

## THE INFLUENCE OF MIXTURE OF GRAINS ON BASIC TECHNOLOGICAL PARAMETERS AND QUALITY OF WHEAT BREAD

O. Bilyk, L. Burchenko, E. Halikova, A. Yoltukhivska  
*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Mixture of germinated  
grains  
Wheat bread  
Consumer properties  
Nutritional value  
Bread staling*

---

**Article history:**

Received 19.03.2020  
Received in revised form  
31.03.2020  
Accepted 15.04.2020

---

**Corresponding author:**

O. Bilyk  
**E-mail:**  
bilyklena@gmail.com

---

**ABSTRACT**

The work is devoted to establishing the feasibility of using a mixture of germinated grains in the technology of bakery products made from wheat flour. The mixture of germinated grains contains wheat, barley, corn and oat, produced by the company “CHOICE” (Kyiv, Ukraine). It was found that the mixture of germinated grains has high autolytic activity and acidity, low whiteness and gray color.

Studies of the effect of the mixture of germinated grains on the quality of bakery products found that in the case of adding 5% of the mixture, the complex quality index is 94 points, in the case of using 10% — 85 points, and in the case of adding 15% — 72 points. That is, with increasing the introduction of the mixture the quality of wheat bread deteriorates, but at the same time nutritional value increases, namely: the content of minerals increases, the provision of vitamins (in particular thiamine) in wheat bread with 15% of the mixture reaches 70.0% of the daily need, which is 43.0% more than in the control sample.

Analysis of studies has shown that the introduction of a mixture of germinated grains into the dough system reduces the content of wet gluten in the dough from 23.6% to 20.1% when using 15% of the mixture. It has been found that the use of germinated grains reduces the dough kneading time and decreases its stability, reduces the duration of the dough rise by 6...17.0% compared to the control sample.

During storage the structural and mechanical properties of the crumb with a mixture of germinated grains decreased more slowly than in the control sample. Thus, after 72 h the degree of preservation of freshness of wheat bread from the mixture of germinated grains was 15...50% higher than in the control sample. This is due to the effect of active amylolytic enzymes, imported from the mixture of germinated grains, on the retrogradation of the bread crumb starch and increasing its hydrophilic properties, which allows the products to remain freshness for 24...72 hours.

## ВПЛИВ СУМІШІ ПРОРОЩЕНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НА ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ І ЯКІСТЬ ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО

О. А. Білик, Л. М. Бурченко, Е. Ф. Халікова, А. В. Йолтухівська  
Національний університет харчових технологій

*У статті доведено доцільність використання суміші пророщених зерен у технології хлібобулочних виробів з пшеничного борошна. Суміші пророщених зернових культур має у своєму складі зерна пшениці, ячменю, кукурудзи, вівса компанії «CHOICE» (м. Київ, Україна). Встановлено, що суміші пророщених зерен має високу автолітичну активність і кислотність, характеризується низькою білістю та має сірий колір.*

*Дослідження впливу суміші пророщених зерен на якість хлібобулочних виробів підтвердили, що у разі внесення 5% суміші пророщених зерен комплексний показник якості становить 94 бали, 10% — 85 балів, 15% — 72 бали. Тобто зі збільшенням внесення суміші погіршуються показники якості хліба пшеничного, але при цьому встановлено підвищення харчової цінності. У виробках з 15% суміші пророщених зерен збільшується вміст мінеральних речовин, підвищується на 43,0% порівняно з контрольним зразком вміст вітамінів (зокрема тіаміну), що задовольняє добову потребу в них на 70%.*

*Аналіз досліджень показав, що внесення в тістову систему суміші пророщених зерен зменшує вміст сирової клейковини у тісті з 23,6% до 20,1% у разі використання 15% суміші. Завдяки використанню суміші пророщених зерен скорочується тривалість замишування тіста та зменшується його стійкість, скорочується тривалість підйому тіста, порівняно з контролем, на 6...17,0%.*

*У процесі зберігання показники структурно-механічних властивостей м'якушки із сумішшю пророщених зерен знижувалися повільніше, ніж у контрольному зразку. Так, через 72 год ступінь збереження свіжості хліба пшеничного із суміші пророщених зерен на 15...50% вищий, якщо порівняти з контролем. Це пояснюється впливом активних амілолітичних ферментів, внесених із сумішшю пророщених зерен на уповільнення ретроградації крохмалю м'якушки хліба та підвищення її гідрофільних властивостей, що дає змогу зберігати свіжість виробів впродовж 24...72 годин.*

