

**ФРУКТОЗА ТА ЛАКТУЛОЗА – ПЕРСПЕКТИВНІ
ЦУКРОЗАМІННИКИ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

На цей час серед хвороб, захворювання на які щорічно зростає, є цукровий діабет і дисбактеріоз. Саме тому в усьому світі проводяться наукові дослідження з виробництва та застосування замінників цукру і пребіотиків – речовин, які стимулюють активність корисної мікрофлори кишечника.

Для надання виробам солодкого смаку використовують цукрозамінники – речовини, які подібно цукру беруть участь в утворенні структури напівфабрикатів і готових виробів, і підсолоджувачі природного або синтетичного походження, які лише забезпечують солодкий смак продукту (стеіозид, сахарин, аспартам та інші). В якості цукрозамінників здебільшого використовують спирти – поіоли (сорбіт, ксиліт, лактит та інші).

Останнім часом у зв'язку з розширенням промислового виробництва фруктози зріс інтерес до цього сахариду як до цукрозамінника.

Фруктоза у кристалічному стані відома як β -D-фруктопіраноза. Солодкість фруктози – 1,5–1,7 по відношенню до цукру білого (сахарози), глікемічний індекс – 20, тоді як цукру – 60, калорійність – 3,7 ккал/г. Фруктоза засвоюється без участі гормону – інсуліну, тому не перевантажує підшлункову залозу, що сприяє покращанню здоров'я. Рекомендована ФАО/ВООЗ доза її споживання 0,5–1,0 г на один кілограм маси тіла, тобто в середньому 35–70 г за добу. Це створює можливість вживати фруктозу як здоровим людям, так і хворим на діабет.

Відомим у світі пребіотиком є дисахарид лактулоза, визнаний «біфідус фактором № 1». Лактулоза має солодкість таку ж, як сорбіт – 0,5–0,6

порівняно з сахарозою і може розглядатися як цукрозамінник з пребіотичними властивостями. Міжнародна непатентована назва лактулози 4-0- β -галактопіранозил-D-фруктоза. Виробляють її з молочної сироватки. Молекула лактулози складається із залишків фруктози і галактози, сполучених між собою β -глюкозидними зв'язками.

На ринок лактулозу поставляють у вигляді сиропу концентрацією 67 % і в кристалічній формі з вмістом лактулози 99,8 %. Лактулоза має низький глікемічний індекс, не метаболізується в тонкому кишечнику, в товстому використовується його мікрофлорою як джерело енергії, що стимулює розвиток захисної мікрофлори кишечника – біфідо- і лактобактерій, сприяє активізації імунітету, синтезу вітамінів [1, с. 422–426].

На цей час лактулозу використовують у лікуванні дисбактеріозу. Добова профілактична норма лактулози, рекомендована медико-біологічними дослідженнями, 2–10 г на добу [2, с. 35–36].

Лактулоза не викликає гіперглікемії та забезпечує пребіотичну дію.

Введення в рецептуру хлібобулочних виробів лактулози з одночасною заміною цукру фруктозою дає можливість створити продукт нового покоління як для дієтичного, так і для оздоровчого харчування [3, с. 34–35].

Мета досліджень – визначити вплив фруктози, лактулози та їх композицій на якість виробів та з'ясувати особливості перебігу процесу бродіння тіста і формування його структурно-механічних властивостей за присутності цих сахаридів.

При визначенні впливу цукрозамінників на технологічний процес і якість виробів проводили пробні випікання. Зразки готували за рецептурою, кг: борошно пшеничне першого сорту – 100, дріжджі пресовані – 3, сіль кухонна – 1,5, цукор білий кристалічний – 6, олія – 3. Готували зразки з цукром, з еквівалентною кількістю фруктози, лактози, а також із композицією фруктози та лактулози за співвідношення 3:1 (4,5 кг фруктози та 1,5 кг лактулози) і 1:1 (3 кг фруктози та 3 кг лактулози). За такого

співвідношення розрахункова солодкість композицій була 1,1 і 1,35, відповідно, тобто більшою за солодкість цукру. При цьому забезпечується вміст лактулози 1,15 та 2,3 г у 100 г продукту, що має бути достатнім, щоб вироби мали пребіотичні властивості.

Тісто готували безопарним способом, тривалість дозрівання – 170 хв, розробляли його вручну, тістові заготовки вистоювалися до готовності. Випікання проводили в електропечі ЕШ-1.

Результати досліджень наведено в табл.1.

