

## ЗАСТОСУВАННЯ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ У РАЗІ ВИКОРИСТАННЯ АЦЕТАТУ КАЛЬЦІЮ У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО

Білик О. А., Кочубей-Литвиненко О. В., Бондаренко Ю. В., Чернюшок О. А.

### 1. Вступ

З практики хлібопечення відомо, що хліб вироблений з борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями, в більшій мірі має ризик захворіти на картопляну хворобу, ніж хліб з борошна нормальної якості. Для боротьби з картопляною хворобою, поряд з біологічними способами [1], використовують різні добавки хімічної природи, що пройшли гігієнічне випробування [2]. До таких харчових добавок відносять:

- оцтову кислоту у кількості 0,1...0,2 % (у перерахунку на 100 % оцтову кислоту) до маси борошна [3];
- молочну кислоту у кількості 0,2...0,3 % до маси борошна [4, 5];
- ацетат кальцію у кількості 0,2...0,4 % до маси борошна [2, 6];
- оцтову кислоту в кількості 0,1 % разом з ацетатом кальцію у кількості 0,2 % до маси борошна [2, 7];
- пропіонову кислоту або пропіонати натрію, калію, кальцію у кількості 0,3...0,5 % до маси борошна [8, 9].

Внесення харчових добавок запобігає розвитку вегетативних форм бактерій картопляної палички, але самі бактерії та їх спори не знешкоджуються. У разі використання цих добавок знижується інтенсивність бродіння тіста, зменшується його об'єм на 15...20 %, погіршується структура м'якушки, пористість, смак і аромат [1, 2]. Найбільш поширеним у хлібопекарській промисловості для запобігання розвитку картопляної хвороби хліба є ацетат кальцію. Для пом'якшення дії ацетату кальцію, а саме інтенсифікації процесу бродіння, зменшення липкості тіста та його розпливання рекомендується підвищувати вміст дріжджів, додавати солод, заварку, ферментні препарати амілолітичної дії, аскорбінову кислоту [10]. Виходячи з цього, актуально провести дослідження щодо застосування ферментного препарату амілолітичної дії та аскорбінової кислоти для покращання якості хлібобулочних виробів в умовах використання ацетату кальцію як інгібітору картопляної хвороби.

*Об'єктом досліджень* у роботі було тісто з пшеничного борошна вищого сорту та якість хліба пшеничного, в рецептуру якого включено ацетат кальцію.

*Метою проведених досліджень* було встановити вплив ферментного препарату амілолітичної та аскорбінової кислоти дії на якість хліба пшеничного.

## 2. Методика проведення досліджень

У дослідженнях використовували ацетат кальцію (фінська фірма ТОВ «Leipurin») – це білий порошок, який містить 99,2 % чистого ацетату кальцію, % мас. мін. Ферментний препарат грибної  $\alpha$ -амілази Alphamalt V німецької фірми «Muhlenchemie».

Для оцінювання якості хліба з доданням ацетату кальцію та ферментного препарату проводили пробне лабораторне випікання. Під час дослідження готували тісто з борошна вищого сорту з внесенням:

- ацетату кальцію в кількості 0,2; 0,3; 0,4 та 0,5 % до маси борошна;
- ферментний препарат Alphamalt V в кількості – 0,005; 0,01; 0,015 та 0,02 % до маси борошна;
- аскорбінову кислоту – 0,002; 0,004; 0,006 та 0,008 % до маси борошна.

Контрольним був зразок за такою рецептурою: борошно пшеничне першого сорту – 100 г, дріжджі – 3 %, сіль – 1,5 %. Тісто заміщували в тістомісильній машині Esher (Італія) 4 хв на першій швидкості та 7 хв – на другій. Тісто готували безопарним способом з масовою часткою вологи тіста – 44 %. За період бродіння проводили обминання тіста через 60 та 120 хв після замішування. Оброблення тіста здійснювали вручну, вистоювання тістових заготовок проводили у вистійній шафі за температури  $38 \pm 2$  °C і відносній вологості  $78 \pm 2$  % до готовності. Вироби випікали в шафовій печі за температури 220–240 °C із зволоженням пекарної камери.

Якість хліба оцінювали за фізико-хімічними (питомий об'єм, кислотність) та органолептичними показниками (зовнішній вигляд, стан поверхні скоринки, структура пористості, смак, запах) [11]. Комплексний показник якості оцінювали за бальною оцінкою якості хлібобулочних виробів [12]. Газоутримувальну здатність тіста визначали – за зміною питомого об'єму 100 г тіста в циліндрі протягом бродіння тіста [12]. Пружно-еластичні характеристики тіста вивчали на фаринографі фірми «Brabender» (Німеччина) [12]. Результати експериментальних досліджень піддавалися статистичній обробці, реалізованій за допомогою стандартних пакетів програм Microsoft Office.