**Ключові слова:** суміші пророщених зерен, хліб пшеничний, споживчі властивості, харчова цінність, черствіння хліба.

**Постановка проблеми.** Здоров'я — головне багатство людини, її безцінний дар. Для забезпечення організму поживними речовинами, профілактики та лікування захворювань необхідно споживати харчові продукти, які збалансовані життєво необхідними інгредієнтами, зокрема амінокислотним складом білків, вмістом харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин [1].

Хліб посідає перше місце в споживчому кошику українців через свою поживну і біологічну цінність [2]. Процес черствіння знижує споживчі властивості хліба, зокрема органолептичні. Найбільш характерними ознаками черствіння є зміна аромату і смаку, підвищення жорсткості та зниження пружності як ско-

ринки і м'якушки окремо, так і цілого виробу. Тому підвищення харчової цінності та подовження тривалості зберігання хліба за рахунок нетрадиційної сировини є пріоритетним напрямом у вирішенні проблеми харчування людей.

Інноваційною нетрадиційною сировиною є суміш пророщених зерен, яка включає в себе чотири злакові культури: пшениця, ячмінь, кукурудза та овес. Кожна з цих культур має велику кількість поживних речовин для організму людини. Пророщені злаки передусім активізують захисні сили організму і запобігають різноманітним запаленням кишково-шлункового тракту. Особливо багато в паростках вітамінів групи В, Е, А та РР, а також хрому і літію, які є необхідними елементами для функціонування нервової системи. У пророщеному зерні у кілька разів збільшується вміст клітковини, ферменти знаходяться в активному стані, що є підґрунтям для подовження свіжості хлібобулочних виробів, у які вони внесені [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У зв'язку з тим, що під час виробництва сортового борошна цінні оболонки зерна й зародок повністю або частково видаляються, хоча містять життєво важливі мікроелементи і мінеральні речовини, вітаміни Е, РР, групи В, рослинні жири (не підвищують кількість холестерину), рослинний білок, а також речовини, що сприяють виведенню шлаків і токсинів з організму. Тому хлібобулочні вироби, які виготовлені з такого борошна, складаються в основному з крохмалю, який сам по собі в рафінованому вигляді важко засвоюється [4].

Проблеми підвищення харчової цінності хліба присвячено праці Л. Я. Ауермана, В. І. Дробот, В. Ф. Доценка, Л. Ю. Арсеньової, Т. Є. Лебеденко, В. А. Моргуна, С. Я. Карячкіної, Н. П. Козьміної, В. Л. Кретовича, І. В. Матвеевої, В. О. Патта, Л. П. Пашенко, Р. Д. Поландової, І. О. Попадич, Л. І. Пучкової, І. М. Ройтера, Т. Б. Циганової та інших. Серед основних способів підвищення харчової цінності хліба дослідниками виділені: зміна хімічного складу, поліпшення споживчих властивостей виробів шляхом удосконалення технології, використання цільнозернового зерна. Проте складність і багатогранність проблеми зумовлює ряд невирішених завдань. Одним із основних завдань у технології виробництва борошняних виробів є пошук таких добавок, що разом з підвищенням харчової цінності готових виробів сприяють прискоренню технологічного процесу та підвищенню якості виробів [5].

Головними лімітуючими амінокислотами пшеничного борошна є лізин і треонін. У зв'язку з цим підвищення білкової цінності хліба — важливе завдання фахівців хлібопекарської галузі. Для підвищення біологічної цінності хлібних виробів необхідно збагачувати їх білками, багатими на лізин, метіонін, триптофан шляхом використання сумішей борошна різних зернових культур [6].

Доцільністю використання пророщених зернових культур у технології хлібобулочних виробів займалися такі науковці, як А. Ю. Веселова, Т. Н. Сафронова, В. В. Казина, С. Я. Корячкіна, Ю. Р. Рахматулліна та інші. Встановлено, що у разі пророщення в зерні відбуваються складні морфологічні перетворення, в результаті яких розвивається зародок і порушується клітинна структура ендосперму та активується дія ферментів, що призводить до перетворення складних речовин на прості [7].

