

# ПЕРЕБІГ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ У ТІСТІ З БІЛКОВИМИ ЗБАГАЧУВАЧАМИ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ

**В.ЯЩЕНКО,**  
аспірант  
**Л.АРСЕНЬЄВА,**  
доктор технічних наук,  
професор  
**С.ІВАНОВ,**  
доктор хімічних наук,  
професор  
Національний університет  
харчових технологій  
(м. Київ)

**Запропоновано виготовляти хлібні палички, збагачені гливою звичайною та харчовим казеїном, за допомогою бродильно-формувального агрегату. Досліджено вплив рецептурних компонентів та підвищеного тиску, що створюється в камері агрегату, на перебіг мікробіологічних процесів у тісті та його структурно-механічні властивості.**

**Ключові слова:** хлібні палички, глива звичайна, харчовий казеїн, бродильно-формульний агрегат, підвищений тиск, мікробіологічні процеси, структурно-механічні властивості.

**Хлібні палички** - це хлібобулочні вироби зниженої вологості з борошна пшеничного (або з суміші пшеничного з іншими видами борошна), дріжджів, цукру, жиру та іншої сировини, які мають крихку структуру і вигляд довгих нетонких паличок. Хлібопекарською галуззю України цей вид хлібобулочних виробів виробляється в незначних кількостях. В асортиментному переліку хлібних паличок фактично немає виробів з функціональними властивостями. Саме тому актуальним є розширення асортименту хлібних паличок за рахунок розроблення виробів підвищеної харчової цінності.

В Національному університеті харчових технологій проведено дослідження з підвищення біологічної та харчової цінності хлібних паличок застосуванням комбінації вищих грибів, зокрема гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*), та харчового казеїну.

Глива звичайна містить 1,5...3,0 % білка, 1,5...6,7 % вуглеводів, 0,3...0,4 % жиру та 86...93 % води. У складі даного гриба виявлено 18 амінокислот, в т.ч. всі незамінні, частка яких становить 35,9...40,3 % від загальної суми. У гливі також містяться вільні амінокислоти, вміст яких складає 25...35 % від загальної кількості амінокислот. Складовими вуглеводного комплексу *Pleurotus ostreatus* є прості цукри (глюкоза, фруктоза, галактоза, маноза), глікоген, клітковина, хітин, маніт. Клітковина здатна виводити надлишок небажаних для організму продуктів обміну речовин. Вміст поліненасичених жирних кислот у гливі сягає 67 % від загальної кількості ліпідів. Даний гриб є цінним

джерелом мінеральних речовин: калію, фосфору, натрію, кальцію, магнію, заліза, міді, цинку; вітамінів: тіаміну, рибофлавіну, піридоксину, ніацину, фолієвої та пантотенової кислот. В складі гливи виявлено 150 ароматичних речовин [6].

Перед внесенням в тісто плодові тіла гливи подрібнювали до пюрподібної консистенції, що дає змогу підвищити ступінь засвоєння грибних білків. 1

Харчовий казеїн являє собою повноцінний білок, у якому містяться всі необхідні організму амінокислоти. Він знаходиться в молоці у вигляді казеїнату кальцію. Кислотний харчовий казеїн отримують методом коагуляції білків знежиреного коров'ячого молока під дією молочної або соляної кислот [3].

**Таблиця 1. Середній амінокислотний склад білків гливи звичайної, харчового казеїну та борошна пшеничного I сорту**

Амінокислоти	Глива звичайна		Казеїн харчовий		Пшеничне борошно*	
	вміст, %	скор, %	вміст, %	скор, %	вміст, %	скор, %
Ізолейцин	2,54	63	4,01	100	5,00	125
Лейцин	3,64	52	9,06	129	7,67	110
Лізин	4,09	74	6,83	124	2,50	45
Метіонін + Цистин	11,85	338	3,85	110	1,51	43
Фенілаланін + Тирозин	3,59	60	10,38	173	5,47	91
Треонін	4,92	123	4,00	100	3,00	75
Триптофан	2,03	203	1,19	119	1,13	113
Валін	3,12	62	5,94	119	4,81	96

\* - Літературні дані [5].

**В** результаті дослідження амінокислотного складу білків запропонованих інгредієнтів встановлено, що лімітуючими амінокислотами гливи є метіонін, фенілаланін і тирозин (табл. 1). Водночас даний гриб містить значну кількість лізину і триптофану, яких недостатньо в хлібобулочних виробках. Отже, амінокислотний склад білків казеїну вдало доповнює амінокислотний склад білків пшеничного борошна та гливи.

