

Навряд чи знайдеться ефективніший збагачувач хліба, ніж молочний казеїн

Іщенко Т.І.
Шидловська О.Б.
Ткачук Ю.М.
Доценко В.Ф.

Над проблемою підвищення харчової та біологічної цінності хліба, надання йому функціональних властивостей в останні десятиліття працює багато науковців. Дана мета здебільшого досягається за рахунок збагачення хлібобулочних виробів натуральними нетрадиційними продуктами, що містять значну кількість біологічно активних речовин.

Одним із напрямків покращення біологічної цінності хліба є додавання до нього білка іншого виду. Природнім білком, що може суттєво підвищувати вміст незамінних амінокислот у хлібобулочних виробах є білок молока – казеїн.

Казеїн – складний білок молока, що відноситься до групи фосфопротеїдів. У молоці знаходиться у вигляді легкорозчинної кальцієвої солі. Середній вміст казеїну (α , β та інші фракції) в молоці складає 3%.

Виділяють два види харчового казеїну: кислотний, що отримують коагуляцією білків знежиреного коров'ячого молока під дією молочної або соляної кислот та ферментний, який одержують коагуляцією білків знежиреного коров'ячого молока за допомогою молокозсідальних ферментних препаратів або пепсинів.

В наших дослідженнях використовувався кислотний харчовий казеїн, отриманий за ТУ 15.5-23624594-002:2008 на ЗАТ "Лакталіс – Миколаїв". Це білий амфотерний порошок без смаку і запаху, хімічно чистий, нешкідливий та фізіологічно переносний для організму людини.

Розробка технології використання казеїну в хлібопеченні ґрунтувалася на вивченні закономірностей змін якісних характеристик напівфабрикатів та готової продукції в залежності від дозування казеїну, підготовки його до виробництва, способу приготування тіста.

Огляд науково-технічної літератури та аналіз основних тенденцій розвитку хлібопекарної промисловості дозволили вибрати максимально можливе дозування продукту.

Вплив харчового казеїну на технологічний процес виробництва хліба та його якість визначали при проведенні пробного випікання. Тісто готували з пшеничного борошна першого сорту безопарним способом. Дозування білка складало 4, 6 та 8% до маси борошна в тісті. Казеїн вносили з попереднім його диспергуванням у воді.

Результати, які представлені в табл.1, свідчать про те, що внесення в тісто казеїну зі збільшенням його дозування не сприяє інтенсифікації газоутворення в тісті та зростанню питомого об'єму, пористості хліба. Зниження виділення діоксиду вуглецю по відношенню до контролю складає 8,1-13,5%, а питомого об'єму та пористості хліба відповідно – 1,7-5,8% і 2,7-5,4%. Ймовірно, це пов'язано з високою буферністю молочного білка, внаслідок чого рН тіста залишається у межах, при яких дія амілолітичних ферментів та накопичення необхідних для бродіння водорозчинних вуглеводів обмежені, що і являється суттєвою причиною зниження інтенсивності бродіння тіста.

Таблиця 1

Вплив казеїну на якісні показники тіста та готових виробів

Показники	Контроль (без добавок)	При додаванні казеїну, % до маси борошна в тісті		
		4	6	8
Тісто				
Титрована кислотність, град.				
- поч.	1,8	2,6	2,8	3,0
- кін.	2,8	3,6	3,8	4,0
рН				
- поч.	5,53	5,37	5,24	5,10
- кін.	5,34	5,27	5,08	4,97
Розпливаємість, %	198	190	186	184
Тривалість вистоювання, хв.	60	52	56	59
Газоутворення, см³/100г				
- тіста	370	390	340	320
- при вистоюванні	150	175	145	135

Хліб				
Питомий об'єм, см ³ /100г	295	318	290	278
Кислотність, град.	2,3	3,1	3,3	3,5
Пористість, %	74	76	72	70
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,42	0,43	0,44
Загальна деформація м'якушки, од. пенетрометра				
- через 1 добу	105	109	98	96
- через 2 доби	88	95	85	82
Крихкуватість, %				
- через 1 добу	1,3	1,3	1,2	1,2
- через 2 доби	4,0	4,1	3,9	3,8

Аналіз даних щодо впливу казеїну на реологічні властивості тіста свідчить про те, що в'язкість тіста зі збільшенням дозування молочного білка підвищується, про що свідчить зменшення на 4,0 – 7,1 % розпливання кульки тіста.