Таблиця 1

Показники якості виробів з цукром і цукрозамінниками

(n = 3, p ≤ 0,05)

Показники	Дозування, % до маси борошна				
	цукор білий кристалічний - 6	фруктоза - 6	лактоза - 6	фруктоза – 4,5 лактоза – 1,5	фруктоза – 3 лактоза – 3
<i>Тісто</i>					
Кислотність кінцева, град.	2,4	2,4	2,5	2,4	2,5
Тривалість вистоювання, хв	50	55	70	60	65
<i>Хліб</i>					
Питомий об'єм, см ³ /г	3,22	3,18	2,83	3,12	2,98
Формостійкість, Н/Д	0,40	0,38	0,36	0,37	0,36
Пористість, %	78	78	74	77	76
Кислотність, град	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0
Стан поверхні	Гладка, без тріщин і підривів				
Забарвлення скоринки	Золотиста		Золотисто-коричнева		

Продовження табл. 1

Стан м'якушки	Еластична				
Структура пористості	Середня рівномірна				
Смак	Відчуття солодкість		Солодкість слабо виражена	Відчуття солодкість	
Аромат	Притаманний булочним виробам				
Загальна деформація м'якушки, од. пенетрометра					
через 4 год	82	88	76	84	80
через 48 год	43	53	41	49	45
Збереження свіжості, %	52	60	54	58	56

Встановлено (табл. 1), що цукрозамінники практично не впливають на кислотність тіста за однакової тривалості його бродіння. Проте в тісті з фруктозою порівняно з тістом із цукром незначно зменшується кількість молочної кислоти (на 2 %), збільшується сума яблучної та бурштинової кислот, а також лимонної та винної (на 5–8 %). У тісті з лактулозою молочної кислоти більше на 2,6 %, вміст лимонної та винної кислот практично такий же, як у тісті з цукром, а яблучної та бурштинової – менший на 2,5 %.

Це можна пояснити особливостями життєдіяльності мікрофлори тіста в середовищі з різними цукрами.

Тривалість вистоювання тістових заготовок подовжується: з фруктозою – на 5 хв, з лактулозою – на 20 хв, з композиціями фруктози з лактулозою – на 10–15 хв.

Якість виробів із фруктозою була практично ідентичною якості виробів з цукром, проте формостійкість їх була дещо меншою.

Вироби з лактулозою за питомим об'ємом на 12 % поступалися виробам з цукром, мали на 4 % меншу пористість, на 10,3 % формостійкість. За умови використання композицій фруктози з лактулозою якість виробів поліпшувалася тим краще, чим більше фруктози містилося в композиції.

Скоринка виробів з цукрозамінниками була яскравіше забарвлена, ніж з цукром, що зумовлено більшою реакційною здатністю фруктози в реакції меланоїдиноутворення.

Найбільше виражену солодкість мали зразки з фруктозою, солодкість зразків із лактулозою відчувалася незначно, а з композицією цукрозамінників була ідентичною зразкам із цукром.

Встановлено також, що заміна цукру фруктозою та композицією її з лактулозою зумовлює уповільнення черствіння виробів.

Для з'ясування причин подовження тривалості вистоювання тістових заготовок і зменшення об'єму та формостійкості зразків із цукрозамінниками визначали їх вплив на підймальну силу дріжджів та інтенсивність бродіння тістових напівфабрикатів за кількістю виділеного діоксиду вуглецю за час бродіння тіста та вистоювання тістових заготовок.

Встановлено, що за присутності цукрозамінників підймальна сила дріжджів погіршується на 2-3 хв, що пояснюється збільшенням осмотичного тиску в рідкій фазі тіста внаслідок більшої, ніж у цукру адсорбційної здатності цукрозамінників.

Із тіста, яке містить цукрозамінники, виділилося менше CO_2 : з фруктозою – на 6 %, з лактулозою – на 48 %, з композиціями – на 13 та 19 %.

Меншу інтенсивність бродіння тістових напівфабрикатів із фруктозою можна пояснити тим, що фруктоза зброджується дріжджами лише після ізомеризації її ферментом фруктоізомеразою в глюкозу, а цей фермент є індукованим.

Значне подовження тривалості вистоювання та зменшення газоутворення в тісті з лактулозою пов'язано з тим, що лактулоза не зброджується дріжджами і пригнічує їх життєдіяльність. За умови використання лактулози в композиції з фруктозою тривалість вистоювання скорочується тим значніше, чим більше фруктози міститься в композиції, що позитивно впливає на формування об'єму та пористість виробів з цією композицією.