Проектування нової рецептури хлібних паличок зі збалансованим амінокислотним складом (табл. 2) проводили за допомогою комп'ютерного комплексу "Optima" [1]. Визначено, що в базову рецептуру хлібних паличок з борошна пшеничного I сорту [2] доцільно вносити 25 % до маси борошна гливи звичайної та 7 % харчового казеїну.

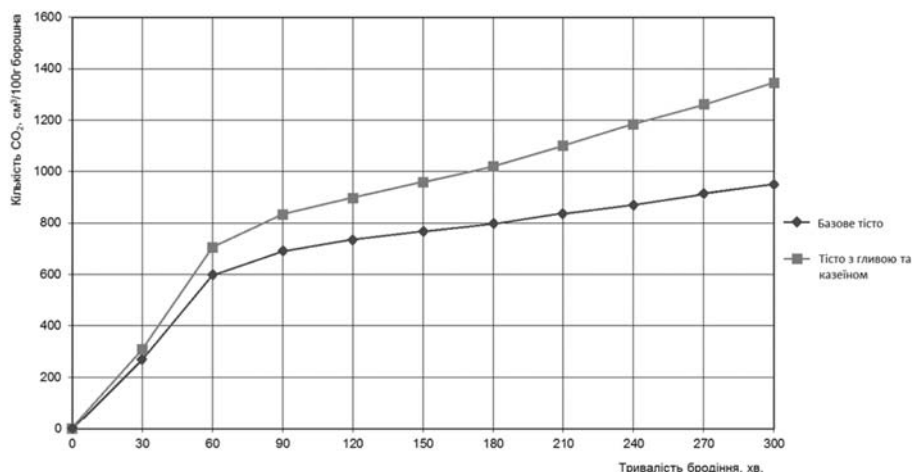
**Запропоновано виробляти розроблені хлібні палички за допомогою бродильно-формульованого агрегату (екструдера) [4] з метою спрощення традиційної технології їх виготовлення. В агрегаті відбувається холодне екструзійне оброблення тіста в умовах підвищеного тиску 0,2 МПа, а саме його дозрівання, вистоювання та формування.**

Якість хлібних паличок обумовлена складними процесами, що відбуваються під час дозрівання тіста. На ці перетворення впливають рецептурні компоненти та параметри технологічного процесу. У зв'язку з цим виникла необхідність вивчити вплив білкових збагачувачів, підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на перебіг основних процесів у тісті.

**Перебіг мікробіологічних процесів у тісті характеризували за газоутворенням та зміною титрованої кислотності.**

**Таблиця 2. Рецептура хлібних паличок, збагачених повноцінним білком**

Найменування сировини	Витрати сировини, кг
Борошно пшеничне I сорту	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	6,0
Сіль кухонна харчова	1,5
Цукор білий кристалічний	2,0
Масло вершкове	6,0
Глива звичайна	25,0
Казеїн харчовий	7,0
Всього:	147,5



**Рисунок 1. Вплив функціональних інгредієнтів на кількість виділеного вуглекислого газу**

Газоутворення в базовому та збагаченому тісті визначали на приладі АГ-1 впродовж п'яти годин бродіння. Дослідження показали (рис. 1), що внесення у тісто рецептурної композиції з гливи звичайної та казеїну підвищує рівень газоутворення в тісті. Через 3 год дозрівання тіста кількість виділеного вуглекислого газу на 26...27 % більша порівняно з базовим тістом. Це пояснюється тим, що глива активізує життєдіяльність дріжджових клітин за рахунок внесення додаткового джерела живлення у вигляді значної кількості зброджуваних цукрів, передусім глюкози та фруктози, а також вільних амінокислот.

Визначення впливу підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі бродіння на газоутворення в базовому та збагаченому тісті проводили таким чином. Тісто після бродіння протягом 30 хв. дозрівало за температури 30 °С в бродильно-формульованому агрегаті, де створювали постійний тиск 0,2 МПа за допомогою компресора. Через 10, 20 та 30 хв. випресовували тістовий джгут через матрицю методом холодної екструзії. Контролем слугувало тісто, замішане за тією ж рецептурою, дозрівання якого проводили за атмосферного тиску.

В результаті досліджень (рис. 2 а) встановлено, що дозрівання базового тіста під дією тиску протягом 20 хв сприяє підвищенню інтенсивності газоутворення в ньому. Через 3 год бродіння кількість виділеного вуглекислого газу збільшується на 46...47 % порівняно з контрольним зразком.

