

ТЕХНОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЦИТРАТІВ ТА СУЛЬФАТІВ ЦИНКУ І МАГНІЮ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Дробот В.І., Бондаренко Ю.В., Сімоновець І.М.

Національний університет харчових технологій

Каплуненко В.Г.

Державний науково-дослідний інститут нанотехнологій і ресурсозбереження

Серед фізіологічно-функціональних інгредієнтів, що надають харчовим продуктам оздоровчих властивостей важливе місце посідають мінеральні мікронутрієнти. Збагачення ними виробів повсякденного масового споживання є загально визнаною необхідністю, адже вони потрібні для нормального обміну речовин, забезпечення важливих функцій організму, захисту його від хвороб і несприятливих факторів довкілля. Щодо хлібобулочних виробів, то проблема нестачі в них таких мікронутрієнтів як мінеральні речовини стоїть дуже гостро, адже переробка зерна пшениці, жита на сортове борошно супроводжується суттєвими втратами цих біологічно активних речовин внаслідок видалення їх з оболонкою та зародком зерна.

На цей час для збагачення харчових продуктів мінеральними речовинами використовують в основному солі неорганічних кислот: карбонати, сульфати, фосфати, тощо, рідше органічних – лактати, цитрати. Проте мінерали в цій формі мають низьку біологічну доступність, тому засвоюються у незначній кількості.

У зв'язку з цим актуальною проблемою є одержання і використання нових форм макро- і мікроелементів з високою біодоступністю і мінімальним негативним впливом на якість збагаченого ними продукту.

Перспективним є використання хелатних (органічних) сполук мінеральних речовин, оскільки саме в такій хімічній формі вони присутні та функціонують в організмі.

Органічні кислоти утворюють з біогенними металами розчинні комплекси, що забезпечує кращу асиміляцію мінералів і в першу чергу це відноситься до цитратів біометалів. Останнім часом цитрати біометалів широко використовуються для збагачення харчових продуктів мінеральними речовинами. Вони безпечні, виявляють антиоксидантну дію, позитивно впливають на серцево-судинну та імунну системи організму. Мінеральні речовини у вигляді цитратів дозволені до використання і в продуктах для дитячого харчування.

Доведено, що застосування харчових добавок на основі цитратів калію, кальцію, магнію у хлібопекарському виробництві у кількості 0,7-1,5 % до маси борошна позитивно впливає на якість хліба за різних способів приготування тіста.

Відомі способи одержання цитратів металів класичними хімічними методами досить затратні і не завжди забезпечують необхідну хімічну чистоту цитратів.

З розвитком нанотехнологій розроблена технологія карбоксилатів карбонових кислот і перш за все цитратів практично всіх біогенних металів: заліза, цинку, магнію, селену, германію, міді, кобальту та інших, за якою за реакцією прямої взаємодії високохімічноактивних наночастинок з харчовою карбоною кислотою одержують карбоноксилати мікроелементів. Одержані за цією технологією цитрати абсолютно безпечні для організму, на відміну від використання високореакційноздатних наночастинок мікроелементів дія яких на організм людини до кінця не встановлена.

У разі збагачення виробів фізіологічно-функціональними інгредієнтами мають бути враховані не лише медико-біологічні, але і технологічні аспекти цього заходу з метою забезпечення належних споживчих властивостей виробів, адже солі біометалів в харчовій системі можуть виконувати і технологічні функції. Так, відомо, що карбонат кальцію знижує кислотність тіста. Сульфат заліза впливає на ліпідний комплекс борошна тощо.

Метою досліджень була порівняльна оцінка впливу цитрату і сульфату цинку та магнію на технологічний процес і якість хлібобулочних виробів.

Наша увага була приділена цим речовинам зважаючи на їх роль у попередженні розвитку низки неінфекційних захворювань. Так, недостатнє надходження до організму цинку зумовлює розвиток ендемічного зобу. Цей мікроелемент необхідний для синтезу і секреції інсуліну, що є важливим для запобігання захворювань на цукровий діабет. Магній є основним кофактором більшості ферментів вуглеводного обміну, має судинорозширювальну дію, що призводить до зниження артеріального тиску, підтримує нормальне функціонування скорочення і розслаблення серцевого м'яза. Тому збагачення цими біометалами хлібобулочних виробів вважається доцільним.

