкість до черствіння хліба «Пісного» за показниками набухливості м'якушка в 1,2 рази більша при пролонгованому зберіганні, ніж у традиційного виробу. Аналогічна тенденція виявляється і для крихуватості хліба, що складає в 1,7 разів менше, ніж у контролі.

Таблиця 7

Харчова та енергетична цінності хліба «Пісного»

Найменування виробу	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, ккал
Хліб пшеничний – контроль	7,2	3,6	46,1	245
Хліб «Пісний»	7,9	3,2	47,8	247

Таблиця 8

Стійкість до черствіння хліба «Пісного» при зберіганні

Зразок	Набухливість м'якушка, %			Крихуватість м'якушка, %		
	24 год.	48 год.	72 год.	24 год.	48 год.	72 год.
Контроль	300±3	300±3	250±3	1±1	7±3	17±1
Хліб «Пісний»	350±3	350±3	298±3	1±3	5±3	10±3

5. Висновок

Таким чином, визначено хімічний склад та функціонально-технологічні властивості сушеної капусти, які обумовили доцільність її використання в технології хлібобулочних виробів.

Оптимізовано рецептурний склад хліба з борошна пшеничного, в результаті чого збалансовано хімічний склад хліба за есенціальними нутрієнтами і одночасно замінено цукор білий кристалічний та жир в базовій рецептурі виробу.

Встановлено позитивний вплив сушених рослинних інгредієнтів на реологічні властивості тіста і якість готових виробів: покращення газоутворення в тісті, органолептичних і фізико-хімічних показників якості, підвищення стійкості до черствіння, а також зменшення технологічних втрат.

Література

- Rossia, P. Influence of soy protein on rheological properties and water retention capacity of wheat gluten [Text] / P. Rossia, P. Ribotta, G. Perez // Food Sci. and Technol. – 2009. – Vol. 42, № 1. – P. 358–362.
- Pymowitz, T. On the domestication of the soybean [Text] / T. Pymowitz // Economic Botany. – 2007. – Vol. 24, № 4. – P. 408–421.
- Nilufer, D. Functionality of soymilk powder and its components in fresh soy bread [Text] / D. Nilufer, D. Boyacioglu, Y. Vodovotz // J. Food Sci. – 2008. – Vol. 73, №4. – P. 275–281.
- Gruppen, H. Physicochemical Properties of 2S Albumins and the Corresponding Protein Isolate from Sunflower (*Helianthus annuus*) [Text] / H. Gruppen, A. Voragen // Journal of Food Science. – 2005. – Vol. 70, №1. – P. 98–103.

5. Feldheim, W. The use of lupins in human nutrition [Text] / W. Feldheim // Lupin, an ancient crop for the new Millenium, Proceedings of the 9-th International Lupin Conference. Auburn University; Auburn, 2000. P.434-437.
6. Остробородова, С.Н. Разработка технологий функциональных хлебобулочных изделий с применением сырья растительного и животного происхождения [Текст]: дисс... канд. техн. наук : 05.18.01 / С.Н. Остробородова – Воронеж, 2009. – 219 с.
7. Погожих, Н. И. Научные основы теории и техники сушки пищевого сырья в массообменных модулях [Текст]: дисс... д-ра техн. наук: 05.18.12 / Н. И. Погожих – Харьков, 2002. – 365 с.
8. Stear, C. Handbook of Breadmaking technology [Text] / C. Stear. – London, New York : Elsevier Applied Science, 1990. – 848 p.
9. Дробот, В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот – К.: Руслана, 1998. – 415 с.
10. Арсеньева, Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікроелементами [Текст]: дис. д-ра техн. наук: 05.18.01 / Л. Ю. Арсеньева; ПУХТ. – К., 2007. – 402 с.