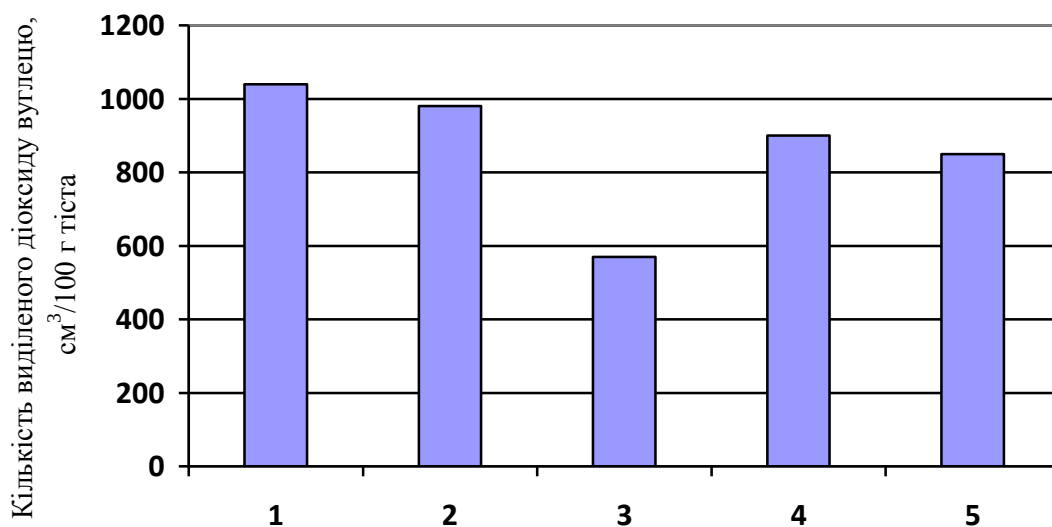


Рис. 1. Газоутворювальна здатність тіста з цукром і цукрозамінниками: 1 – з цукром, 2 – з фруктозою, 3 – з лактулозою, 4 – з фруктозою і лактулозою (3:1), 5 – з фруктозою і лактулозою (1:1)

Оскільки об'єм тістових заготовок і готових виробів залежить від здатності клейковинного каркасу тіста утримувати діоксид вуглецю, який виділяється під час бродіння, досліджували вплив цукрозамінників на кількість і якість клейковини, відмитої з тіста, яке містило 6 % цукру білого кристалічного до маси борошна і адекватної кількості цукрозамінника.

Встановлено (табл. 2), що з тіста із цукрозамінниками відмивалося менше клейковини, проте гідратаційна здатність її значно збільшувалася, зменшувалася пружність і підвищувалася розтяжність.

Зменшення кількості клейковини та її пружності можна пояснити більшою, ніж цукру, дегідратуючою здатністю як фруктози, так і лактулози, а також тим, що досліджувані цукрозамінники утворюють з білками борошна комплекси, частина яких не відмивається у вигляді клейковини.

Таблиця 2

Кількість і якість клейковини в тісті з цукром та цукрозамінниками

Показники	Внесено в тісто, % до маси борошна				
	цукор білий кристалічний - 6	фруктоза - 6	лактулоза - 6	фруктоза – 4,5 лактулоза – 1,5	фруктоза – 3 лактулоза – 3
Кількість клейковини, %	27,18	26,84	26,22	25,92	25,46
Гідратаційна здатність, %	170	186	178	182	180
Пружність, од. приладу ИДК	68	92	83	86	82
Розтяжність, см	15	16	15,5	16	15,2

Покращання еластичності клейковини у разі використання цукрозамінників має позитивно впливати на структурно-механічні властивості тіста. Для підтвердження цього припущення за допомогою фаринографа визначали водопоглинальну здатність, еластичність і розрідження тіста, яке містило 6 % цукру білого кристалічного до маси борошна, та тіста з еквівалентною кількістю сахарози, фруктози, композицій фруктози та лактулози.

Встановлено (рис. 2), що за однакової консистенції 500 од. приладу водопоглинальна здатність борошна у разі замішування тіста з фруктозою

зменшується на 9,2 %, з лактулозою – на 3,6 %, порівняно з цукром, внаслідок більшої гідратаційної здатності цих сахаридів, що зумовлює збільшення вільної води в тісті, краще набухання білків. Еластичність тіста з фруктозою більша, ніж з цукром, на 15 %, з лактулозою – на 6 %, а розрідження – на 17 і 8 %, відповідно.

