

УДК 637.1

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE USE OF PROTEIN CONCENTRATES ON THE RHEOLOGICAL INDEX OF SOUR-MILK PRODUCTS AND THEIR SHELF-LIFE

V. Rudiuk, V. Pasichnyi, T. Khorunzha, O. Krasulya*National University of Food Technology***Key words:**

protein concentrate,
casein,
protein,
milk,
syneresis

Article history:

Received 17.02.2019
Received in revised form
19.04.2019
Accepted 23.05.2019

Corresponding author:

pasww1@ukr.net

ABSTRACT

The purpose of the work was a scientific substantiation of the use of protein concentrates of dairy origin, in the manufacture of sour-milk products. Milk proteins are a mixture of several protein substances, some of which are interconnected by chemical or physical bonding. The fractional composition of milk proteins is studied and refined as the methods for separating protein substances into separate fractions are improved. Functional properties of milk proteins are due to their tertiary structure and its dependent physical and chemical properties, as well as the flexibility of the structure. Proteins in milk-side concentrates are protein complexes of casein and whey proteins. Casein in a milk protein concentrate is present in a micellar form similar to casein in milk, and serum proteins - in a native or denatured form. Concentrate of milk protein or milk protein concentrate (coprecipitate, MBC) is obtained from skimmed milk using ultrafiltration / diafiltration methods. The research was based on the determination of physico-chemical and organoleptic properties of sour milk and protein mixtures that were made on the basis of normalized milk with the addition of micellar casein and dry whey protein. The micellar casein is a natural ingredient formed by microparticles, each of which has a diameter of about one thousandth of a millimeter. Concentrates of serum proteins obtained in the process of ultrafiltration can be used not only for the replacement of dry milk, but also in confectionery, mayonnaise, ice cream, baby food and functional foods, including protein mixes for sports nutrition, while producing sour milk and cheese products. The influence of protein supplements on the process of manufacturing process and influence on rheological properties during storage of sour-milk product is analyzed. According to the conducted studies, the expediency of the introduction of protein concentrates.

DOI: 10.24263/2225-2916-2019-25-11

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИКОРИСТАННЯ БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ТА ТЕРМІНИ ЇХ ЗБЕРІГАННЯ

В. П. Рудюк, В. М. Пасічний, Т. О. Хорунжа, О. О. Красуля

Національний університет харчових технологій

У статті обґрунтовано використання білкових концентратів молочного походження при виготовленні кисломолочних продуктів. Дослідження будувались на основі визначення фізико-хімічних та органолептичних властивостей сквашених молочно-білкових сумішей, які виготовлялись з нормалізованого молока з додаванням міцелярного казеїну та сухого сироваткового білка. Проаналізовано вплив білкових добавок на хід технологічного процесу виготовлення та вплив на реологічні властивості під час зберігання кисломолочного продукту, обґрунтовано доцільність внесення білкових концентратів.

Ключові слова: білковий концентрат, казеїн, білок, молоко, синерезис.

Постановка проблеми. У зв'язку з дефіцитом білків у раціонах населення серед великого асортименту молочних продуктів особливе місце належить молочно-білковим продуктам, виробництво яких необхідно суттєво збільшити [1]. Потреба населення в білках у середньому визначена в кількості 80...100 г білка в добу, в тому числі 55% з них має забезпечуватися білками тваринного походження [2]. Один із способів усунення дефіциту білка в харчуванні населення — збагачення молочними білками, молочних продуктів, що часто споживаються, наприклад, кисломолочні напоїв [3; 4], кисломолочні пасти [5], а також продуктів з комбінованим складом сировини на основі продуктів тваринного походження [6; 7]. З цієї точки зору істотного значення набуває ефективне використання білкових концентратів молочного походження для збагачення кисломолочних продуктів [8]. Використання сироваткових білків при виготовленні продуктів масового споживання позитивно впливатиме на два фактори — компенсуватиме дефіцит білка та збільшить обсяг використання вторинної сировини [9]. Внесення мікропартикульованого білка дає змогу покращити консистенцію та загальну якість продукту при проблемі сезонності молока. Використання білкових концентратів, як допоміжної сировини у молочній промисловості, допоможе збільшити вихід продукту за рахунок підвищення вмісту сухих речовин, збільшуючи таким чином ступінь використання виробничих потужностей [10]. Збагачений природним тваринним білком продукт розширить асортиментний ряд продуктів дієтичного та спортивного спрямування.

