

УДК 664.6:637.344

PROSPECTS OF USE OF DRY MULTICOMPONENT CONCENTRATES ON THE BASIS OF MILK WHEY IN THE TECHNOLOGY OF WHEAT BREAD

O. Kochubei-Lytvynenko, O. Bilyk

National University of Food Technologies

Key words:

*Dry multicomponent
concentrate
Whey powder
Magnesium
Manganese
Recipe
Wheat bread*

Article history:

Received 11.12.2019
Received in revised form
23.12.2019
Accepted 15.01.2020

Corresponding author:

O. Kochubei-Lytvynenko

E-mail:

nniht_nuft@ukr.net

ABSTRACT

The paper is devoted to the development of dry multicomponent concentrates on the basis of dry whey for intended purpose and the study of their functional and technological properties. The potential of such products and the demand in the baking industry have been substantiated. Using a chemometric method, a simulation of an array of experimental data on the main physico-chemical, physico-mechanical and functional-technological parameters of different types of dry whey has been performed. The advantage of dry whey made from raw materials, processed by combining the technology of desalination with electrospray enrichment by minerals, developed in PSRL NUFT has been proved.

The ingredients for the dry multicomponent concentrate were selected and rational doses were established, which correlated with practical recommendations for wheat bread technology. The introduction into the formulation of the enzyme preparation with amylolytic action Novamil 1500 MG, moisture-retaining additives — carboxymethylcellulose, apple pectin, maltodextrin, emulsifier — sunflower phosphatide concentrate and ascorbic acid, as a justification, has been substantiated.

The main indicators of quality of dry multicomponent concentrate made on the basis of dry whey enriched with Magnesium and Manganese in comparative with concentrate on dry demineralized serum (control) have been investigated. There was a low tendency to caking and no evidence of non-enzymatic darkening in the test sample compared to the control.

On the basis of the results of laboratory baking of wheat bread with the use of the developed concentrate, the positive influence of the latter on the course of biochemical processes in the dough has been proved. It has been found that the introduction of dry multicomponent concentrate based on dry whey enriched with Mg and Mn in the amount of 2% by weight of flour to the dough formulation for wheat bread helps to improve the elasticity of the dough and increase the specific volume of bread by 8.8% relative to the control without adding concentrate.

DOI: 10.24263/2225-2924-2020-26-1-20

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУХИХ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ КОНЦЕНТРАТІВ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО

О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А. Білик

Національний університет харчових технологій

Стаття присвячена розробленню сухих багатокомпонентних концентратів на основі сухої молочної сироватки цільового призначення та дослідженню їх функціонально-технологічних властивостей. Обґрунтовано потенціал таких продуктів і затребуваність у хлібопекарській промисловості. Хемометричним методом проведено моделювання масиву експериментальних даних щодо основних фізико-хімічних, фізико-механічних і функціонально-технологічних показників різних видів сухої молочної сироватки. Доведено перевагу сухої молочної сироватки, виробленої із сировини, обробленої комбінуванням технології знесолення з електроіскровим збагаченням мінеральними речовинами, розробленої в проблемній науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій.

Здійснено вибір інгредієнтів для сухого багатокомпонентного концентрату та встановлено раціональні дози, що корелюють із практичними рекомендаціями для технології хліба пшеничного. Обґрунтовано введення до складу рецептури ферментного препарату амілолітичної дії Новаміл 1500 MG, вологотримувальних добавок — карбоксиметилцелюлози, яблучного пектину, мальтодекстрину, емульгатора — соняшникового фосфатидного концентрату та аскорбінової кислоти як окиснювача.

Досліджено основні показники якості сухого багатокомпонентного концентрату, виробленого на основі сухої молочної сироватки, збагаченої Магнієм та Манганом в порівняльному аспекті з концентратом на сухій демінералізованій сироватці (контроль). Встановлено низьку схильність до злежування та відсутність ознак неферментативного потемніння в дослідному зразку порівняно з контролем.

