

6. Уильямс Д. Металлы жизни. М.: Мир, 1975. 67с.
7. Євреїв В.Н. Спектрохимическое исследование комплексов с трис-(оксиметил)-аминометаном. *Координационная химия*, 1978. Т.4, вип.9. С.1402-1406.
8. Роговин З.А., Голбрайт Л.С. Химические преобразования и модификация целлюлозы. М.: Химия, 1979. 206с.
9. Макаров К.А. Имобилизованные биопрепараты в медицине. М.: Химия, 1980. 56с.
10. Роговин З.А. Химия целлюлозы. М.: Химия, 1972. 213с.
11. Евреев В.Н., Мурашко С.В. Мостиковые медно-кобальтовые комплексы с диэтанол-аминами. *Журнал неорганической химии*, 1976. №21. С.153-157.
12. Берсукер И.Б. Химическая связь в комплексных соединениях. Кишинев, 1962. 132с.
13. Шафранский В.Н. Исследование диоксиаминов кобальта (II) с моноэтанол-аминами методом ИК – спектроскопии и термогравиметрии. *Журнал неорганической химии*, 1976. №4. С.106-112.
14. Евреев В.Н. Синтез и свойства бис-диэтан-аминовых комплексов кобальта. *Журнал неорганической химии*, 1976. №20. С.986-991.
15. Шарло Г. Методы аналитической химии. М.: Химия, 1969. 557с.
16. Мітрасова О.П. Хімічні основи екології. Київ: Ірпінь, 1999. 440с.

Надійшла до редколегії 05.11.2019.

УДК 664.66.019

DOI 10.31319/2519-2884.35.2019.53

КОРНІЄНКО І.М., к.т.н., доцент
ГЕДЗУН Є.О., студент
ПРЕСНОВА Т.В., студент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТУ β-ФРУКТОФУРАНОЗИДАЗА В ПРАКТИЦІ ВИПІКАННЯ ХЛІБА З ПОКРАЩЕНИМИ ОРГАНОЛЕПТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Вступ. Виробництво ферментних препаратів займає одне із провідних місць у сучасній біотехнології й відноситься до галузей, обсяг продукції яких постійно зростає, а сфера застосування неухильно розширюється. Такий швидкий розвиток пов'язаний з тим, що ферменти є високоактивними, нетоксичними біокаталізаторами білкового походження, котрі широко поширені в природі, без них неможливе здійснення багатьох біохімічних процесів і життя в цілому. Одним з найпоширеніших ферментів, який використовується у хлібопеченні, є β-фруктофуранозидаза. Найбільш широко фермент використовується в кондитерській промисловості при виробництві помадкових виробів. Кондитерські вироби швидко черствіють при зберіганні, тому що із втратою вологи спостерігається явище кристалізації сахарози. Якщо в рецептуру додавати β-фруктофуранозидазу, то буде відбуватися повільний гідроліз сахарози вже в готовому виробі. Тому кондитерські вироби будуть мати тривалий час оптимальну консистенцію, і час черствіння сповільниться. Використання цього ферменту в хлібопеченні поліпшує аромат, пористість і зовнішній вигляд хліба. Підвищується якість хлібобулочних виробів і пролонгується термін зберігання продукції [1-8].

Постановка задачі. Метою роботи є удосконалення технології використання ферментного препарату β-фруктофуранозидази в практиці випікання хліба з покращеними органолептичними властивостями.

Для досягнення поставленої мети вирішено такі задачі:

- обґрунтовано необхідність використання даного ферментного препарату в прискоренні процесу розщеплення вуглеводів та крохмалю до простого цукру, що є необхідною умовою для харчування хлібопекарських дріжджів під час процесу бродіння тіста;
- підтверджено підвищення водопоглинаючої і газоутворюючої здатності тіста в присутності ферменту та комплексу молочнокислих бактерій;
- експериментами доведено необхідне забезпечення стабільності заготовок з тіста;
- показано збільшення питомої маси хліба;
- визначено отримання тонкої скоринки;
- доведено уповільнення процесу черствіння хліба;
- підвищено еластичність м'якушки і поліпшення структури пористості хліба.

Результати роботи. Головними завданнями, які розв'язуються за допомогою ферментів, є підвищення якості хліба, особливо при використанні борошна з низькими хлібопекарськими властивостями і прискорення технології його виробництва, насамперед, на найбільш тривалому етапі – приготування тіста.