## 3. Результати досліджень та обговорення

Для визначення оптимального дозування ацетату кальцію, ферментного препарату Alphamalt V та аскорбінової кислоти проводили лабораторні випікання та досліджували якість хліба пшеничного. За отриманими даними розраховували комплексний показник якості. Отримані дані наведено в табл. 1.

Встановлено, що за комплексним показником якості раціональне дозування ацетату кальцію становить 0,3 % до маси борошна. Оптимальне дозування ферментного препарату Alphamalt V становить 0,015 % до маси борошна та аскорбінової кислоти – 0,006 % до маси борошна.

У разі визначення впливу харчових добавок на мікробіологічні та біохімічні процеси в тісті з ацетатом кальцію його готували безопарним способом.

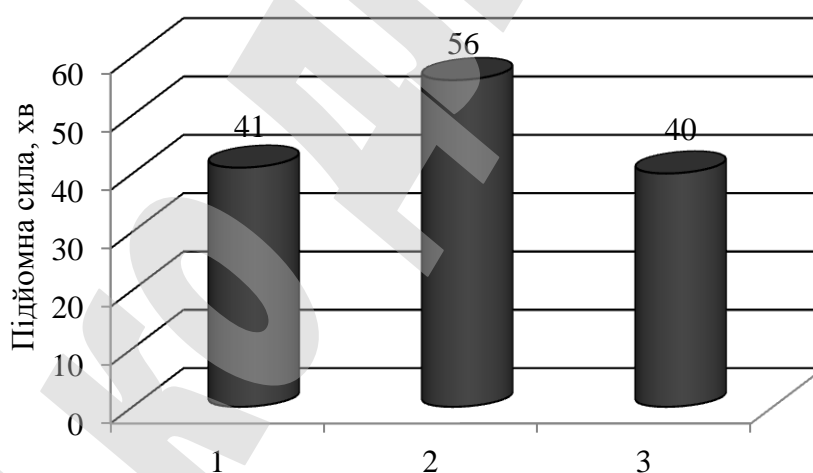
Вивчали інтенсивність бродіння тіста за кількістю виділеного діоксиду вуглецю за період бродіння і вистоювання тіста, а також бродильну активність дріжджів методом підйому тіста.

Таблиця 1

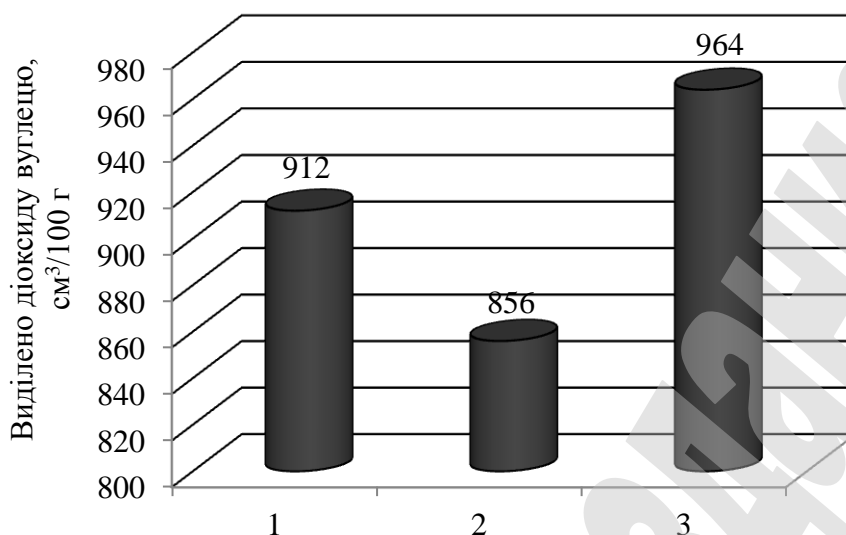
Визначення оптимального дозування харчових добавок за комплексним показником якості,  $n=3$ ,  $p \leq 0,95$

Показник	Контроль без добавок	Дозування (%) до маси борошна			
		Ацетат кальцію			
Комплексний показник якості	78,4	0,2	0,3	0,4	0,5
		77,8	77,2	69,1	64,5
		Ферментний препарат Alphamalt V			
Комплексний показник якості	78,4	0,005	0,010	0,015	0,020
		82,1	87,8	93,0	91,6
		Аскорбінова кислота			
Комплексний показник якості	78,4	0,002	0,004	0,006	0,008
		81,4	87,5	88,2	86,5

Результати досліджень, що представлені на рис. 1, 2, свідчать про те, що харчові добавки стимулюють бродильну активність дріжджів, внаслідок чого підвищується виділення діоксиду вуглецю під час бродіння та вистоювання тіста. Причиною цього є накопичення в тісті мальтози від дією ферментного препарату Alphamalt V.