Для перевірки цих результатів досліджували зміни структурно-механічних характеристик тіста на фаринографі в залежності від дозування казеїну (табл. 2).

Таблиця 2

Показники фаринограм тіста

Назва	ВПЗ, %	Час утворення стійкості тіста, хв	Пружність тіста од.фар.	Розрідження тіста од.фар.
Контроль № 1	54,6	1,5	50	60
Контроль № 2 (5% СЗМ)	53,2	2,0	45	60
Казеїн 4%	56,4	2,0	60	55
Казеїн 6%	57,8	2,5	70	50
Казеїн 8%	58,4	2,5	80	50

В досліді використовували пшеничне борошно першого сорту, сухе знежирене молоко (СЗМ), молочні білок – казеїн (4,6, 8 % до маси борошна). Контролем слугувало тісто без добавок та тісто з додавання 5% СЗМ. Отримані на фаринографі дані підтвердили що казеїн суттєво впливає на реологічні властивості тіста – значно підвищується волопоглинальна його здатність (від 3,3 до 6,96 %) і зменшується розрідження тіста на 8,33 – 16,7

%. Це зумовлено здатністю казеїну набухати і утримувати вологу. Сухе знежирене молоко зменшує водопоглинальну здатність тіста за рахунок дегідратуючої дії молочного цукру – лактози.

Зміни структурно-механічних властивостей тіста корелюють зі зміною характеристик клейковини, яку одержували з тіста збагаченого казеїном.

В якості контролю було обрано клейковини, одержані із тіста без добавок та із тіста, збагаченого 5% сухого знежиреного молока, яке може вноситись при приготуванні в максимальній кількості без поліпшувачів (табл. 3)

Таблиця 3.

Вплив казеїну та ПАР на кількість та якість клейковини

Показники	Контроль № 1	Контроль № 2(СЗМ 5%)	З казеїном 8 %	З казеїном 8 % і ПАР
Вміст сирової клейковини, %				
-поч.	28,7	23,8	23,5	23,9
-кін.	30,2	26,4	26,1	26,7
Гідратація, %				
-поч.	160	210	230	232
-кін.	194	248	256	259
Пружність на приладі ІДК, од. приладу				
-поч.	50	70	78	77
-кін.	72	84	89	86
Розтяжність, см				
-поч.	9	10	10	11
-кін.	13	12	11	13
Вміст сухої клейковини, %				
-поч.	11,04	7,58	7,33	7,50
-кін.	10,27	7,75	7,21	7,41

Отримані дані свідчать про те, що додавання СЗМ і казеїну призводить до зменшення вмісту сирої клейковини, як відразу після замішування тіста (на 16,7%), так і через три години його бродіння (на 11,6 %).

Ця закономірність підтверджується прямою кореляційною залежністю змін вмісту сухої клейковини.

При цьому молочні продукти підвищують гідратацію клейковини (початкову на 45%, кінцеву на 33,5%), вона розслабляється про що свідчать дані досліджень на приладі ІДК, розтяжність клейковини збільшується.

Слід підкреслити, що додавання ПАР позитивно впливає на зміну вищезазначених характеристик: підвищується розтяжність і пружність клейковини, збільшується її гідратація, спостерігається тенденція до підвищення виходу як сирої так і сухої клейковини, що очевидно, слід пов'язувати зі здатністю ПАР утримувати між собою розосереджені часточки клейковини при її відмиванні.

Таким чином, за умов підвищення дозувань казеїну є технологічно обґрунтованим використання ПАР.