Вода, яка проникає в середину зерна, створює гідратну оболонку навколо білків, що призводить до підвищення кількості ферментів, які, у свою чергу, розщеплюють всі молекулярні сполуки зерна. Першим розкладається резервний

білок, який знаходиться в клітинах ендосперму поблизу алейронового шару, до азотистих речовин, які є живленням для зародку [8].

Під час пророщування змінюється білковий склад зерна, збільшується ферментативна активність пептидаз, фосфатаз, що супроводжує збільшення вмісту амінокислот, зменшення загального вмісту жирів при збільшенні вмісту поліненасичених жирних кислот, зниження рівня нерозчинних харчових волокон при одночасному підвищенні розчинних харчових волокон, зниженні вмісту клейковини [9].

У результаті пророщення білок переходить в легко засвоювану форму, тобто збільшується вміст незамінних амінокислот, а за цінністю амінокислот пророщене зерно наближається до білків тваринного походження, що характеризує його кращу поживну цінність порівняно з простим зерном [10].

Спостерігається гідроліз жирів до гліцину і жирних кислот, у зв'язку з чим їх кількість зменшується у пророщеному зерні. Крохмаль під впливом ферментів перетворюється в цукор, який потім окислюється до вуглекислого газу і води з виділенням енергії, 10% якої витрачається на дихання, 3...4% — на побудову корінців і паростків, приблизно 10% залишається у вигляді цукру [9].

Під час пророщування збільшується вміст мінеральних речовин за рахунок засвоєння з води необхідних макро- і мікроелементів, формуються полірибосоми, які синтезуються білок та активізуються фітогормони, що прискорюють ріст і синтез вітамінів [10].

Аналізуючи результати визначення хімічного складу, слід зазначити, що у разі пророщення зменшується загальна кількість білків і жирів, у свою чергу, збільшується загальний вміст вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів.

Проблемі виробництва борошна підвищеної харчової цінності присвячено низку наукових публікацій. Автори [11] встановили можливість використання борошна з пророщеної пшениці, як альтернативи ферментним препаратам амілолітичної дії та солоду. До контрольного зразка з пшеничним борошном додавали 0,5% поліпшувачу або солоду, тоді як борошно з пророщеної пшениці додавали в кількості 2%. Підйомна сила тіста збільшилася завдяки збагаченню 1,5% борошна з пророщеної пшениці. Крім того, наявність борошна з пророщеної пшениці покращила кількість виділеного діоксиду вуглецю під час бродіння, внаслідок чого хліб мав високий питомий об'єм і подовжений термін зберігання. Додавання борошна з пророщеної пшениці може бути альтернативою ферментним поліпшувачам для поліпшення технологічної ефективності пшеничного борошна. У працях В. О. Моргун [6] висвітлено проблему створення технології сумішей із пшеничного, гречаного, ячмінного, вівсяного, тритикалевого, кукурудзяного та рисового борошна.

Отже, використання у технології хлібобулочних виробів суміші пророщених зерен на сьогодні є актуальним завданням.

**Метою дослідження** є удосконалення технології хлібобулочних виробів з пшеничного борошна вищого сорту з додаванням суміші пророщених зерен зернових культур.

**Матеріали і методи.** Матеріалом досліджень обрано суміш пророщених зерен ячменю, пшениці, кукурудзи та вівса компанії «СНОІСЕ» (м. Київ, Україна), тісто та хліб пшеничний з борошна вищого сорту.

Методи досліджень — органолептичні, фізико-хімічні, загальноприйняті та спеціальні, виконані з використанням сучасних приладів та інформаційних технологій [12].

**Викладення основних результатів досліджень.** Під час розробки рецептури хліба пшеничного як харчові волокна обрано суміш пророщених зерен ячменю, пшениці, кукурудзи та вівса компанії «CHOICE» (м. Київ, Україна).

На початку дослідження визначено органолептичні, фізико-хімічні й технологічні властивості суміші пророщених зерен ячменю, пшениці, кукурудзи та вівса (СПЗ). Отримані дані наведено в табл. 1.