**Рис. 1.** Вплив харчових добавок на підйомну силу дріжджів: 1 – контроль (без добавок); 2 – 0,3 % ацетату кальцію; 3 – 0,3 % ацетату кальцію, 0,015 % ферментного препарату Alphamalt V та 0,006 % аскорбінової кислоти



**Рис. 2.** Вплив харчових добавок на виділення діоксиду вуглецю: 1 – контроль (без добавок); 2 – 0,3 % ацетату кальцію; 3 – 0,3 % ацетату кальцію, 0,015 % ферментного препарату Alphamalt V та 0,006 % аскорбінової кислоти

Оскільки однією із проблем у виробництві хліба з ацетатом кальцію є погіршення структурно-механічних властивостей тіста, від яких залежить формостійкість тістових заготовок при випіканні, об'єм хліба та структура м'якушки хліба, досліджували доцільність використання харчових добавок на ці властивості.

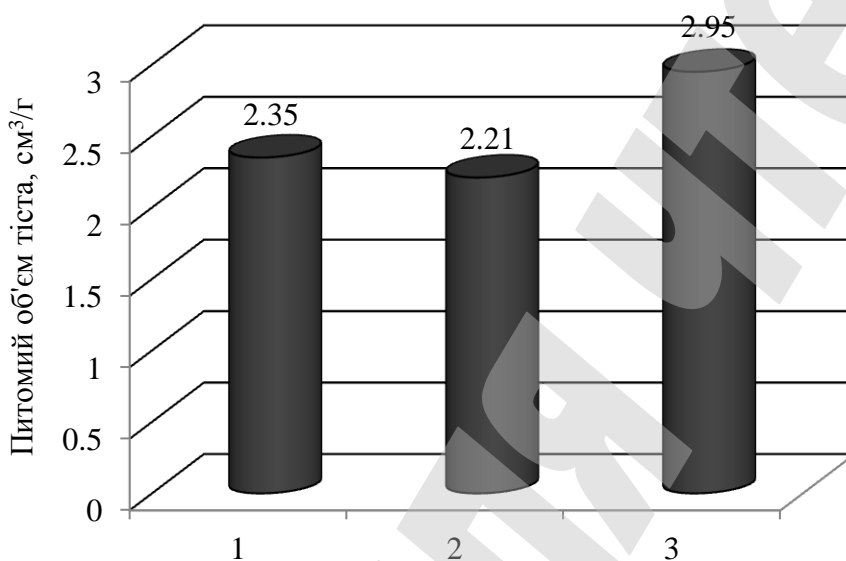
Результати досліджень, отримані за допомогою фаринографа (табл. 2) свідчать, що у разі додавання в тісто з ацетатом кальцію ферментного препарату Alphamalt V і аскорбінової кислоти дозволяє покращити ці показники до рівня їх в контролі. Так, за рахунок цього збільшилась еластичність на 3,7 % порівняно з контролем та на 27 % у порівнянні з тістом з ацетатом кальцію. Це можна пояснити зміцненням клейковинного каркасу тіста.