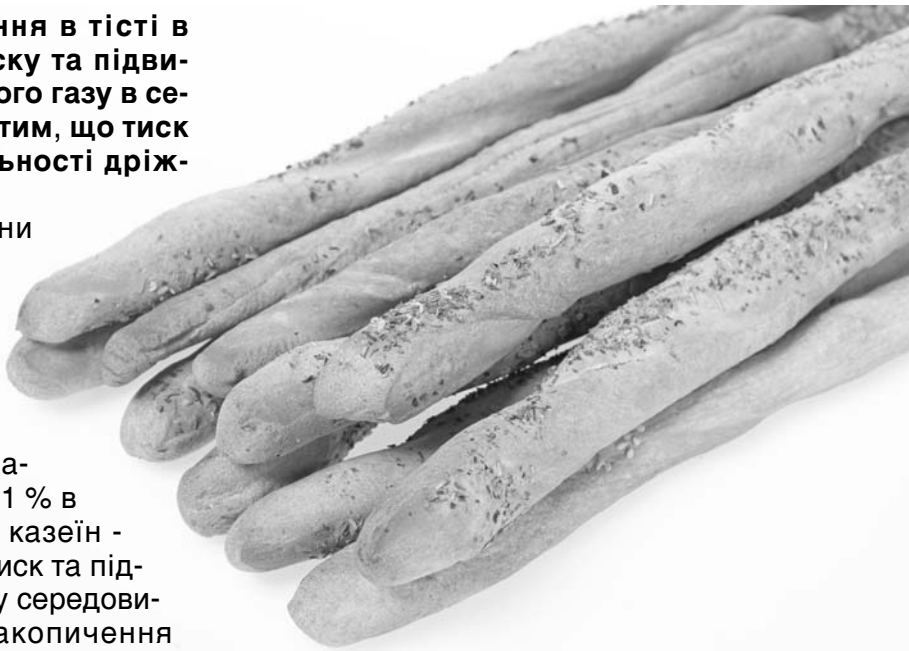
Рівень газоутворення в збагачених зразках тіста (рис. 2 б), які дозрівали під тиском, на 2...15 % перевищує рівень газоутворення в контрольних зразках, які дозрівали в умовах атмосферного тиску. При цьому максимальне газоутворення в тісті спостерігається в разі витримування його в камері бродильно-формульованого агрегату протягом 10 хв.

**П**ідвищення газоутворення в тісті в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу в середовищі бродіння обумовлено тим, що тиск 0,2 МПа не пригнічує життєдіяльності дріжджів, а навіть активізує її.

В результаті дослідження зміни титрованої кислотності встановлено, що початкова кислотність тіста з гливою та казеїном на 4,0...4,5 град. вища, ніж тіста, замішаного за базовою рецептурою. Це пов'язано з тим, що запропоновані білкові збагачувачі мають значну кислотність: глива - 0,21 % в перерахунку на яблучну кислоту, казеїн - 11 °Т. Виявлено, що підвищений тиск та підвищений вміст вуглекислого газу у середовищі бродіння не впливають на накопичення кислотореагуючих сполук у базовому та збагаченому тісті. Дозрівання відбувається в герметично закритій ємкості екструдера, і виділений CO<sub>2</sub> переходить у тісто, проте майже не розчиняється. В тісті для збагачених хлібних паличок вода адсорбційно та осмотично зв'язана полімерами борошна, грибів і казеїну та є недоступною для розчинення легкорозчинних сполук тіста внаслідок неможливості їх дифузії всередину клітини, в якій знаходиться вода.