В подальших дослідженнях, спочатку визначили оптимальне дозування казеїну розрахунковим шляхом за допомогою проектувальної програми "ОРТІМА". Теоретичні розрахунки по індексу якості білків хліба показали, що найбільш ефективним є додавання молочного білка в кількості 7-8% до маси борошна в тісті.

Дослідили зміни вмісту білка та його амінокислотного складу при збагаченні хліба казеїном (8% до маси борошна в тісті) виявили, що за вмістом лізину (в 2,01 рази), метіоніну (в 2,13 раз), триптофану (в 1,10 рази), тобто амінокислот, що є лімітуючими у білках зернових, а також за вмістом треоніну (в 1,22 рази), валіну (в 1,28 рази), ізолейцину (в 1,29 рази), лейцину (в 1,16 рази), та тирозину (в 1,17 рази) готова продукція з молочним білком значно перевершує звичайні хлібобулочні вироби (табл.4). Це пояснюється кращим амінокислотним складом самого досліджуемого продукту.

Додавання казеїну до рецептури хліба сприяє не тільки збільшенню загальної кількості білка, але й, вочевидь, більш повному засвоюванню рослинного білка, оскільки відомо, що глютенін пшениці через дефіцит лізину засвоюється організмом не більше, ніж на 50%. До того ж, зростання кількості лізину здійснює позитивний вплив і на процеси кровотворення, підвищуючи загальне число еритроцитів та збільшуючи вміст в них гемоглобіну.

Отож, підвищення у хлібобулочних виробих з молочним білком вмісту важливих амінокислот та збільшення їх засвоюваності свідчить про корисність даних виробів як для організму дорослих, так і дітей.

Між тим підвищення дозування казеїну та його пряме додавання в тісто ускладнює технологічний процес – змінюється бродильна активність дріжджів, погіршуються структурно-механічні властивості тіста, знижується якість готових виробів, зосередилися на заходах, які змогли б нівелювати негативну дію високої кількості молочних білків. Аналіз літературних даних показав, що в разі використання молочних продуктів ефективними поліпшувачами можуть виступати поверхнево-активні речовини (ПАР).

Серед декількох випробуваних ПАР найбільш ефективними виявилися аніонактивні – ефіри моно- і дигліцеридів винної та жирних кислот, змішані ефіри гліцерину з винною, оцтовою та жирними кислотами, лактилати кальцію та натрію. При проведенні пробних випікань дозування ПАР вибирали згідно рекомендацій виробника (в межах 0,3-0,6% до маси борошна). За впливом на якість тіста та готових виробів кращими виявилися ефіри моно- і дигліцеридів винної та жирних кислот [Е 472] із дозуванням 0,5 % до маси борошна.

Таблиця 4

Амінокислотний склад білків казеїну та біологічна цінність виробів з ним

Амінокислоти	Пшеничне борошно		Харчовий казеїн		Хліб без добавок		Хліб з додаванням 8% казеїну	
	вміст, %	амінокислотний скор, %	вміст, %	амінокислотний скор, %	вміст, %	амінокислотний скор, %	вміст, %	амінокислотний скор, %
Лізин	1,84	34,00	6,75	124,00	2,10	38,00	4,30	79,00
Гістидин	0,90		2,19		1,44		1,95	
Аргінін	1,50		1,81		1,27		1,65	
Асп. Кисл.	4,70		6,34		5,49		5,60	
Триптофан	1,03	1,03	1,19	1,19	0,99	0,99	1,09	1,09
Треонін	2,50	63,00	3,95	100,00	2,47	63,00	3,05	77,00
Серін	4,12		4,92		4,50		4,84	
Глут. Кисл.	41,33		25,30		41,08		33,65	
Пролін	11,33		9,20		9,06		9,23	
Гліцин	4,31		2,71		5,18		4,20	
Аланін	4,83		2,80		3,22		3,34	
Цистін*	1,53		1,21		1,50		1,15	
Валін	4,57	92,00	5,87	119,00	3,71	75,00	4,75	96,00
Метіонін*	0,84	37,00	2,60	110,00	1,05	38,00	1,67	81,00
Ізолейцин	3,30	83,00	3,96	100,00	2,77	70,00	3,57	90,00
Лейцин	7,30	105,00	8,95	129,00	6,99	101,00	8,08	117,00
Тирозин	1,68	94,00	5,40	173,00	2,47	121,00	3,42	141,00
Фенілаланін	3,88		4,86		4,70		4,96	
Сумма	100,00		100,00		100,00		100,00	