*Таблиця 1. Показники якості і технологічні властивості суміші пророщених зерен, n=3, p≤0,05*

Показник	Вміст
<i>Органолептичні показники</i>	
Колір	Світло-коричневий
Запах	Характерний запах пророщених складових, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Солодкуватий, без сторонніх присмаків
Вміст мінеральних домішок	При розжовуванні не повинно відчуватися хрусту
<i>Фізико-хімічні показники</i>	
Масова частка вологи, %	12,0
Білість, ум. од. приладу	33,0
Кислотність, град	9,0
Крупність помелу, - залишок на ситі з шовкової нитки, № 35 згідно з ГОСТ 4403, % не більше	2,0
- залишок на ситі з дротяної сітки, згідно з ГОСТ 4403, % не більше	—
- прохід крізь сито, згідно з ГОСТ 4403, % не більше	80,0
<i>Технологічні властивості</i>	
Автолітична активність, % СР	72,0
Водопоглинальна здатність, г/г	64,8

Встановлено, що СПЗ має високу автолітичну активність і кислотність, а також низьку білість та сірий колір. Отримані дані необхідно враховувати під час розроблення технологічних режимів виробництва хлібобулочних виробів. СПЗ володіють високою водопоглинальною здатністю, що може сприяти зв'язуванню вільної вологи, яка міститься в хлібобулочних виробах. Це є передумовою подовження зберігання свіжості хлібобулочними виробами.

Для визначення оптимального дозування суміші проводились пробні лабораторні випікання.

Тісто готували безопарним способом за рецептурою хліба пшеничного. СПЗ дозували в кількості 5, 10, 15% до маси борошна. Тривалість бродіння тіста — 20 хв. Замість тіста здійснювали на двошвидкісній тістомісильній машині, тривалість замісу 6 хв. Тістові заготовки масою 0,25 кг формували вручну у вигляді формового хліба. Вистоювання здійснювали у вистійній шафі за температури

## ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

35—40°C, тривалість вистоювання 50—60 хв. Випікання здійснювали у сте-  
лажній печі за температури 200...220°C упродовж 25...30 хв.

Дегустаційна комісія проводила оцінювання якості хліба за бальною оцінкою.  
Результати досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Показники якості пшеничного хліба,  $n=3$ ,  $p \leq 0,05$

Показник	Коефі- цієнт ва- гомості	Контроль, без добавок	Дослідні зразки з СПЗ		
			1	2	3
			5% СПЗ	10% СПЗ	15% СПЗ
1	2	3	4	5	6
Правиль- ність форми	1,5	Хліб із помітно випуклою верхньою скоринкою	Хліб із куполоподібною верхньою скоринкою		
		4,0	5,0	5,0	5,0
Колір скоринки	2,0	Золотисто-коричневий			Темно золотистий
		5,0	5,0	5,0	3,0
Формо- стійкість	2,5	0,44	0,47	0,37	0,35
		4,8	5,0	3,4	3,0
Питомий об'єм	2,5	298,0	282,0	279,0	268,0
		3,2	3,0	2,8	2,6
Стан поверхні скоринки	1,5	Бездоганно гладенька, без пухирців і тріщин, невеликий підрив, глянцева	Гладенька, наявні маленькі пухирці і тріщини, наявність підриву, глянець слабкий		
		5,0	5,0	5,0	3,0
Колір м'якушки	1,5	Дуже світлий		Світлий	Із сіруватим відтінком
		5,0	5,0	4,0	3,0
Структура пористості	1,0	Пори дрібні, тонкостінні, бездоганно рівномірно розподілені по всій поверхні	Пори дрібні та середні, тонкостінні, розподілені досить рівномірно		
		5,0	5,0	5,0	4,0
Реологічні властивості м'якушки	1,0	Дуже м'яка, ніжна, еластична	М'яка, еластична	Задовільно м'яка, ущільнена	
		5,0	5,0	4,0	3,0
Аромат хліба	1,5	Інтенсивно виражений, властивий для хліба			
		5,0	5,0	5,0	5,0
Смак хліба	1,5	Інтенсивно виражений, характерна хлібний	Інтенсивно виражений, з легким присмаком суміші		
		5,0	5,0	4,0	4,0
Розжову- ваність м'якушки	1,0	Дуже ніжна, соковита, гарно розжовується	Дуже ніжна, гарно розжовується	Трішки грудкується	
		5,0	5,0	4,0	3,0
Кришку- ватість, %	2,5	4,5	4,4	3,9	3,8
		4,6	4,6	4,8	4,8
Комплек- сний показник якості		92,5	94,0	85,0	72,0

Можна зробити висновок, що зразок з 5% внесеної СПЗ К=94 бали, має найкращий результат; хороші показники у зразка з 10% СПЗ К=85,0 балів, зразок з 15% СПЗ має найнижчий показник К=72 бали. Отже, з підвищенням рецептурної кількості СПЗ до 15% значно погіршуються органолептичні показники якості хліба пшеничного.