На підставі результатів лабораторного випікання хліба пшеничного із застосуванням розробленого концентрату доведено позитивний вплив останнього на перебіг біохімічних процесів у тісті. Встановлено, що внесення до рецептури тіста для хліба пшеничного сухого багатокомпонентного концентрату на основі сухої молочної сироватки, збагаченої Mg і Mn, в кількості 2% до маси борошна сприяє покращенню еластичності тіста та збільшенню питомого об'єму хліба на 8,8% відносно контролю без додавання концентрату.

Ключові слова: *сухий багатокомпонентний концентрат, суха молочна сироватка, магній, манган, рецептура, хліб пшеничний.*

Постановка проблеми. Молочна сироватка та продукти її перероблення не тільки збагачують хлібобулочні вироби цінними мікронутрієнтами, але й є ефективними натуральними поліпшувачами якості готових виробів, тому інтерес науковців до цієї нетрадиційної для хлібобулочних виробів сировини не згасає [1—3].

Теоретичні й практичні аспекти використання молочної сироватки та продуктів її перероблення під час виробництва хлібобулочних виробів викладені у працях І. М. Ройтера, В. І. Дробот, Н. О. Чумаченко, В. Ф. Доценко, С. А. Рябцевої, Т. Б. Циганової, А. Г. Храмцова, І. А. Євдокимова та ін.

З додаванням молочної сироватки підвищується харчова цінність хліба. Так, у разі внесення в борошно 20% сироватки вміст цукрів у хлібі збільшується на 20%, амінокислот (особливо незамінних: лізину, валіну, треоніну, метіоніну, лейцину) — на 18%. У ньому міститься значно більше біологічно цінних макро- і мікроелементів, %: кальцію — на 25...30, калію — на 33...41, міді — на 20...37, кобальту — на 12...21, молібдену — на 4...12, олова — на 4...17, ванадію — на 19...22 [4].

Окрім цього, за рахунок молочної сироватки поліпшуються колір і аромат виробів, збільшуються їхня пористість і питомий об'єм, вони повільніше черствіють. Уповільненню черствіння хліба сприяють такі компоненти молочної сироватки, як органічні кислоти, білок, лактоза. Крім того, молочна сироватка завдяки наявності в ній кислот запобігає розвитку картопляної хвороби хлібобулочних виробів за рахунок підвищення кислотності тіста та хліба [2; 3].

Проте додавання лише натуральної сироватки не здатне комплексно вирішити проблему поліпшення якості хліба та збереження ним його свіжості [5]. До того ж натуральній сироватці бракує технологічної лабільності, вона перестала відповідати вимогам сучасних прискорених технологій виготовлення хліба внаслідок незначного терміну придатності, необхідності додаткових виробничих площ і обладнання для її зберігання та дозування. На хлібозаводах великої потужності натуральна сироватка повністю замінена на суху підсирну сироватку, здебільшого демінералізовану.

Суха молочна сироватка (СМС) загалом справляє позитивний вплив на якість хліба в загальноприйнятих дозуваннях (до 5%), однак не здатна самостійно вирішити всі технологічні завдання та забезпечити хлібобулочні вироби всіма необхідними мікронутрієнтами. Зокрема, за її використання мінеральними речовинами вироби збагачуються несуттєво. Особливо це стосується знесоленої сироватки, обсяги виробництва та використання якої на підприємствах України та світу зростають [6; 7].

Виробники хлібобулочних виробів вирішують важливе для хлібопекарської промисловості завдання — виробництва конкурентоспроможної хлібобулочної продукції із стабільними споживчими властивостями, використовуючи різні харчові добавки, інгредієнти, хлібопекарські поліпшувачі та полікомпонентні суміші [8; 9].

Враховуючи попит на такі напівпродукти у хлібопекарській промисловості перспективним є виробництво на молочних підприємствах сухих багатокомпонентних молокозмісних концентратів з властивостями поліпшувачів хліба, до складу яких, окрім молочної основи, слід вводити нетрадиційну сировину, мінеральні солі, харчові добавки (відновної, окисної дії, структуроутворювачі, поверхнево-активні речовини, ферментні препарати) тощо.

Зазначені концентровані суміші характеризуються тривалим терміном зберігання, транспортабельні і містять усі поживні та біологічно цінні речовини, необхідні для збагачення хлібобулочних виробів.