Під час проведення досліджень використовували цитрати одержані за допомогою нанотехнології. Було враховано, що за даними МОЗ України середня добова потреба організму людини у цинку складає 16 мг, магнію – 400 мг. Солі цих біометалів вносили під час замішування тіста з борошна вищого сорту в кількості, що забезпечує покриття 50 % добової потреби в цинку і магнію за умови споживання 277 г хліба. Тісто готували безопарним способом. Досліджувані солі вносили у вигляді водного розчину. Контрольним був зразок тіста без додання мінеральних солей.

Інтенсивність перебігу технологічного процесу залежить від підйимальної сили дріжджів. Підйимальну силу дріжджів у присутності цитратів і сульфатів цинку та магнію визначали стандартним методом. Встановлено, що присутність у тісті досліджуваних солей позитивно впливає на бродильну активність дріжджів, і в більшій мірі наноцитратів. Так, при доданні цитрату цинку підйимальна сила дріжджів покращилася на 11,4 %, цитрату магнію на 9,5 %, в той час як при доданні сульфату цинку на 7,6 %, а сульфату магнію на 5,7 %.

Покращання підйимальної сили дріжджів у присутності біометалів зумовлює підвищення інтенсивності бродіння тіста і пришвидшення

вистоювання тістових заготовок, про що свідчить підвищення газоутворення під час бродіння тіста і вистоювання тістових заготовок (рис. 1).

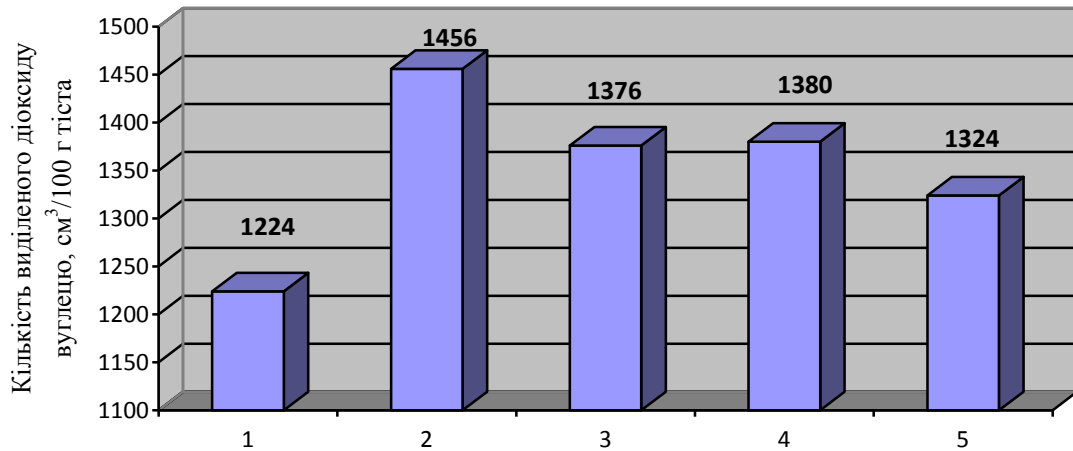
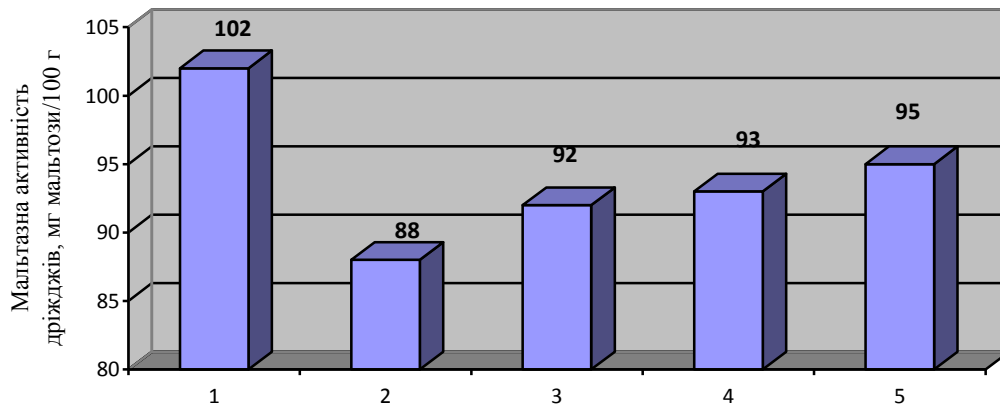
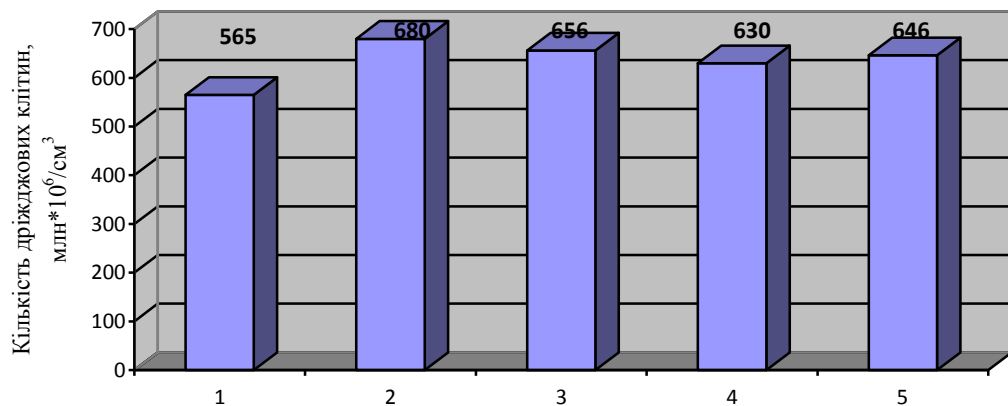


