

ЦИТРАТИ МЕТАЛІВ - ЕФЕКТИВНІ ЗБАГАЧУВАЧІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ МІНЕРАЛЬНИМИ РЕЧОВИНАМИ

В. ДРОБОТ,
професор, доктор технічних наук,
член-кореспондент НААНУ

А. ШЕВЧЕНКО,

аспірант

О. АНДРУЩУК,

магістрант

Національний університет

харчових технологій

(м. Київ)

Н. КОЗИЧ,

старший науковий співробітник

Науково-дослідний інститут

нанотехнологій і ресурсозбереження

Мінагрополітики України

Серед факторів харчування, що мають важливе значення для підтримки здоров'я людини - забезпечення організму мінеральними речовинами. Мінеральні речовини відносяться до інгредієнтів, які здатні покращувати перебіг фізіологічних процесів в організмі, підвищувати імунну систему, сприяти подовженню активного способу життя. Недостатнє надходження цих речовин в організм є однією з причин розвитку хвороб обміну речовин та інших захворювань. Тому дієтологами визнана необхідність спрямованого регулювання хімічного складу харчових продуктів щодо вмісту мінеральних речовин.

Хлібобулочні вироби відносяться до основних складових раціону харчування і є джерелом білків, вуглеводів, вітамінів та мінеральних речовин. Проте вироби з сортового борошна, а їх в Україні виготовляється більше 70 % об'єму виробництва хліба, містять незначну кількість мінеральних речовин. Адже при отриманні сортового борошна основна частина цих речовин видаляється з оболонкою та зародком.

Тому збагачення хліба мінеральними речовинами є нагальною потребою сьогодення. Одним із шляхів підвищення вмісту мінеральних речовин в хлібі є збагачення цими речовинами борошна вищого та першого сорту на млинах. Проте, цей спосіб в умовах України трудомісткий, потребує значних витрат. Простіше збагачувати хлібобулочні вироби водорозчинними мінеральними речовинами на хлібопекарських підприємствах, дозуючи їх в тістові напівфабрикати [1].

На сьогодні для збагачення харчових продуктів використовують традиційні мікронутрієнти, які мають встановлені нормативи і не потребують додаткової оцінки безпеки їх застосування в кількості, регламентованій санітарно-гігієнічними вимогами.

У разі збагачення виробів фізіологічно-функціональними інгредієнтами, до яких відносяться біометали, мають бути враховані не лише медико-біологічні, але і технологічні аспекти їх використання. Зважаючи на те, що солі біометалів в харчовій системі можуть виконувати і технологічні функції, це позначатиметься на якості виробів. Так відомо, що карбонат кальцію знижує кислотність тіста. Сульфат заліза впливає на ліпідний комплекс борошна тощо [2].

З цією метою застосовують солі мінеральних речовин - сульфати, карбонати, фосфати, лактати та цитрати. Перелік їх затверджений в установленому в Україні порядку. На цей час для збагачення виробів мінеральними речовинами ринок харчових добавок пропонує низку преміксів. Проте в їхньому складі містяться в основному солі неорганічних кислот, які недостатньо засвоюються організмом та неоднозначно впливають на перебіг технологічного процесу.

Так, в НУХТі проведено порівняльну оцінку сульфату та лактату заліза і кальцію як носіїв цих елементів у складі хлібобулочних виробів, встановлено технологічну перевагу солей органічних кислот [3]. Відомо також, що семи-водне сірчанокисле залізо легко піддається окисно-відновним перетворенням та викликає згіршення борошна. Доцільніше використовувати органічні сполуки мінеральних речовин, оскільки вони в такій формі функціонують в організмі. Найбільш перспективними для

Таблиця 1. Зимазна та мальтазна активність дріжджів

Показники	Тісто з фруктозою	Тісто з фруктозою та цитратами				
		Zn	Mg	Ca	Fe	Суміш
Зимазна активність, хв	42	32	30	35	40	34
Мальтазна активність, хв	62	51	52	59	59	53

Над чим працюють науковці

збагачення харчових продуктів визнані комплекси біометалів з лимонною кислотою, вони є найбезпечнішими та найбільш технологічними.