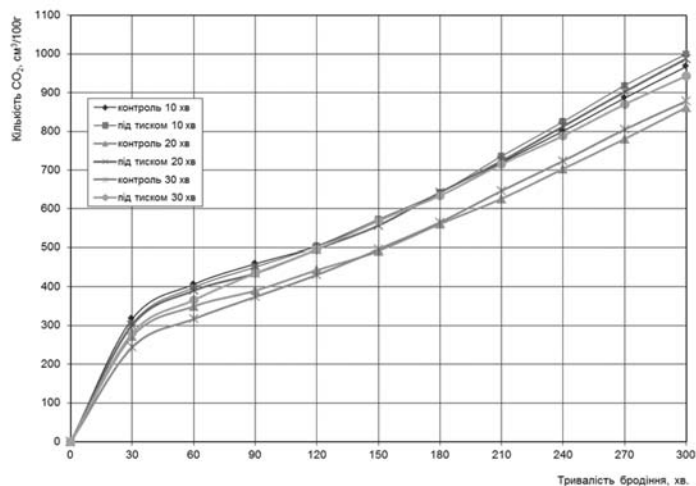
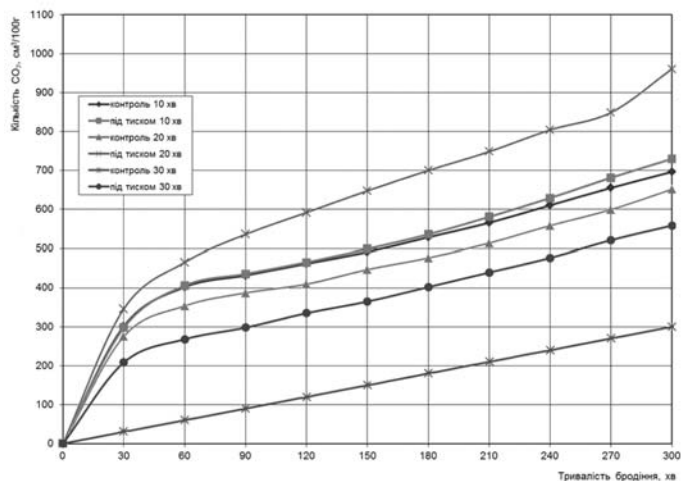
**Структурно-механічні властивості тіста оцінювали за збільшенням його питомого об'єму під час дозрівання та розпливанням зразка тіста.**

Для визначення впливу підвищеного тиску на газоутримувальну здатність базового та збагаченого тіста з камери бродильно-формуального агрегату відбирали наважку тіста масою 50 г через 10, 20 та 30 хв., закладали у циліндр та спостерігали за зростанням об'єму тіста в умовах атмосферного тиску за температури 30 °С через кожні 30 хв. протягом 3 год. Контрольний зразок