**Таблиця 2**

Структурно-механічні властивості тіста за фаринографом,  $n=3$ ,  $p \leq 0,95$

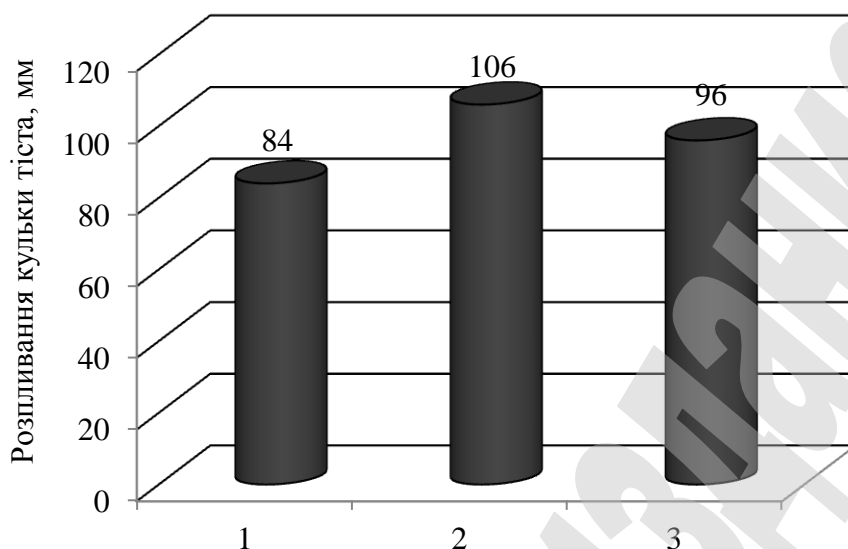
Показники	Контр оль	0,3 % ацетату кальцію	0,3 % ацетату кальцію, 0,015 % ферментного препарату Alphamalt V та 0,006 % аскорбінової кислоти
Консистенція, од. приладу	500	500	500
Водопоглинальна здатність, см <sup>3</sup> /100 г	57,5	57,4	57,8
Тривалість утворення, хв	4	5	4
Еластичність, од. приладу	160	130	165
Стабільність, хв	3,5	3,0	3,75
Розрідження протягом замісу, 15 хв од. приладу	70	100	70

Розтяжність тіста в значній мірі залежить від його еластичності. Зважаючи на це, можна передбачити кращу газотримувальну здатність зразків тіста. Для підтвердження цього досліджували зміни об'єму тіста в мірному циліндрі на  $500 \text{ см}^3$  за температури  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  протягом 4 год бродіння. Встановлено (рис. 3), що при внесенні ферментного препарату Alphamalt V і аскорбінової кислоти збільшується питомий об'єм тіста на 28 % порівняно з тістом з ацетатом кальцію. Це пояснюється зміцненням білкової молекули внаслідок утворення дисульфідних містків окисненням суміжних сульфгідрильних груп аскорбіновою кислотою.



**Рис. 3.** Вплив харчових добавок на питомий об'єм тіста: 1 – контроль (без добавок); 2 – 0,3 % ацетату кальцію; 3 – 0,3 % ацетату кальцію, 0,015 % ферментного препарату Alphamalt V та 0,006 % аскорбінової кислоти

В подальшому досліджували вплив ацетату кальцію та харчових добавок на розпливання кульки тіста в процесі бродіння. Результати досліджень наведено на рис. 4. Встановлено, що в зразках з 0,3 % ацетатом кальцію, 0,015 % ферментного препарату Alphamalt V та 0,006 % аскорбінової кислоти розпливання порівняно з контролем незначно збільшувалося. Але було набагато меншим, ніж у виробках з ацетатом кальцію без харчових добавок (розпливання зменшувалося на 15,2 %). Це є підґрунтям для покращання формостійкості виробів з ацетатом кальцію.



**Рис. 4.** Вплив харчових добавок на розпливання кульки тіста: 1 – контроль (без добавок); 2 – 0,3 % ацетату кальцію; 3 – 0,3 % ацетату кальцію, 0,015 % ферментного препарату Alphasalt V та 0,006 % аскорбінової кислоти

Якість хлібобулочних виробів, їх питомий об'єм, формостійкість, структура і еластичність м'якушки в значній мірі залежать від структурно-механічних властивостей тіста та біохімічних процесів.

Отримані закономірності впливу харчових добавок на формування структурно-механічних властивостей тіста зумовлюють формування якості готових виробів (табл. 3). За результатами пробного лабораторного випікання встановлено, що у разі внесення 0,015 % ферментного препарату Alphasalt V та 0,006 % аскорбінової кислоти у тісто з ацетатом кальцію досягається значне покращання якості виробів. Це пояснюється позитивним впливом харчових добавок на мікробіологічні процеси та покращання структурно-механічних властивостей тіста.

Внесення ферментного препарату Alphasalt V та аскорбінової кислоти збільшує питомий об'єм хлібобулочних виробів з ацетатом на 10 % порівняно з виробами з ацетатом кальцію. Значно покращується їх формостійкість. Так, у виробих з ацетатом кальцію, ферментним препаратом Alphasalt V та аскорбіновою кислотою формостійкість покращилась на 15,4 % порівняно з виробами тільки з ацетатом кальцію. Показники пористості у разі використання харчових добавок перевищили показники контролю та з ацетатом кальцію відповідно на 2,6 % та 5,2 %.