Однак цитрати, отримані методом хімічного синтезу, можуть мати побічні продукти хімічних реакцій [4]. Хімічно чистішими є цитрати, отримані за допомогою методу аквананотехнології. Ці цитрати дозволені до використання у харчовій промисловості, краще засвоюються організмом. Так, встановлено, що "наноцитрат" заліза має вищу біодоступність, ніж біодоступність сульфату заліза [5].

Мета досліджень.

Метою досліджень було визначення впливу цитратів цинку, магнію, кальцію, заліза та їхньої суміші, отриманих методом аквананотехнології, на бродильну активність дріжджів та структурно-механічні властивості тіста для діабетичних виробів, які містять фруктозу. Контролем був зразок з фруктозою.

Результати досліджень та їхнє обговорення.

Під час проведення досліджень тісто готували безопарним способом з борошна пшеничного першого сорту середнього за "силою". Фруктозу додавали в кількості 6 % до маси борошна. В тісто вносили цитрати досліджуваних металів в кількості, що задовольняє 50 % добової потреби організму в кожному з цих металів при умові вживання 277 г хліба. Визначали бродильну активність та підйомну силу дріжджів стандартним мето-

дом, але борошно другого сорту замінювали першим. Поряд із зимазною активністю дріжджів оцінювали також мальтазну активність, як показник, що характеризує їхню здатність зброджувати мальтозу під час вистоювання тістових заготовок.

Встановлено, що досліджувані цитрати і їхня суміш покращують бродильну активність дріжджів в тісті з фруктозою: в найбільшій мірі цитрати Mg та Zn, дещо менше Ca і Fe. Це пояснюється здатністю цитратів цих металів підвищувати ферментативну активність дріжджових клітин (табл.1). Покращення бродильної активності дріжджів впливає на динаміку виділення CO_2 під час бродіння тіста і вистоювання тістових заготовок.

Так сумарне газоутворення в тісті з фруктозою та цитратами цинку, магнію, кальцію та заліза було більшим, ніж в контролі на 9,3 %, 3,5 %, 2,7 % та 0,8 %, з сумішшю - на 12,8 %. Інтенсивність бродіння підвищувалась, як при зброджуванні власних цукрів борошна, так і при зброджуванні мальтози. Перехід на зброджування маль-



Рис. 1. Динаміка виділення діоксида вуглецю, $\text{см}^3/\text{год}$ на 100 г борошна

Таблиця 2. Властивості та якість клейковини

	Зразок з фруктозою	Зразок з фруктозою і цитратом цинку	Зразок з фруктозою і цитратом магнію	Зразок з фруктозою і цитратом кальцію	Зразок з фруктозою і цитратом заліза	Зразок з сумішшю
Кількість сирової клейковини, %	25,2	24,6	24,8	24,6	24,4	24,8
Значення ИДК, од.	73	77,7	77,0	76,1	76,2	74,6
Гідратаційна здатність, %	196,8	193,8	193,6	194,5	195,8	194,8
Розтяжність, см	14,6	16	15,6	15	15	14,8
Колір	Світлий					
Еластичність	Хороша	Більш еластична				

този спостерігається раніше, що свідчить про активацію β -амілази борошна, під дією якої пришвидшується гідроліз крохмалю і збільшується накопичення мальтози (рис. 1).

Тобто внесення в тісто цитратів активізує ферменти дріжджів і борошна, особливо при доданні цитрату цинку. Цитрат заліза практично мало впливає на ці процеси. Структурно-механічні властивості тіста характеризуються такими показниками, як пружно-еластичні та в'язко-пластичні властивості. **Пружно-еластичні властивості тіста визначаються кількістю та якістю клейковини.**

Встановлено, що цитрати практично не впливають на кількість відмитої з тіста клейковини. Поряд з цим дещо зменшується її пружність, покращується еластичність та розтяжність (табл. 2). **Зважаючи на високу водопоглинальну здатність фруктози, тісто з цим моносахаридом розріджується, що зумовлює зменшення його формостійкості. Додання досліджуваних цитратів має покращити формостійкість.**

Для підтвердження цього визначали в'язко-пластичні властивості тіста з фруктозою та цитратами за розпливанням кульки тіста. Встановлено, що додання в тісто фруктози зменшує його в'язкість, оскільки в тісті підвищується вміст рідкої фази, цитрати зумовлюють підвищення в'язкості, очевидно внаслідок їхнього впливу на окисно-відновні процеси в тісті (рис. 2).