Подальші дослідження стосувалися впливу суміші пророщених зерен на кількість і якість клейковини тіста. В утворенні тістової системи беруть участь білки, крохмаль, пентозани та оболонкові частини, які при наявності води набухають.

Для встановлення впливу додання в тістову систему СПЗ на вміст у ній клейковини СПЗ дозували в кількості 5, 10, 15% до маси борошна. У дослідженнях використовували пшеничне борошно вищого сорту з клейковиною за якістю — хороша. Результати досліджень наведено в табл. 3.

*Таблиця 3. Кількість і якість клейковини тіста з внесенням суміші пророщених зерен, n=3, p<0,05*

Характеристика якості клейковини тіста	Контроль	Дослідні зразки з СПЗ		
		1	2	3
		5% СПЗ	10% СПЗ	15% СПЗ
Колір	Світлий	Світло-сірий		
Кількість клейковини сирої, %	23,6	21,6	20,5	20,1
Кількість клейковини сухої, %	10,78	7,67	7,42	7,17
Пружність, од. пр.	53,5	52,0	49,6	49,0
Розтяжність, см	13,0	12,0	13,0	13,0
Еластичність	хороша		задовільна	
Масова частка вологи, %	54,3	64,5	64,2	63,0
Гідратаційна здатність, %	188,0	182,0	179,0	170,0

Аналіз отриманих результатів показав, що у тісті з СПЗ вміст сирої клейковини зменшився з 23,6% до 21,6% у разі дозування 5% до маси борошна СПЗ, до 20,5 — у разі дозування 10% до маси борошна СПЗ, та до 20,1% — у разі використання 15% до маси борошна СПЗ. Це пов'язано зі збільшенням водорозчинних речовин у тісті, які швидше поглинають воду, ніж клейковинні білки, тому клейковини утворюється менше. Додання СПЗ незначно укріплює клейковину та зменшує гідратаційну здатність за рахунок підвищення кислотності тіста, що пов'язане з високою кислотністю СПЗ. Можливо, це також спричинено перерозподілом білкових фракцій клейковини у зв'язку з внесенням білків зерен пшениці, ячменю, вівса та кукурудзи.

Пружно-еластичні властивості тіста визначали за допомогою фаринографа фірми «Брабендер». У дослідженні використовували борошно пшеничне вищого сорту та 10% і 15% до маси борошна СПЗ. Отримані результати наведено в табл. 4.

Аналіз результатів дослідження фаринограм, наведених у табл. 4, показав, що з внесенням СПЗ водопоглинальна здатність не підвищується, однак скорочується тривалість замішування тіста. Тісто з СПЗ мало меншу стійкість і більше розрідження тістової системи порівняно з контролем. Так, стійкість тіста у разі

використання 10% та 15% СПЗ зменшується відповідно на 8 та 13 секунд. Розрідження, у свою чергу, збільшується, відповідно, на 54 та 76 од. пр.

Таблиця 4. Структурно-механічні властивості тіста з внесенням СПЗ за фаринографом,  $n=2, p \leq 0,05$

Показники	Контроль (борошно середнє за силою)	З 10% до маси борошна СПЗ	З 15% до маси борошна СПЗ
Консистенція, од. приладу	527	511	524
Водопоглинальна здатність, $\text{cm}^3/100 \text{ г}$	57,2	55,5	53,9
Тривалість утворення тіста, хв	1 хв 33 с	1 хв 30 с	1 хв 20 с
Стійкість тіста, хв	2 хв 23 с	2 хв 15 с	2 хв 10 с
Розрідження, од. пр., після 10 хв після початку	80	134	156
Коефіцієнт якості фаринографа, хв	22	28	27

Для активізації процесу бродіння необхідно забезпечити дріжджі живленням. Для цього у тісті має бути активна амілаза. У пшеничному борошні активна бета амілаза. У разі внесення в тістову систему СПЗ в тісті буде активна альфа амілаза. Під дією амілаз крохмаль розкладається на мальтозу, яка є основним живленням дріжджів. Тож доцільно дослідити вплив внесення СПЗ у тістову систему на швидкість підйому тіста (рис. 1).