* - скор метіоніну вираховується за сумою метіону і цистіну

Для наочного доказу ефективності додавання ПАР до хліба з підвищеним вмістом казеїну (до 8% до маси борошна в тісті) вивчено їх сумісний вплив на технологічні показники процесу виробництва хліба і його якість.

Попередньо проведені дослідження по вишукуванню найбільш раціонального способу додавання казеїну в тісто підтвердили те, що для зниження негативної дії молочних білків на перебіг процесів, які відбуваються при бродінні напівфабрикатів, казеїн необхідно вносити до тіста у відновленому вигляді. Відновлення даний продукт досягає при змішуванні його з водою у співвідношенні 1:2 з послідуочим внесенням ПАР та подальшим диспергуванням суміші протягом 5 хв.

Отже, тісто готували з пшеничного борошна першого сорту безопарним способом. Білковий збагачувач вносили у відновленому стані.

Встановлено (табл.5), що газоутворення в тісті з казеїном та ПАР активізувалося в порівнянні з контролем на 2,7%. Зразки хліба з молочним білком та ПАР характеризувалися більш високим питомим об'ємом (5,4%), формостійкістю подових сортів (9,8%) та добре розвиненою, рівномірною структурою пористості. Сумісне застосування казеїну та ПАР сприяло також й уповільненню процесу черствіння готової продукції. Дані вироби характеризувалися більш високими показниками пружно-еластичних властивостей м'якушки на протязі 2 діб.

Таблиця 5

Вплив казеїну та ПАР на технологічний процес виробництва хліба та показники його якості

Показники	Контроль (без добавок)	При додаванні, % до маси борошна в тісті		
		5% СЗМ	8% казеїну	8% казеїну та 0,5% ПАР
Тісто				
Титрована кислотність, град.				
- поч.	1,8	3,1	3,0	3,2
- кін.	2,9	4,2	4,0	4,3
pH				
- поч.	5,54	5,13	5,15	5,12
- кін.	5,35	4,97	5,00	4,96

Розпливаємість, %	196	189	187	186
Тривалість вистоювання, хв.	60	60	59	58
Газоутворення, см³/100 г				
- тіста	370	326	320	380
- при вистоюванні	150	142	135	165
Хліб				
Питомий об'єм, см³/100г	294	285	278	310
Кислотність, град.	2,2	2,8	3,3	3,3
Пористість, %	74	71	70	75
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,42	0,43	0,45
Загальна деформація м'якушки, од. пенетрометра				
- через 1 добу	106	102	96	111
- через 2 доби	86	85	82	92
Крихуватість, %				
- через 1 добу	1,4	1,3	1,2	1,5
- через 2 доби	4,2	4,0	3,8	4,5

Однак, з'ясувалося, що за високих буферних властивостей казеїну титрована кислотність тіста зростала стрімко, у той час як активна змінювалася несуттєво, що є небажаним фактором для життєдіяльності дріжджів.

У зв'язку з цим, було запропоновано виробляти тісто з казеїном та ПАР у два етапи. На першому етапі – готується бездріжджовий напівфабрикат з частини борошна (10% від загальної маси борошна), рецептурної кількості білків, ПАР та частини води з витримуванням його впродовж 1 години; на другому – замішується тісто згідно рецептури з використанням підготовленого бездріжджового напівфабрикату. Також до бездріжджового напівфабрикату додають 0,3% лимонної кислоти з метою створення в тісті рН, необхідного для найбільш повного перебігу біохімічних, мікробіологічних та колоїдних процесів.