Підвищення інтенсивності бродіння тіста з фруктозою при доданні в нього цитратів, покращення його структурно-механічних властивостей позитивно впливають на якість

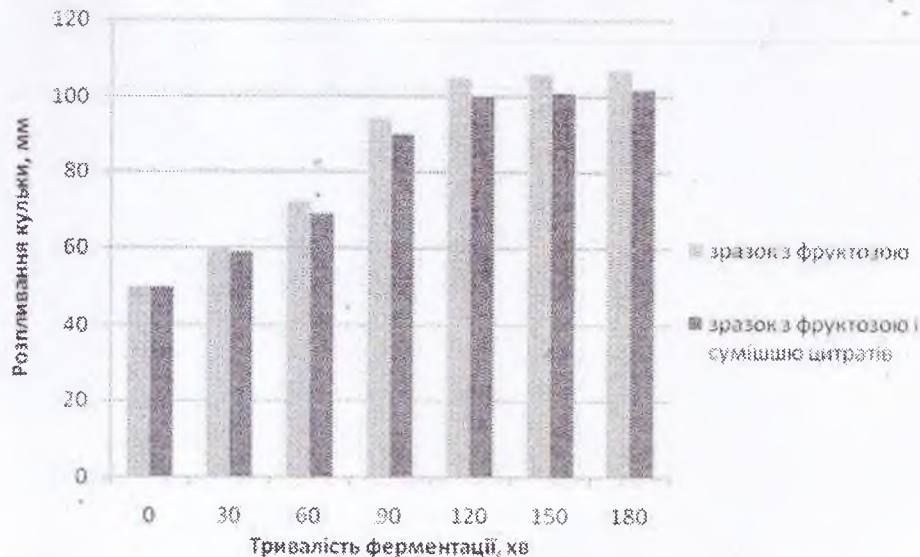


Рис. 2. Розпливання кульки тіста

хліба, дещо збільшується його об'єм, покращується пористість та формостійкість (табл. 3).

Висновок.

Збагачення діабетичних хлібобулочних виробів з фруктозою цитратами цинку, магнію, кальцію та заліза або їхньої суміші, одержаними методом нанотехнології, сприяє інтенсифікації технологічного процесу, покращенню якості виробів, що свідчить про доцільність їхнього використання з метою суттєвого забезпечення організму хворих на цукровий діабет цими мінеральними речовинами.

Список використаної літератури.

1. Шатнюк, Л. Н. Обогащение хлебобулочных изделий микронутриентами: медико-гигиенические аспекты / Л. Н. Шатнюк // *Хлебопек.* - 2005. - № 2. - С. 26-28.
2. Дробот, В. І. Технологія хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот. - К.: "Логос", 2002. - 365с.
3. Арсеньєва, Л. Ю. Корекція мінерального складу хліба / Л. Ю. Арсеньєва, Л. О. Герасименко, М. М. Антонюк // *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства.* - 2003. - № 16. - С. 338-343.
4. Новинюк, Л. В. Цитрати - безопасные нутриенты / Л. В. Новинюк // *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки.* - 2009. - № 3. - С. 70-72.
5. Гуліч, М. П. Цитрати заліза, отримані аквананотехнологією: хімічна та біологічна характеристика, оцінка хімічної чистоти та біодоступності / М. П. Гуліч, Н. Л. Ємченко, Л. А. Томашевська та ін. // *Довкілля та здоров'я.* - 2011. - № 4. - С. 11-15.

Таблиця 3. Вплив окремих цитратів та їхньої суміші на якість готових виробів

Показники	Тісто з фруктозою	Тісто з фруктозою та цитратами				
		Zn	Mg	Ca	Fe	Суміш
Питомий об'єм, см ³ /100 г	2,98	3,16	3,14	3,04	3,02	3,13
Пористість, %	73	75	75	74	74	75
Формостійкість Н/Д	0,41	0,42	0,42	0,43	0,42	0,43
Кислотність, град	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0