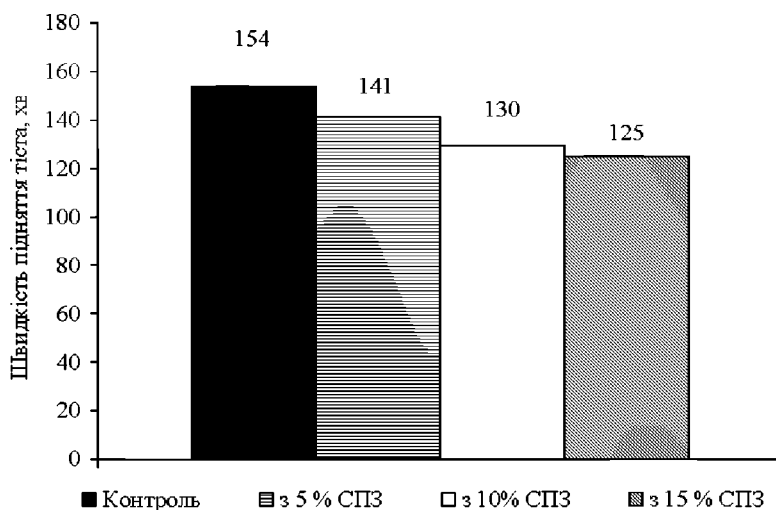


Рис. 1. Швидкість підйому тіста із сумішшю пророщених зерен

Доведено, що використання суміші пророщених зерен скорочує тривалість підйому тіста, порівняно з контролем, на 6...17,0%.

Термін «харчова цінність» відображає комплекс корисних якостей продукту, його здатність забезпечувати фізіологічні потреби організму в енергії та основних поживних речовинах — білках, вуглеводах, жирах, вітамінах, мінеральних речовинах, їх засвоюваність. У хлібі неоптимальне співвідношення білків і вуглеводів, кальцію і фосфору, недостатній вміст таких незамінних амінокислот, як



лізин, метіонін, триптофан. Харчова цінність залежить від хімічного складу продукту. Енергетична цінність хліба визначається особливістю його хімічного складу і залежить від виду, сорту борошна і рецептури.

В умовах розробки хлібобулочних виробів функціонального призначення доцільно дослідити вплив суміші пророщених зерен на споживчу та харчову цінність.

При зберіганні хлібобулочні вироби втрачають привабливість для споживача — відбувається усихання скоринки і підскоринкових шарів м'якушки. Це надає виробам жорсткості. Поряд з усиханням відбувається процес старіння колоїдних систем м'якушки, крохмалю і білків, хлібобулочні вироби черствіють. Вплив СПЗ на черствіння хлібобулочних виробів досліджували за зміною структурно-механічних властивостей м'якушки виробів. Дослідження виробів проводили через 4, 24, 48 т 72 год після випікання (табл. 5).

*Таблиця 5. Зміна структурно-механічних властивостей м'якушки хліба з СПЗ*

Показники	Контроль (без добавок)	Внесено СПЗ, % до маси борошна		
		5	10	15
<i>Деформація м'якушки, од. приладу</i>				
<i>через 4 год</i>				
загальна	86	88	88	90
<i>через 24 год</i>				
загальна	58	64	66	68
Ступінь збереження свіжості, %	67	73	75	76
<i>через 48 год</i>				
загальна	35	42	47	51
Ступінь збереження свіжості, %	44	48	53	57
<i>через 72 год</i>				
загальна	22	26	28	35
Ступінь збереження свіжості, %	26	30	32	39

У процесі зберігання показники структурно-механічних властивостей м'якушки з СПЗ знижувалися повільніше, ніж у контрольному зразку. Так, через 72 год ступінь збереження свіжості контрольного зразка становить 26% відповідно, тоді як зразків з СПЗ — 30, 32 та 39%, що, відповідно, на 15... 50% більше порівняно з контролем. Це пояснюється впливом активних амілолітичних ферментів, внесених з СПЗ, на уповільнення ретроградації крохмалю м'якушки хліба, що підвищує її гідрофільні властивості надає можливість зберігати свіжість виробів впродовж 24... 72 год.