Рис.1 Сумарне газоутворення за період бродіння і вистоювання тістових заготовок: 1 – контроль; 2 – з цитратом цинку; 3 – з сульфатом цинку; 4 – з цитратом магнію; 5 – з сульфатом магнію.

Так, за час бродіння і вистоювання тістових заготовок виділилося більше діоксиду вуглецю з цитратом цинку на 18,9 %, магнію – 12 %, в той час як з сульфатом цинку – 12,4 %, а сульфатом магнію – 8,2 %, порівняно з контролем. Таким чином, внаслідок збагачення живильного середовища біометалами підвищується інтенсивність бродіння тіста. Проте позитивний вплив цитратів більше виражений, ніж сульфатів. Це, очевидно, зумовлено здатністю іонів досліджуваних металів підвищувати активність ферментів дріжджової клітини та синтез нею α -глюкозидази, яка гідролізує мальтозу до глюкози, що призводить до інтенсифікації процесу бродіння після зброджування дріжджами власних цукрів борошна, а також інших ферментів, необхідних для життєдіяльності дріжджової клітини і накопичення дріжджової біомаси в тісті (рис. 2).



а



б

Рис. 2 Вплив цитратів та сульфатів цинку і магнію на: а – мальтазну активність дріжджів; б – вміст дріжджових клітин у тісті через 3 год бродіння; 1 – контроль; 2 – з цитратом цинку; 3 – з сульфатом цинку; 4 – з цитратом магнію; 5 – з сульфатом магнію

Аналіз даних, щодо впливу досліджуваних біометалів у формі цитратів та сульфатів на бродильну активність та життєдіяльність дріжджів свідчить, що цитрати в більшій мірі ніж сульфати справляють позитивний вплив на дріжджову клітину. Цинк як у формі цитрату, так і формі сульфату, порівняно з магнієм у більшій мірі інтенсифікує бродильну активність дріжджів. Внесені у тісто мінеральні речовини взаємодіють з його біополімерами, що має певним чином впливати на структурно-механічні властивості тіста.