Асортиментний ряд концентрованих продуктів на основі молочної сироватки для хлібобулочних виробів є обмеженим [7]. Враховуючи потенціал таких про-

дуктів і затребуваність у хлібопекарській промисловості, актуальним є розроблення та впровадження нових продуктів на основі сухої молочної сироватки з властивостями комплексного поліпшувача якості хліба.

Мета дослідження: розробити рецептуру сухого багатокомпонентного концентрату на основі молочної сироватки (СБКМС) для хлібопекарської промисловості, дослідити її функціонально-технологічні властивості та вплив на якість хліба пшеничного.

Матеріали і методи. Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи держбюджетного фінансування «Наукові засади розроблення ресурсоощадних технологій білокрмісних поліфункціональних концентратів для харчових продуктів цільового призначення» (№ держреєстрації 0117U001243).

Об'єкти досліджень: суха молочна сироватка вітчизняного виробництва, вироблена із залученням різних способів оброблення сировини перед сушінням (електродіаліз, нанофільтрація, комбінування нанофільтрації з електроіскровим збагаченням мінеральними елементами та вироблених за традиційною технологією без демінералізації сировини); СБКМС; хліб пшеничний із борошна вищого сорту.

Під час дослідження використовувались стандартні та спеціальні методи оцінювання органолептичних, фізико-хімічних і функціонально-технологічних властивостей сировини та готових продуктів.

Результати і обговорення. Під час вибору сухої молочної основи для розроблення рецептури СБКМС було відібрано 15 зразків сухої підсирної сироватки, вироблених на вітчизняних підприємствах молочної промисловості (АТ «Пирятинський сирзавод», ПАТ «Золотоніський маслоробний комбінат», ВАТ «Тульчинський маслосирзавод», ПАТ «Дубно-молоко» та ін.) з використанням електродіалізу, нанофільтрації, комбінування нанофільтрації з електроіскровим обробленням молочної сироватки та без використання технологій знесолення.

Для дослідних зразків визначено основні фізико-хімічні, фізико-механічні та функціонально-технологічні показники.

Оскільки, результатом досліджень був масив числових даних, які необхідно зберігати, порівнювати з відомими аналогами, піддавати обробленню, використовувалися методи статистики, інформатики й теорії аналізу даних, виникла потреба у використанні сучасних комп'ютерно-орієнтованих методів. Для розв'язання цього завдання було обрано метод головних компонент (МГК), який широко застосовується під час оброблення великих масивів експериментальних даних [12; 13].

Моделювання проводили у програмному середовищі продукту OriginPro 9.1. Перед проведенням моделювання масив даних був підданий автомасштабному перетворенню для усунення масштабного чинника.

Аналіз результатів оброблення даних дав змогу встановити, що перші дві головні компоненти (ГК) сумарно описують близько 72% відмінностей між зразками (ГК1 — 50,2%, ГК2 — 22,2%).

Згідно з графіком розрахунків першої та другої компонент (рис. 1) відмічено, що зразки СМС розділено на три окремі групи. До першої були віднесені зразки, вироблені з використанням мембранних методів і електродіалізу (СМС 1—5, 7—11, 14—15), до другої — суха підсирна сироватка без знесолення (СМС 12, 13), до третьої — СМС, вироблена із знесоленої нанофільтрацією сировини з подальшим її електроіскровим збагаченням Магнієм і Манганом (СМС 6).