Таблиця 3

Показники технологічного процесу та якості хліба пшеничного,  $n=3$ ,  $p \leq 0,95$ 

Назва показника	Контроль (без добавок)	Внесено добавки, % до маси борошна	
		0,3 % ацетату кальцію	0,3 % ацетату кальцію, 0,015 % ферментного препарату Alphamalt V та 0,006 % аскорбінової кислоти
Тісто			
Титрована кислотність, град:			
– початкова	2,1	2,1	2,1
– кінцева	3,2	2,9	3,2
Виділено CO <sub>2</sub> за час бродиння та вистоювання, см <sup>3</sup> /100 г	648	571	694
Розпливання кульки тіста, %	84	102	88
Збільшення об'єму тіста за 4 год. бродиння, %	128	108	136
Тривалість вистоювання, хв.	55	68	55
Готові вироби			
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	3,59	3,28	3,60
Формостійкість, Н/D	0,41	0,36	0,44
Пористість, %	74	71	76
Пенетрація м'якушки, од. приладу	92	84	106
Стан поверхні	Гладка без тріщин та підривів		
Колір скоринки	Коричневий	Світло- коричневий	Коричневий
Стан м'якушки	Еластична	Заминається	Еластична
Структура пористості	Дрібна, рівномірна, розвинена, тонкостінна	Середня, рівномірна, розвинена, тонкостінна	Дрібна, рівномірна, розвинена, тонкостінна
Смак і аромат	Властивий даному виробу, без зайвих присмаків та запахів		

Органолептична оцінка якості виробів показала, що при застосуванні ацетату кальцію разом з досліджуваними добавками можна досягти значного покращання якості продукції.

#### 4. Висновки

Результати досліджень доводять, що ацетат кальцію пригнічує мікробіологічні процеси в тісті, викликаючи цим погіршення інтенсивності спиртового і молочнокислого бродіння. Поряд з цим погіршуються його структурно-механічні властивості.

Показано, що з метою покращання якості виробів з ацетатом кальцію доцільно використовувати ферментний препарат Alphamalt V та аскорбінову кислоту. При дозуванні ферментного препарату Alphamalt V – 0,015 % до маси борошна, аскорбінової кислоти – 0,006 % значно покращується якість напівфабрикатів і готових виробів. Також показано, що використання харчових добавок у тісто з ацетатом кальцію покращує газоутворювальну здатність на 15...20 %, підйомну силу дріжджів, його пружньо-еластичні характеристики, відбувається збільшення газотримувальної здатності на 30...40 %, зменшується розливання тістових заготовок на 15...20 %. Це зумовлює збільшення питомого об'єму хлібобулочних виробів на 10...13 % порівняно з виробами тільки з ацетатом кальцію.

#### Література

1. Коломникова, Я. (2009). Технологические приемы по предупреждению заболеваний хлебобулочных изделий. *Хлебопродукты*, 3, 51–53.
2. Дробот, В. І. (2019). *Довідник з технології хлібопекарського виробництва*. Київ: ПрофКнига, 580.
3. Ярошевич, Т. С. (2011). Сучасні методи діагностування картопляної хвороби хліба та засоби запобігання її розповсюдженню. *Вісник Хмельницького національного університету (технічні науки)*, 2, 124–127.
4. Евелева, В. В., Черпалова, Т. М. и др. (2010). Комплексные лактатсодержащие пищевые добавки для предупреждения картофельной болезни хлеба. *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки*, 2, 68–69.
5. Osimani, A., Zannini, E., Aquilanti, L., Mannazzu, I., Comitini, F., Clementi, F. (2009). Lactic acid bacteria and yeasts from wheat sourdoughs of the Marche region. *Italian Journal of Food Science*, 21 (3), 269–286.
6. *Leipurin*. Available at: <https://www.leipurin.com/ua/contact-us>
7. Ауэрман, Л. Я. (2009). *Технология хлебопекарного производства*. Санкт-Петербург: Профессия, 416.
8. Поландова, Р. Д. и др. (2007). Состояние и перспективы использования пропионовокислых бактерий в производстве пшеничного хлеба. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 5, 55–57.
9. Zhang, C., Brandt, M. J., Schwab, C., Gänzle, M. G. (2010). Propionic acid production by cofermentation of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus diolivorans* in sourdough. *Food Microbiology*, 27 (3), 390–395. doi: <http://doi.org/10.1016/j.fm.2009.11.019>
10. Білик, О. А. (2006). *Удосконалення технології хлібобулочних виробів з борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями*. Київ, 20.
11. Лебеденко, Т. Є., Пшенишнюк, Г. Ф., Соколова, Н. Ю. (2014). *Технологія хлібопекарського виробництва*. Одеса: Освіта України, 392.
12. Дробот, В. І. (Ред.) (2015). *Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів*. Київ: НУХТ, 948.