Харчову цінність нового виробу, порівняно з хлібом пшеничним з пшеничного борошна вищого сорту, оцінювали шляхом розрахунку хімічного складу.

Хімічний склад мінеральних речовин СПЗ досліджували розрахунково згідно з рекомендаціями про хімічний склад. У розрахунках було прийнято добову норму споживання хліба — 277 г, що встановлена законом України «Про прожитковий мінімум». Для порівняння харчової цінності розраховано зразки з 5, 10, 15% СПЗ. Результати наведені в табл. 6, 7, 8.

## ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця 6. Хімічний склад 100 г хліба пшеничного

Харчові речовини, %	Контроль	Зразки		
		з 5% СПЗ	з 10% СПЗ	з 15% СПЗ
Білки	7,60	9,25	10,90	12,55
Жири	0,80	1,61	2,42	3,23
Вуглеводи	49,20	60,66	72,12	83,58
Зола	1,70	2,13	2,56	2,99
Мінеральні речовини, мг:				
натрій	378,00	383,20	388,40	393,6
кальцій	23,00	38,30	53,60	68,90
фосфор	73,30	142,45	211,60	280,75
калій	133,00	209,95	286,90	363,85
магній	33,00	58,15	83,30	108,45
залізо	2,00	3,10	4,20	5,30
Вітаміни, мг:				
тіамін (В <sub>1</sub> )	0,16	0,24	0,32	0,40
рибофлавін (В <sub>2</sub> )	0,06	0,08	0,10	0,12
ніацин (РР)	1,60	2,25	2,90	3,55
Енергетична цінність, ккал	234,40	294,13	353,86	413,59

Таблиця 7. Забезпечення добової потреби у харчових речовинах при вживанні 277 г хліба пшеничного

Харчові речовини	Середня добова потреба	Міститься у 277 г хліба			
		Контроль (без суміші)	з 5% СПЗ	з 10% СПЗ	з 15% СПЗ
1	2	3	4	5	6
Білки, г	67	21,05	25,62	30,19	34,76
Жири, г	68	2,22	4,46	6,70	8,95
Вуглеводи, г	392,00	136,28	168,03	199,77	231,52
Мінеральні речовини, мг:					
кальцій	1200,00	63,71	106,10	148,47	190,85
фосфор	1200,00	203,04	394,59	586,13	777,68
калій	3000,00	368,41	581,56	794,71	1007,86
магній	400,00	91,41	161,08	230,74	300,41
залізо	15,00	5,54	8,59	11,08	14,68
Вітаміни, мг:					
тіамін (В <sub>1</sub> )	1,60	0,43	0,66	0,89	1,12
рибофлавін (В <sub>2</sub> )	2,00	0,17	0,22	0,28	0,33
ніацин (РР)	22,00	4,43	6,23	8,03	9,83
Енергетична цінність, ккал	2300	687,51	814,74	980,19	1145,64

Таблиця 8. Забезпечення добової потреби у харчових речовинах при вживанні 277 г хліба пшеничного

Харчові речовини	Середня добова потреба	Покриття добової потреби при вживанні 277 г хліба, %			
		Контроль (без добавок)	з 5% СПЗ	з 10% СПЗ	з 15% СПЗ
1	2	3	4	5	6
Білки, г	67,00	31,40	38,24	45,06	51,88

1	2	3	4	5	6
Жири, г	68,00	3,26	6,56	9,85	13,16
Вуглеводи, г	392,00	34,77	42,86	50,92	59,06
Мінеральні речовини, мг:					
кальцій	1200,00	5,31	8,84	12,37	15,90
фосфор	1200,00	16,92	32,88	48,84	64,81
калій	3000,00	12,28	19,39	26,50	33,61
магній	400,00	22,85	40,27	57,69	75,11
залізо	15,00	36,93	57,27	77,61	97,86
Вітаміни, мг:					
тіамін (B1)	1,60	26,88	41,25	55,63	70,00
рибофлавін (B2)	2,00	8,50	11,0	14,0	16,50
ніацин (PP)	22,00	20,14	28,32	36,5	44,68
Енергетична цінність, ккал	2300	29,89	35,42	42,62	49,81

Отже, в разі додання до рецептури хліба пшеничного суміші пророщених зерен підвищується його харчова цінність унаслідок збільшення в ньому мінеральних речовин. Забезпеченість вітамінів у третьому зразку сягає в тіаміну 70,0% від добової потреби, що на 43,0% більше від контрольного зразка. Забезпеченість такими необхідними мінеральними речовинами, як залізо, починаючи з першого зразка, перевищує 50,0% добової потреби, а починаючи з другого — перевищує і фосфор з магнієм.