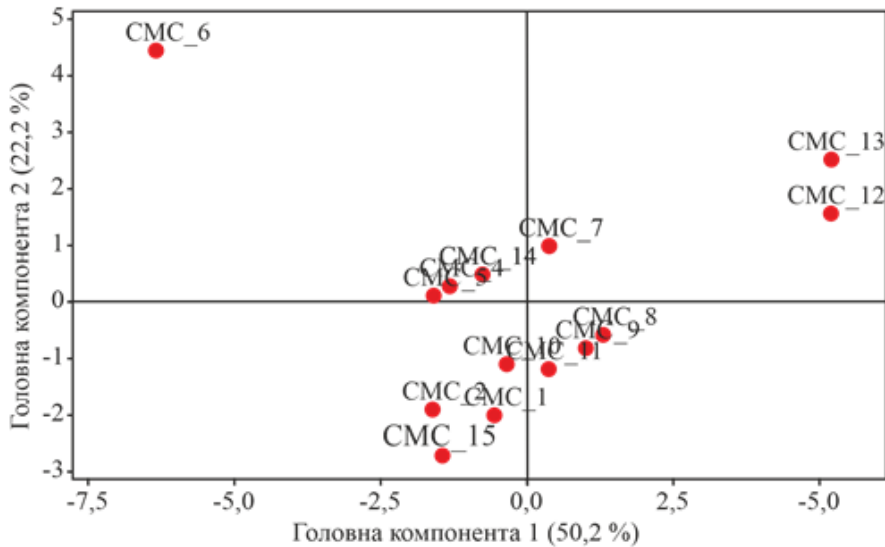


Рис. 1. Графіки розрахунків для зразків СМС, виробленої з використанням різних видів оброблення сировини

Навантаження перших двох компонент наведено у табл. 1, з якої видно, що на ГК₁ найбільше впливає показник активності води, масова частка вологи, титрована кислотність, індекс розчинності, ступінь злежування та білість. На ГК₂ — температура склування, різниця між температурою склування та зберігання, індекс чутливості до налипання і злежування, вміст мангану.

Таблиця 1. Навантаження перших двох головних компонент (ГК)

Показник	ГК1 (50,3%)	ГК2 (22,2%)
Ступінь демінералізації, %	-0,227	-0,114
Масова частка вологи, %	0,284	0,187
Масова частка лактози, %	-0,223	-0,199
Кислотність відновленого продукту, °Т	0,299	0,164
Показник активності води, Аw, ум. од.	0,309	-0,070
Індекс розчинності, см ³ сирого осаду	0,306	0,150
Об'ємна насипна густина, г/см ³	0,215	0,057
Насипна густина з ущільненням, г/см ³	0,226	0,097
Ступінь злежування, %	0,304	-0,047
Температура склування, °С	-0,049	0,489
Різниця температур зберігання і склування	0,049	-0,489
Індекс чутливості до налипання і злежування	0,145	-0,446
Білість, відн. од.	-0,329	-0,059
Вміст Mg, г/кг	-0,244	0,247
Вміст Mn, мг/кг	-0,226	0,305

Зіставлення графіків розрахунків і значень навантажень вказувало на відокремлення нового виду СМС, збагаченої Магнієм і Манганом унаслідок електро-іскрового оброблення сировини, в окрему групу, найбільший вплив мала темпе-

ратура силювання. Вона, до того ж, позитивно характеризувала його за стійкістю до зберігання, зокрема за відсутністю ознак злежування та неферментативного потемніння.

Оцінювання показників якості дослідних зразків сухої молочної сироватки, виробленої з використанням різних методів оброблення сировини, засвідчило перевагу сухої сироватки, виробленої комбінуванням технології знесолення з електроіскровим збагаченням мінеральними речовинами.

Подальші дослідження стосувалися підбору харчових добавок та інгредієнтів для СБКМС. Аналізуючи літературні дані та практичний досвід, слід зазначити, що для подовження свіжості хлібобулочних виробів і поліпшення їх якості у разі переробки борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями використовують вологоутримувальні добавки, ферменти амілолітичної дії, поверхнево-активні речовини та окиснювачі [14].

Найбільш розповсюдженою вологоутримувальною добавкою для хлібобулочних виробів є карбоксиметилцелюлоза, яка покращує структурно-механічні властивості тіста, а також володіє властивостями добавки, що запобігає злежуванню та грудкуванню сипких продуктів. Рекомендованим дозуванням є від 0,1...0,4% до маси борошна.[15]. Встановлено раціональну дозу в кількості 0,2% до маси борошна.