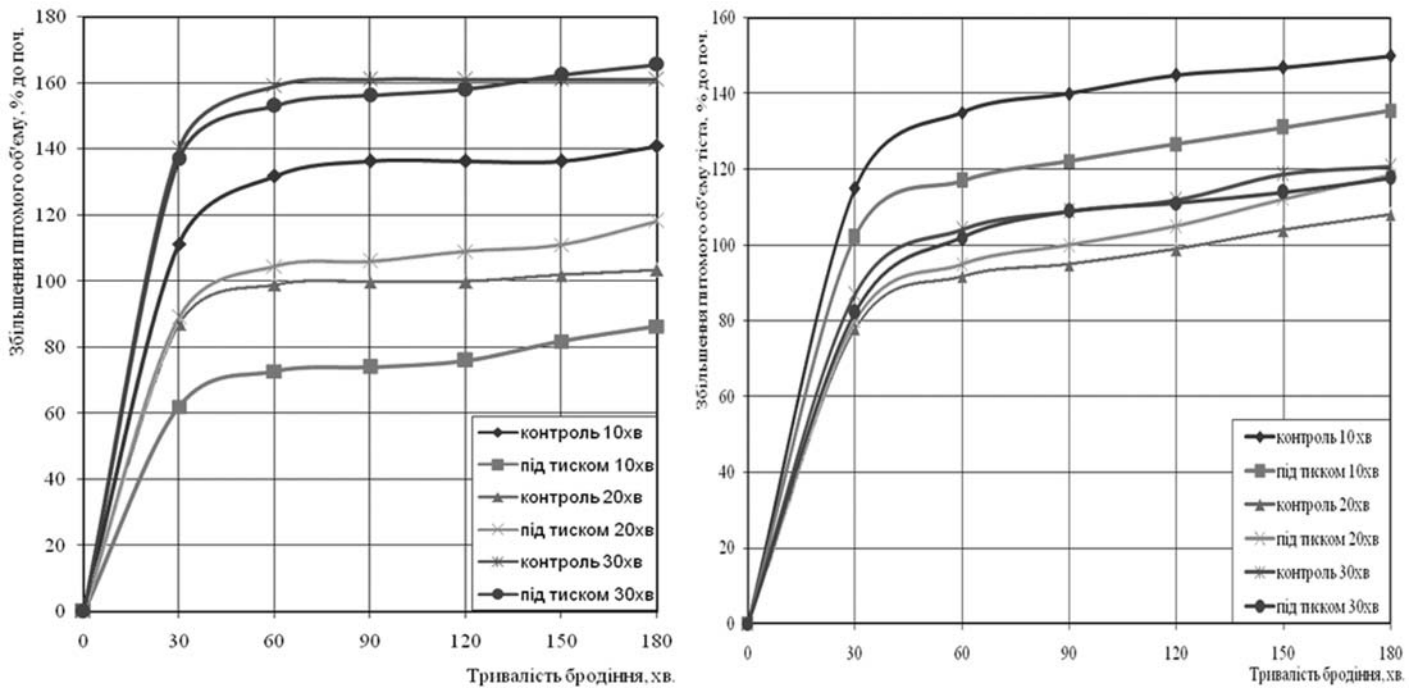


до закладання у циліндр витримували у термостаті 10, 20 та 30 хв. за атмосферного тиску.

Дослідження (рис. 3 а) показали: зі збільшенням тривалості оброблення базового тіста тиском 0,2 МПа збільшується його газоутримувальна здатність, що вірогідно пов'язано зі здатністю клейковинного каркасу тіста після дії тиску більшою мірою розтягуватися під впливом вуглекислого газу. Ця тенденція не зберігається для зразка, який дозрівав під тиском протягом 10 хв., у зв'язку з тим, що цього часу недостатньо для відновлення пружно-еластичних властивостей після механічного впливу під час ущільнення в камері бродильно-формуального агрегату. **Збільшення питомого об'єму збагачених зразків тіста (рис. 3 б) обумовлено внесенням додаткового живлення, що активізує життєдіяльність бродильної мікрофлори та сприяє швидкому відновленню пружно-еластичних властивостей.**



**Рисунок 2.** Вплив підвищеного тиску на кількість виділеного CO<sub>2</sub>: а - у базовому тісті; б - у тісті, збагаченому гливою та казеїном



**Рисунок 3.** Вплив підвищеного тиску на газоутримувальну здатність: а - базового тіста; б - збагаченого тіста

На основі дослідження розпльвання кульки тіста встановлено, що формостійкість тіста з білковими збагачувачами на 4...29 % краща за формостійкість тіста без добавок. Зміцнювальний вплив може бути зумовлений органічними кислотами гливи, які взаємодіють з полярними групами білкових молекул клейковини, або здатністю казеїну зв'язувати велику кількість вологи. Можливо, значний вміст речовин окисної дії спричиняє окиснення сульфгідрильних груп молекул білка борошна, а також протеолітичних ферментів борошна та гливи у дисульфідні, що приводить до ущільнення структури білків і тим самим - до зміцнення клейковини. **Виявлено, що структура тіста ущільнюється зі збільшенням часу дозрівання тіста в бродильно-формульованому агрегаті.**

Таким чином, з метою розширення асортименту хлібних паличок функціонального призначення розроблено рецептуру хлібних паличок з гливою звичайною та харчовим казеїном. Такі вироби є джерелом збалансованого білка. Застосування бродильно-формульованого агрегату для виготовлення збагачених виробів дає змогу спростити традиційну технологію за рахунок поєднання в одному агрегаті бродіння та всіх операцій оброблення тіста, в т.ч. вистоявання. **На основі проведених досліджень встановлено, що оптимальна тривалість дозрівання збагаченого тіста під тиском складає 10 хв, оскільки при цьому спостерігається максимальна газоутворювальна та газоутримувальна здатність.**

## ЛІТЕРАТУРА.

1. Арсеньєва Л. Ю. *Технологія ресторанної продукції функціонального призначення : курс лекцій / Л. Ю. Арсеньєва.* - К. : НУХТ, 2011. - 137 с.
2. Дробот В. І. *Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот.* - К. : Руслана, 1998. - 416 с.
3. *Навряд чи знайдеться ефективніший збагачувач хліба, ніж молочний казеїн / [Т. І. Іщенко, О. Б. Шидловська, Ю. М. Ткачук, В. Ф. Доценко] // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України.* - 2009. - № 10. - С. 4-8.
4. Теличкун Ю. С. *Удосконалення процесу екструзування дріжджового тіста з метою створення вискоэффективного обладнання : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Теличкун Юлія Станіславівна.* - К., 2011. - 183 с.
5. *Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. Ч. 2. / Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева.* - [2-е изд.]. - М. : Агропромиздат, 1987. - 360 с.
6. Bernas E. *Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents / E. Bernas, G. Jaworska, Z. Lisiewska // Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria.* - 2006. - № 1. - P. 5-20.