### **Висновки**

У результаті досліджень встановлено, що суміш пророщених зерен має високу автолітичну активність і кислотність, характеризується низькою білістю та має сірий колір. У разі внесення 5% суміші пророщених зерен у рецептуру хліба пшеничного комплексний показник якості становить 94 бали, 10% — 85 балів, 15% — 72 бали. Тобто зі збільшенням внесення суміші погіршуються показники якості хліба пшеничного, але при цьому встановлено підвищення харчової цінності: збільшується вміст мінеральних речовин, забезпеченість вітамінами (зокрема тіаміну) у хлібі пшеничному з 15% суміші пророщених зерен сягає 70,0% від добової потреби, що на 43,0% більше, ніж у контрольному зразку. У процесі зберігання показники структурно-механічних властивостей м'якучки із сумішшю пророщених зерен знижувалися повільніше, ніж у контрольному зразку. Так, через 72 год ступінь збереження свіжості хліба пшеничного з суміші пророщених зерен на 15...50% більше, порівняно з контролем. Це пояснюється впливом активних амілолітичних ферментів, внесених з СПЗ, на уповільнення ретроградації крохмалю м'якучки хліба та підвищення її гідрофільних властивостей, що забезпечує свіжість виробів упродовж 24...72 годин.

Отже, раціональна кількість СПЗ становить 10% до маси борошна. У разі збільшення дозування до 15% суміші рекомендовано використовувати хлібопекарські поліпшувачі.

### **Література**

1. Антонов В. М. Хлеб из пророщенного зерна — гарант здоровья. *Хранение и переработка зерна*. 2003. № 12. С. 48—49.

2. Корячкина С. Я., Кузнецова О. М., Пигаррина О. М. Совершенствование технологии хлеба на основе целого зерна пшеницы и ржи: *Вестник ОГУ*. 2006. № 9. Ч. 2. С. 284—288.
3. Бурченко Л. М., Білик О. А., Бондаренко Ю. В., Передерій І. Г., Кочубей-Литвиненко О. В. Дослідження впливу суміші пророщених зерен на якість та харчову цінність хлібобулочних виробів. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2018. Т. 6. № 3 (44). С. 42—47. Doi: 10.15587/2312-8372.2018.150602.
4. Махинько В. М., Махинько Л. В., Ященко О. М. Перспективи і проблеми виробництва зернового хліба. *Зберігання та переробка зерна*. 2018. № 2. С. 1—10.
5. Бондар І. П. Розроблення технології хліба з борошnianих сумішей підвищеної харчової цінності : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01. Київ, 2003. 20 с.
6. Моргун В. А., Жигунов Д. А., Кропко О. С. Пищевая ценность композиционных смесей из муки различных зерновых культур. *Хранение и переработка зерна*. 2005. № 11. С. 20—21.
7. Веселова А. Ю. Интенсификация предварительной подготовки злаковых культур в условиях разработки новой технологии. *Вестник НППЭИ*. 2011. Т. 2. № 6 (7). С. 27—37.
8. Сафронова Т. Н., Казина В. В., Сафронова К. В. Разработка технологических параметров проращивания зерна пшеницы. *Техника и технология пищевых производств*. 2017. Т. 44. № 1. С. 37—43.
9. Рахматуллина Ю. Р. и др. Накопление витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> в пророщенном зерне. *Хлебопродукты*. 2012. № 9. С. 64—65.
10. Корячкина С. Я. и др. Совершенствование технологии хлеба из пророщеного зерна пшеницы. *Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права*. 2006. № 5. С. 372—376.
11. Gonçalves B., Box P., Alegre P., Gonçalves B. Microbial Enzymes as Substitutes of Chemical Additives in Baking Wheat Flour—Part II: Combined Effects of Nine Enzymes on Dough Rheology. *Food and function*. 2017. P. 32—40.
12. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. / за ред. чл.-кор. В. І. Дробот. Київ, 2015. 902 с.