У даній роботі запропоновано використовувати у якості ферментного препарату β -фруктофуранозидазу, яка входила до складу рецептури хліба покращеної якості, разом з використанням комплексу молочнокислих бактерій (закваска торгівельної марки VIVO). Строки зберігання хліба обчислюються з часу виходу його з печі. Усі зразки зберігалися за звичайних умов: при температурі 24°C і відносній вологості повітря 75%. За таких умов найкраще зберігаються споживчі властивості хліба. В табл.1 наведено результати зберігання/псування магазинних зразків у порівнянні з власноруч приготовленим хлібом за розробленою покращеною рецептурою хліба.

Таблиця 1 – Швидкість появи ознак псування хліба, органолептичні показники якості досліджених зразків хліба

№	Хліб	Усихання скоринки	Черствіння м'якушки	Поява неприємного запаху	Поява цвілі	Термін зберігання
1	Пшеничний з бактеріальною закваскою (власноруч виготовлений)	48 год.	108 год.	-	-	108 год.
2	Пшеничний з розпушувачем (власноруч виготовлений)	24 год.	72 год.	84 год.	96 год.	72 год.
3	Пшеничний	24 год.	48 год.	60 год.	72 год.	48 год.
4	Житньо-пшеничний	36 год.	72 год.	84 год.	84 год.	72 год.
5	Житньо-пшеничний солодовий	36 год.	72 год.	96 год.	108 год.	72 год.

Дане дослідження проведено з метою пошуку методів боротьби з мікробіологічним псуванням хліба, збільшення терміну зберігання та способів покращення дієтичних і споживчих властивостей хліба.

Основні етапи експерименту:

- 1) обґрунтування вибору мікробіологічної закваски, введеної до покращеної рецептури хліба в комплексі із запропонованим ферментом, що пояснюється пригніченням росту патогенних культур за рахунок виділення молочної кислоти, котра виступає у ролі природного консерванту;
- 2) виявлення мікробіологічного зараження хліба;
- 3) дослідження зразків за органолептичними показниками;
- 4) виявлення захворювань хліба і визначення терміну придатності.

Для порівняння було обрано 5 зразків хліба, два з яких виготовлено за власною рецептурою (1: дріжджі + фермент β -фруктофуранозидаза + комплекс лакто- та біфідо-бактерій (закваска VIVO); 2: дріжджі + розпушувач) та магазинні (зразки № 3-5):

– рецептура № 1 – хліб із використанням ферменту, закваски VIVO на основі молочнокислих бактерій: вода – 300 мл; сіль – 15 г; яйце куряче – 1 шт.; олія соняшникова – 15 г; β -каротинова олія – 15 г; борошно пшеничне вищого гатунку – 540 г; цукор 25 г; пресовані дріжджі – 7 г; бактеріальна закваска – VIVO – 0,025 мг, фермент 0,54г.

Рецептуру збагачено закваскою молочнокислих бактерій, функціональні властивості якої дозволили поліпшити якість хлібобулочних виробів і попередити їх мікробіологічне псування в процесі зберігання.

Для вітамінізації запропоновано додати до звичної соняшникової олії 0,1%-ий розчин β -каротину (провітаміну А) в кукурудзяній олії.

– рецептура № 2 – хліб з розпушувачем: вода – 300 мл; сіль – 15 г; яйце куряче – 1 шт.; олія соняшникова – 30 г; борошно пшеничне вищого гатунку – 540 г; цукор – 25 г; пресовані дріжджі – 7 г; розпушувач – 18 г.

Розпушувачі хімічної природи можуть надати виробам більш привабливий зовнішній вигляд та кращу пористість, впливати на термін зберігання. Для даного дослідження обрано розпушувач наступного складу: пірофосфат E450-а, бікарбонат натрію E500, борошно пшеничне. Його додано до зразка хліба № 2. За інформацією виробника він покращує зовнішній вигляд та смакові властивості, збільшує об'єм та пишність хлібобулочних виробів. Проте необхідно перевірити, чи може такий склад бути шкідливим для споживачів;

- рецептура № 3 – білий магазинний хліб;
- рецептура № 4 – магазинний житній хліб на дріжджах;
- рецептура № 5 – магазинний житній хліб на солоді.

Під час визначення терміну зберігання хліба проводили мікробіологічні та фізико-хімічні дослідження. Результати дослідження свідчать про присутність патогенних культур родів *Aspergillus* і *Bacillus* у борошні та хлібі. Кислотність в придбаних зразках хліба була вищою, ніж у зразку № 1, виготовленому в присутності молочнокислих бактерій.