Ефективною вологоутримувальною добавкою у технології хлібобулочних виробів є гідроколоїд — яблучний пектин, з високим ступенем заміщення метоксильними групами. Рекомендоване дозування — від 0,01...0,04% до маси борошна [16]. Дослідним шляхом визначено раціональне дозування у складі СБКМС у кількості 0,02% до маси борошна.

Доцільним є також додавання як вологоутримувальної добавки мальтодекстрину, який сприятиме підвищенню ступеня утримання вологи. [17]. Згідно з літературними даними та практичними рекомендаціями дозування мальтодекстрину становить від 0,01 до 0,05% до маси борошна. Для виробництва СБКМС встановлено раціональне дозування 0,04%.

Найбільш розповсюдженим способом покращання якості хлібобулочних виробів і подовження їх свіжості є використання ферментів амілолітичної дії. Як мальтогенна α -амілаза застосовується ферментний препарат Новаміл 1500 MG датської фірми Novozymes. Рекомендованим дозуванням є від 0,005 до 0,02% до маси борошна [15]. На підставі опрацювання літературних джерел рекомендуємо його раціональне дозування у кількості 0,01% до маси борошна.

Для подовження свіжості хлібобулочних виробів використовують емульгатори, які вступають у взаємодію з біополімерами борошна, утворюючи складні комплексні сполуки, що поліпшують структурно-механічні властивості тіста та якість хлібобулочних виробів [18]. Виробниками хліба рекомендується використовувати соняшниковий фосфатидний концентрат у кількості 0,12% до маси борошна.

Аскорбінова кислота як один з натуральних окиснювачів у технології хлібобулочних виробів є незамінним інгредієнтом комплексних хлібопекарських поліпшувачів [19]. На підставі літературних джерел рекомендовано вводити її у кількості 0,01% до маси борошна, що й враховано під час розроблення СБКМС.

Враховуючи підібрані інгредієнти до складу сухого багатокомпонентного молокомісного концентрату для хлібобулочних виробів і рекомендовані дози їх введення, розроблено рецептуру (табл. 2).

Таблиця 2. Рецепттура сухого багатокомпонентного концентрату на основі сухої молочної сироватки для хлібобулочних виробів

Сировина	Норма витрат на 1000 кг СБМССМС «СМС_плюс»
Суша молочна сироватка, збагачена	833
Ферментний препарат Новаміл 1500 MG	4,12
Карбоксиметилцелюлоза	83,3
Яблучний пектин	8,3
Мальтодекстрин	16,8
Соняшниковий фосфатидний концентрат	50
Аскорбінова кислота	4,12
Разом	1000

За розробленою рецептурою готували способом сухого змішування дві групи зразків:

- перша («СМС_плюс») — на основі сухої молочної сироватки, знесоленої нанофільтрацією (контроль);
- друга («СМС_{Mg, Mn}_плюс») — на основі сухої молочної сироватки, збагаченої магнієм і манганом.

Приготовлені зразки герметично запаковували і зберігали за стандартних для сухих сипких харчових продуктів умов: температура ($18 \pm 2^\circ\text{C}$), відносна вологість не більше ніж 75%.

У свіжовиготовлених продуктах і під час зберігання досліджували органолептичні, фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники (табл. 3).

Таблиця 3. Показники якості сухих багатокомпонентних молоковісних сумішей на основі сухої молочної сироватки

Показники	Характеристика і норма	
	«СМС_плюс»	«СМС _{Mg, Mn} _плюс»
Зовнішній вигляд	Однорідна, порошкоподібна, сипка суміш	
Колір	Білий з кремовим відтінком	
Запах	Властивий молоку, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	
Мінеральні та сторонні домішки	Не допускаються	
Масова частка води, %, не більше	15,0	
Крупність помелу: масова частка залишку на ситі з шовкової тканини № 35, не більше %	14	
Металомагнітна домішка, мг/кг, не більше	Не допускається	
Індекс розчинності, см ³	0,3	0,1
Ступінь злежування, %	16,1	3,6
Білість, ум. од.	86,2	91,7

Результати досліджень засвідчили, що у разі виробництва сухого багатокомпонентного молоковісного концентрату на основі сухої молочної сироватки, збагаченої магнієм і манганом, відсутній негативний вплив електро-

фізичного оброблення сировини на органолептичні та фізико-хімічні показники СБКМС. Навпаки, поряд зі збільшенням вмісту Mg та Mn спостерігалось покращання розчинності, низька схильність до утворення грудочок (ступінь злежування не перевищував 3,0%) та найкраща білизна, яка залишалася навіть під час зберігання протягом 8 місяців.