Вплив солей цинку та магнію на структурно-механічні властивості тіста визначали за фаринографом та газоутримувальною здатністю.

Встановлено (табл. 1), що досліджувані мінеральні речовини не впливають на водопоглинальну здатність тіста, цинк і магній у формі цитратів покращують еластичність тіста, незначно збільшують його розрідження, у формі сульфатів спостерігається така ж закономірність, але у меншій мірі.

Таблиця 1 – Реологічні властивості тіста за фаринографом

Показники	Контроль	Тісто з внесенням			
		цитрату цинку	сульфату цинку	цитрату магнію	сульфату магнію
Водопоглинальна здатність, %	56,8	56,7	56,9	56,6	56,2
Час утворення тіста, хв	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Еластичність (пружність), од.ф.	90	100	95	100	90
Розрідження, од.ф.	64	70	68	72	66

Дослідженнями впливу солей цинку та магнію на якість виробів встановлено (табл. 2), що за їх використання питомий об'єм хліба практично не змінюється.

Таблиця 2 – Вплив цитратів і сульфатів цинку та магнію на якість виробів

Показники	Контроль	З доданням			
		цитрату цинку	сульфату цинку	цитрату магнію	сульфату магнію
Тісто					
Кислотність кінцева, град.	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Тривалість вистоювання тістових заготовок, хв	60	52	55	56	58
Хліб					
Питомий об'єм, см ³ /г	2,76	2,85	2,81	2,78	2,75
Пористість, %	76	78	77	78	76
Формостійкість, Н/Д	0,46	0,43	0,44	0,44	0,45
Кислотність, град.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Стан поверхні та забарвлення	Гладка	
	Золотисте	Золотисто-коричнєве
Смак і аромат	Притаманні хлібобулочними виробам	

Покращується забарвлення скоринки, пористість м'якушки збільшується при доданні цитрату цинку на 2 %, сульфату цинку на – 1 %, цитрату магнію – на 1 %, що пов'язано з підвищенням інтенсивності бродіння та збільшенням газоутримувальної здатності тіста внаслідок покращання його еластичності. За використання сульфату магнію пористість хліба була ідентична пористості контрольного зразка, формостійкість подового хліба незначно знижується. Смак і аромат хліба не змінюються.

Висновок. Солі цинку та магнію у формі як цитратів, так і сульфатів позитивно впливають на перебіг технологічного процесу та якість хлібобулочних виробів. Проте цитрати цих біометалів більш активні в тістовій системі, ніж сульфати. Внаслідок цього інтенсивність перебігу технологічного процесу і якість виробів при доданні цитратів як цинку так і магнію вищі ніж за використання сульфатів. Отже, збагачення хлібобулочних виробів цитратами цинку та магнію, одержаними методом нанотехнології сприятиме інтенсифікації технологічного процесу, покращання органолептичних показників якості та суттєвому поліпшенню забезпеченості організму мінеральними речовинами, надання їм оздоровчих властивостей.

Література

1. Гулич, М.П. Здоровье человека: научные основы питания / М.П. Гулич, О.М. Марзеева // Здоровье Украины. – 2003. – № 62. – С. 32-36
2. Коденкова, В.М. Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами: их роль в обеспечении организма микронутриентами / В.М. Коденкова, О.П. Вржесинская // Вопросы питания. – 2008. – № 4, Т. 77. – С. 16-25

3. Смулчев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Смулчев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2004. – 547 с.
4. Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів / А.М. Сердюк, М.П. Гуліч, В.Г. Каплушенко, Н.В. Косімов // Академія медичних наук України. – 2010. – № 1, Т.16. – С. 107-114.
5. Нанотехнології мікронутрієнтів: питання безпеки та біотичності наноматеріалів при виробництві харчових продуктів / А.М. Сердюк, М.П. Гуліч, В.Г. Каплушенко, Н.В. Косімов // Академія медичних наук України. – 2010. – № 3, Т.16. – С. 467-471.