Перевірено відповідність до стандарту за органолептичними показниками власноруч виготовлених зразків хліба № 1, 2. Форма відповідає хлібній формі, в якій проводилася випічка, з дещо опуклою верхньою скоринкою. У хліба, виготовленого з використанням комплексу дріжджів, ферменту та молочнокислих бактерій (зразок №1) поверхня гладка, без великих тріщин і підривів (рис.1, а). У хліба, виготовленого з додаванням дріжджів та розпушувача, (зразок №2) поверхня має велику тріщину (рис.1, б).

Органолептична оцінка зразка 1 (рис.1, а): колір жовто-коричневий, всередині – світло-жовтий, що забезпечило додавання β -каротинової олії; хліб має яскраво жовтий відтінок; м'якушка пропечена, неволога на дотик, еластична; після легкого натискання пальцями м'якушка приймає початкову форму; пористість розвинена, без пустот і ущільнень; скоринка не відшаровується від м'якушки.

Смак властивий даному виду виробів. Запах також характерний, ароматичний завдяки введенню молочнокислих бактерій. Сторонніх присмаків і запахів немає на протязі 6 діб зберігання.

Органолептична оцінка зразка 2 (рис.1, б): колір блідо жовтий, всередині – світлий солон'яний; м'якушка пропечена, неволога на дотик, слабо еластична; після легкого натискання пальцями м'якушка не в повній мірі приймає початкову форму; пористість розвинена, без пустот і ущільнень; скоринка не відшаровується від м'якушки. Смак властивий даному виду виробів. Запах нечітко виражений. Відмічається поява сторонніх присмаків і запахів наприкінці 3-ої доби зберігання.



а)

б)

а) загальний вигляд хліба виготовленого з використанням комплексного підходу (дріжджі, фермент та закваска молочнокислих бактерій);

б) загальний вигляд хліба, виготовленого за стандартною рецептурою (дріжджі, розпушувач)

Рисунок 1 – Результат органолептичної оцінки двох зразків випеченого хліба

Узагальнюючи результати досліджень можна стверджувати про доцільність застосування комплексних біотехнологічних підходів у практиці випікання хліба, а саме одночасного використання ферменту та симбіозу молочнокислих бактерій в складі покращеної рецептури хліба.

Завдяки введенню молочнокислих бактерій вдалося пригнітити ріст патогенних культур, котрі було виділено зі зразка використаного борошна, та пролонгувати термін зберігання хліба до 5 діб без ознак псування. Введення ферменту до складу рецептури дозволило покращити органолептичні властивості хліба та його якісні характеристики.

Висновки. Отриманні результати свідчать про неякісні показники магазинного хліба, а також хліба, виготовленого з додаванням розпушувача, за мікробіологічними властивостями. Дослідженнями встановлено присутність у зразках магазинного хліба патогенних мікроорганізмів родів *Aspergillus* і *Bacillus*. Кислотність цих зразків також виявилась вищою, ніж у хліба, виготовленого з додаванням бактеріальних заквасок.

Рекомендовано до використання покращену рецептуру хліба із введенням ферменту та закваски молочнокислих бактерій, котрі покращують органолептичні показники хліба та попереджають розвиток патогенних мікроорганізмів. Обґрунтованим та доцільним є додавання каротинової олії до складу хліба, що вітамінізує його додатково.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: підручник. К.: НУХТ, 2004. 471с.
2. Шлегель Г. Общая микробиология / пер с нем. М.: Мир, 1987. 567с.
3. Машкин ДВ Идентификация дрожжей – возбудителей меловой болезни хлеба. *Сборник трудов молодых ученых*. СПб ГУНиПТ, 2001. С.48-50.
4. Мосичев М.С., Складнев А.А., Котов В.Б. Общая технология микробиологических производств. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 264с.
5. Мюллер Э., Леффлер В. Мікологія. М.: Світ, 1995. 343с
6. Манакон М.Н., Победимский Д.Г. Теоретические основы технологии микробиологических производств. М.: Агропромиздат, 1990, 270с.
7. Березін І., Клячко Н. Біотехнологія. М., 1987. Т.8. 159с.
8. Пискунов С.В. Направления развития производства диетических хлебобулочных изделий. *Хлебопечение России*, 2002. № 6. С.6-8.

Надійшла до редколегії 02.07.2019.