Для визначення ефективності виробництва хліба із застосуванням бездріжджового напівфабрикату провели ряд дослідів. Тісто готували з пшеничного борошна першого сорту безопарним способом, на великій густій опарі, диспергованій фазі та бездріжджовому напівфабрикаті. У всіх випадках додавали 8% казеїну і 0,5% ПАР.

Основним критерієм у виборі найбільш оптимальної схеми приготування тіста була якість готової продукції.

Отриманні дані (табл.6) показали перевагу приготування тіста з казеїном на бездріжджовому напівфабрикаті. Хліб за питомим об'ємом та структурою пористості м'якушки переверщував зразки, які були виготовлені безопарним способом, на великій опарі та диспергованій фазі відповідно на 1,4%, 7,9% і 4,2% та 1,4%, 7,1% і 4,2%. При органолептичній оцінці у виробів з казеїном відзначається більш тонкий і ніжний смак та аромат.

Таблиця 6

Вплив способу приготування тіста на якість хліба з казеїном та ПАР

Показники	Спосіб приготування тіста			
	Безопарний	На великій густій опарі	На бездріжджовому напівфабрикаті	На диспергованій фазі
Питомий об'єм, см ³ /100г	296	278	300	288
Кислотність, град.	2,8	3,4	3,4	3,0
Пористість, %	74	70	75	72
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,44	0,42	0,42
Загальна деформація м'якушки, од. пенетрометра				
- через 1 добу	104	96	112	104
- через 2 доби	87	83	94	90

Вочевидь, при запропонованому способу тістоприготування скорочується контакт білкової добавки із тістом, створюються сприятливі умови для життєдіяльності бродильної мікрофлори, що забезпечує відповідне газоутворення та кислотонакопичення у тісті.

Для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста бездріжджовий напівфабрикат добавляли в тісто при його посиленій механічній обробці. Даний технологічний прийом дозволяє найбільш рівномірно розподіляти бездріжджовий напівфабрикат, а відповідно й казеїн та ПАР, в об'ємі тіста, сприяє зниженню частки вільної рідкої фази, що виражається у стабілізації пружно-еластичних властивостей тіста та підвищенні його стійкості до розрідження.

Повне протікання біохімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів та високі фізичні характеристики тіста, яке готували на бездріжджовому напівфабрикаті, забезпечили отримання виробів найліпшої якості.

Отже, виробництво хлібобулочних виробів за запропонованою технологією в сучасних екологічних умовах дозволяє одержувати продукцію з високими профілактичними властивостями та покращеними фізико-хімічними показниками.

Висновки

1. Використання харчового казеїну у хлібопекарній промисловості для розширення асортименту виробів профілактичного призначення є можливим та доцільним.
2. Технологічно підтверджено та біологічно доцільно вважати, що при виготовленні хлібобулочних виробів високої якості оптимальним є дозування молочного білка 8% до маси борошна в тісті при одночасному застосуванні 0,5% ПАР (ефіри моно- і дигліцеридів винної та жирних кислот [E 472]) та лимонної кислоти.
3. Найбільш раціональним способом внесення казеїну в тісто є використання його у відновленому вигляді.
4. Обираючи спосіб приготування тіста з молочним білком слід надати перевагу запропонованому (на бездріжджовому напівфабрикату), який забезпечує вироблення готової продукції з підвищеними якісними характеристиками. Додавати бездріжджовий напівфабрикат необхідно при посиленому замісі тіста.

Література

1. Пучкова Л.Н., Поландова Р.Д., Матвеева Н.В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть 1. Технология хлеба. – СПб.: ГНОРД, 2005. – 559 с.
2. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: ЛОГОС, 2002. – 365 с.

3. Пищевые эмульгаторы и их применение / Под редакцией Дж. Хазенхюля, Р. Гартела. – СПб.: Профессия, 2008 – 288 с., ил.

4. Пащенко Л.П., Жаркова И.М. Технология хлебобулочных изделий. – М.: Колос С, 2006. – 389 с.