Для підтвердження позитивного впливу на крупність досліджували дисперсний аналіз частинок сухого багатокомпонентного концентрату СМС_плюс і СМС_{Mg, Mn_плюс}, проведеного за допомогою аналізатора Malvern Microsizer (Велика Британія). Встановлено, що середній розмір частинок у досліджуваних продуктах різнився не значно і становив 74,3 і 73,1 мкм відповідно для СМС_плюс і СМС_{Mg, Mn_плюс}.

Подальші дослідження стосувалися можливості використання розроблених СБКМС у технології хлібобулочних виробів. З цієї метою проводили пробні лабораторні випікання. Тісто готували безопарним способом за рецептурою хліба пшеничного (цей хліб служив контролем), СБКМС дозували в кількості 2,0% до маси борошна. Оцінювання якості тіста та хліба проводили за фізико-хімічними, органолептичними показниками та комплексним показником якості. Результати представлено в табл. 4.

Таблиця 4. Вплив розробленого сухого багатокомпонентного молоковмісного концентрату на якість тіста та хліба

Показники якості хліба	Хліб		
	контроль (без добавок)	СМС_плюс	СМС _{Mg, Mn_плюс}
<i>Тісто</i>			
Масова частка вологи, %	44,0		
Титрована кислотність, град:			
- початкова	1,4	1,6	1,6
- кінцева	1,8	2,2	2,2
Тривалість бродіння, хв	60		
Тривалість вистоювання, хв	80		
Питомий об'єм тіста, см ³	118	121	124
Розпливання кульки тіста, мм	94	104	102
Газоутворення за період бродіння та вистоювання, см ³ /100г	282	303	314
<i>Готові вироби</i>			
Питомий об'єм, см ³ /100 г	287	308	328
Пористість, %	72	76	82
Кислотність, град	1,4	2,1	2,0
Формостійкість Н/Д	0,38	0,40	0,44
Кришкуватість м'якушки, %			
- через 4 год	3,8	3,9	3,8
- через 72 год	10,2	8,1	6,4
Комплексний показник якості	87,3	91,1	96,4

Встановлено, що у разі використання СМС_{Mg, Mn_плюс}, підвищувалася кислотність тіста порівняно з контролем. Це спостерігалось протягом усього часу бродіння. Виявлено, що використання всіх досліджуваних зразків інтенсифікує

бродиння, про що свідчить більше накопичення діоксиду вуглецю як на стадії бродиння, так і під час його вистоювання. Це пов'язано зі збагаченням тіста поживними речовинами для життєдіяльності дріжджів. Активізація дріжджів у тісті з СБКМС зумовлює скорочення тривалості вистоювання. Внесення СБКМС збільшує розпливання кульки тіста, очевидно за рахунок впливу лактози на білково-протеїназний комплекс.

Дослідження якості готових виробів показало, що за рахунок підвищення газоутворення, питомого об'єму тіста і послаблення клейковинного каркасу з внесенням СБКМС збільшується питомий об'єм хліба. Так, у хлібі з СБКМС СМС_плюс та СМС_{Mg, Mn_плюс}, цей показник порівняно з контролем збільшувався, відповідно, на 5,0 та 8,8%. Встановлено, що завдяки внесенню СБКМС покращується формостійкість виробів за рахунок покращання еластичності тіста.

Висновки

Хеометричним методом проведено моделювання масиву експериментальних даних щодо основних фізико-хімічних, фізико-механічних і функціонально-технологічних показників різних видів сухої молочної сироватки.

Доведено перевагу сухої молочної сироватки, виробленої із сировини, обробленої комбінуванням технології знесолення з електроіскровим збагаченням мінеральними речовинами.

На підставі підібраних інгредієнтів та їх раціонального дозування розроблено рецептуру СБКМС і досліджено його фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники.