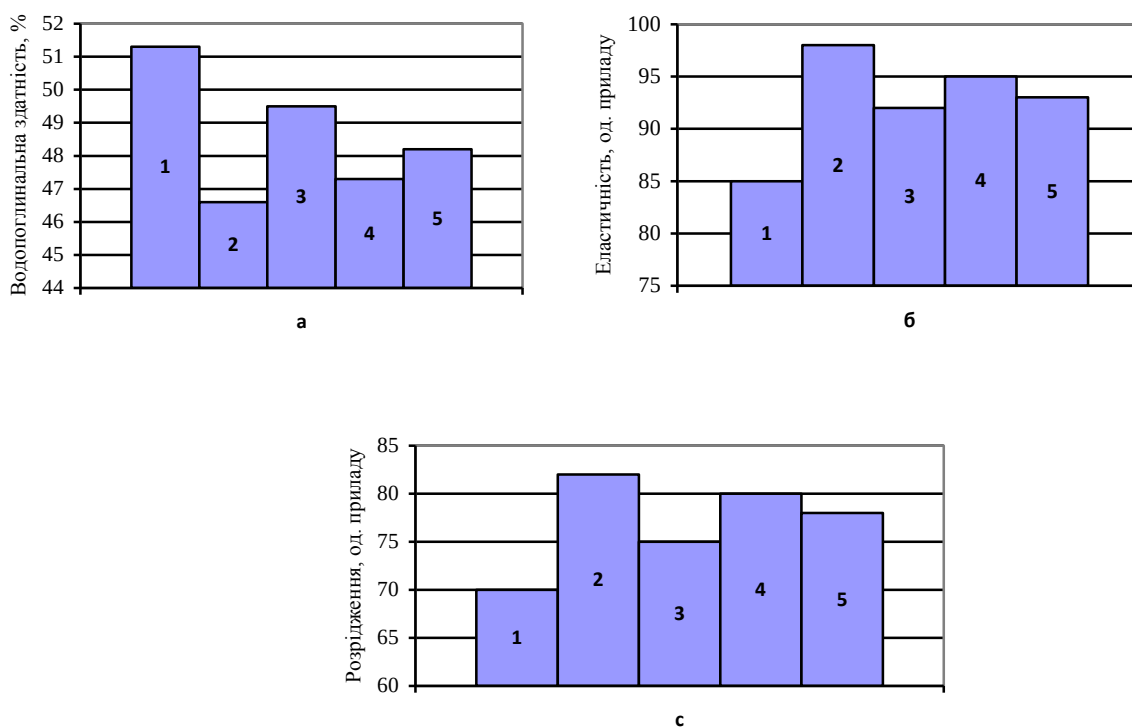


Рис. 2. а – водопоглинальна здатність; б – еластичність; с – розрідження тіста: 1 – з цукром, 2 – з фруктозою, 3 – з лактулозою, 4 – з композицією фруктози (4,5 %) і лактулози (1,5 %), 5 - з композицією фруктози (3 %) і лактулози (3 %)

Збільшення еластичності та розрідження тіста спостерігається також за умови заміни цукру композиціями фруктози та лактулози.

Отже, використання досліджуваних цукрозамінників зумовлює зменшення пружності клейковини, покращання еластичності тіста, що за більш низького газоутворення позитивно впливає на розвиток об'єму виробів, стан м'якшкості та забезпечує хороші смакові якості.

Незначне розрідження тіста суттєво не впливає на формостійкість виробів. Завдяки високій гідратаційній здатності фруктози та лактулози вироби, які містять ці цукрозамінники, довше зберігають свіжість, ніж вироби з цукром.

Результати досліджень доводять доцільність використання фруктози і композицій її з лактулозою у виготовленні хлібобулочних виробів діабетичних, а також діабетичних з пребіотичними властивостями.

Література

1. Bouhnsk Y., Attar L., Joly G.A., Riottot M., Dyard F., Florie B. Lactulose ingestion increases faecal bifidobacterial counts: a randomized double – blind study in healthy humans // Eur j clin Nutr. 2004. Vol. 58. № 3. P. 422–426.

2. Храмцов А.Г. Обогащение хлебобулочных и кондитерских изделий лактулозой из молочного сырья / А.Г. Храмцов // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 3. – С. 35–36.

3. Леонов В.Ю. Лактулоза: диапазон использования в пищевой промышленности / В.Ю. Леонов // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2011. – № 10. – С. 34–35.