Доведено позитивний вплив внесення до складу рецептури тіста для хліба пшеничного сухого багатокомпонентного концентрату на основі сухої молочної сироватки, виробленої із сировини, обробленої комбінуванням технології знесолення з електроіскровим збагаченням Магнієм і Манганом.

Література

1. Рыженков Д. В. Разработка продуктов функционального назначения на основе молочной сыворотки и зерновых добавок: дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.04. Кемерово, 2003. 183 с.
2. Дробот В. І., Писарець О. П. Молочна сироватка покращує якість хліба з суміші пшеничного і кукурудзяного борошна. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 10. С. 43—48.
3. Бортнічук О. В., Гавриш А. В., Неміріч О. В., Доценко В. Ф. Інноваційні підходи в технології хлібобулочних виробів з сухою молочною сироваткою. *Харчова наука і технологія*. 2015. № 2(31). С. 97—102.
4. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. К.: Логос, 2002. 365 с.
5. Українець А., Кочебей-Литвиненко О., Білик О., Захаревич В., Васильченко Т. Дослідження впливу збагаченої сухої сироватки на якість хліба спеціального призначення. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2016. Т. 2, N 11(80). С. 32—41.
6. DeWit J. N. Lecturer'sh and book on whey and whey products. Eindhoven: Hunttrskil Howard, 2001. 91 p.
7. Храмов А. Г. Феномен молочной сыворотки. СПб.: Профессия, 2011. 804 с.
8. Білик О. А., Халікова Е. Ф., Грегірчак Н. М., Маринін А. І. Перспективи використання комплексного хлібопекарського поліпшувача «Свіжість К+» у технології хлібобулочних виробів. *Харчова наука і технологія*. 2015. № 2(31). С. 90—97.
9. Bilyk O., Kochubei-Lytvynenko O., Bondarenko Yu., Khalikova E. Improvers and ingredients for prolonging the freshness of bakery products: monograph. Warsaw: Publisher, 2018. 48 p.

10. Кочубей-Литвиненко О. В. Изучение свойств и хранимостпособности сухой сыворотки, полученной с использованием электроискровой обработки. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии»*. 2016. Vol. 4, № 1. С. 20—28.
11. Кочубей-Литвиненко О. В., Чернюшок О. А. Нові підходи до мікроелементного збагачення сухих концентратів із молочної сироватки. *Наукові праці НУХТ*. Том 23, № 5, частина 1. С. 176—185.
12. Эсбенсен К. Анализ многомерных данных. Избранные главы / Пер. с англ. Кучерявского С. В.; под ред. Родионовой О. Е. Черноголовка: Изд-во ИПХФ РАН, 2005. 160 с
13. Краснянчин Я. Н. Пантелеймонов А. В., Холин Ю. В. Хемометрические методы в контроле подлинности продуктов питания и пищевого сырья. *Методы и объекты химического анализа*. 2010. Т. 5, № 3. С. 118—147.
14. Харчові добавки та цукристі речовини в технології хлібобулочних виробів: монографія / В. І. Дробот, О. А. Білик, Н. І. Савчук, Ю. В. Бондаренко. Київ: Видавництво, 2017. 253 с.
15. Білик О., Бондаренко Ю., Десик М., Соколенко А., Ковбаса В., Бондар В. Дослідження ефективності використання комплексного хлібопекарського поліпшувача «Свіжість мінеральна+» для уповільнення черствіння булочних виробів. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2018. Т. 4, № 11(94). С. 69—78.
16. Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. Edited by A. Imesin. 2010. Wiley-Blackwell: Oxford. 368 p.
17. Starch: chemistry and technology. 3th edstion. Edited by J. BeMiller, R. Whistler. 2009. Academicpress: Burlington. 894 p.
18. Функциональные продукты питания / под ред. В. И. Теплова. Москва: А-Приор, 2008. 240 с.
19. Бобышев К. А., Матвеева И. В., Юдина Т. А. Влияние аскорбиновой кислоты на свойства теста и качество хлеба. *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки*. 2013. № 1. С. 52—55.