Мета статті: дослідження впливу білкових концентратів на реологічні характеристики готового продукту та ефектів синерезису кисломолочних продуктів із підвищеною білковою складовою, виготовлених термостатним способом протягом терміну зберігання.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є вдосконалення технології кисломолочних продуктів, шляхом внесення до їх складу білкових концентратів. Дослідження впливу на консистенцію, ступінь синерезису та термін зберігання продукту залежно від концентрації та виду внесеного білкового препарату. При розробленні модельних зразків використовувались, концентрат сироватковий білковий «КСБ-УФ-65» (ТУ У 15.5-35293993-002:2011) та концентрат молочний

білковий сухий «КМБС-65» (ТУ У 10.5-35293993-021:2016. Під час виконання дослідів застосовувались стандартні та загальновідомі методи досліджень.

Результати досліджень. У процесі досліджень використовувались модельні зразки суміші молока та білкових концентратів в кількості 3; 5; 7; 10% від загальної маси зразків. Контрольним був зразок без внесення білкового концентрату.

Виробництво кисломолочних продуктів проводили за класичною технологією термостатним способом. У підготовлені суміші вносили закваску VIVO «Віталакт» (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *Cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* var. *Diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, Микрофлора кефирных зерен, Lc. *Lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus* ssp., *Kefir* yeast) (ТУ 9229-166-00419785-99).

Сквашування проводили при температурі $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 6—8 год до наростання титрованої кислотності $(90 \pm 2)^\circ\text{T}$.

Модельні рецептури кисломолочних продуктів з використанням білкових концентратів наведено в табл. 1

Таблиця 1. Модельні рецептури кисломолочних продуктів з використанням КСБ — УФ-65 та КМБС-65

Складові рецептури	Вміст у рецептурі, %			
	Рецепт. 1	Рецептура 2	Рецептура 3	Рецептура 4
Молоко пастеризоване 3,2%	97	95	93	90
КСБ-УФ-65 або КМБС-65	3	5	7	10
Всього	100	100	100	100

Перед внесенням концентрати розчиняли відібраною від загальної кількості молока частині (15—18%) при температурі $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$, з подальшою витримкою протягом 10 ± 1 хв для повного розчинення і набухання. Після чого проводилось фільтрування для забезпечення однорідності суміші. Розчинений білковий концентрат вносили в молочну основу. З метою інактивації сторонньої мікрофлори застосовували пастеризацію при температурі $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ без витримки. Суміш охолоджували та вносили закваску. Ферментація відбувалась за температури $40 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 6—8 год.

Після сквашування визначено ряд показників, зокрема: рН, ступінь синерезису (%), титровану кислотність, $(^\circ\text{T})$, ефективну в'язкість ($\text{Па}\cdot\text{с}$), масову частку сухих речовин (%).

Результати досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Фізико-хімічні показники продукту після сквашування

Назва показника	Дослідний зразок								
	Контр. Зразок	КМБС-65				КСБ-УФ-65			
		3%	5%	7%	10%	3%	5%	7%	10%
рН	4,81	4,76	4,55	4,22	4,2	4,78	4,4	4,19	4,1
Титрована кислотність, $^\circ\text{T}$	87	89	94	102	104	88	90	110	114
Ступінь синерезису, %	34	25	15	10	7,5	28	17	12	9
В'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$	55,5 $\pm 0,2$	60,3 $\pm 0,1$	69,5 $\pm 0,1$	88,4 $\pm 0,2$	145,4 $\pm 0,2$	46,5 $\pm 0,1$	59,6 $\pm 0,1$	76,5 $\pm 0,2$	130 $\pm 0,2$
Масова частка. сухих речовин, %	8,5	9,3	10,4	12,2	14,4	9,2	10,1	11,6	13,7

Наведені дані свідчать про те, що внесення у продукт білкових концентратів здійснює значний вплив на в'язкість готового продукту. В середньому на 18% зростає в'язкість при внесенні 10% як КСБ-УФ-65, так і КМБС-65.

Ступінь синерезису зменшується при збільшенні концентрації білкового препарату, сироватка виділяється повільно та у малій кількості.

Збільшується вміст сухих речовин. Це пояснюється тим, що при збільшенні вмісту сухих речовин з гідрофільними властивостями зменшується кількість вільної незв'язаної води.

При внесенні 7% КМБС -65 значення синерезису зменшується до 7,5%, що майже у двічі менше, ніж у контрольному зразку. При цьому зростає в'язкість, згусток набуває більшої пружності при внесенні КСБ-УФ-65 та КМБС-65 у кількості 5% та 7%. При концентрації 10% згусток дуже міцний, важко руйнується.

У дослідженнях виявлено, що пропорційно збільшенню кількості концентрату в продукті підвищується титрована кислотність і знижується рН. Ймовірно, це пов'язано зі зміною сольової рівноваги системи і збільшенням частки речовин, здатних до протеолізу під дією мікрофлори.

Подальші дослідження проводились під час зберігання продукту ($4 \pm 2^\circ\text{C}$).

Найбільш чутливими і перспективними для оцінювання якості кисломолочних продуктів є реологічні властивості та здатність до синерезису згустку, зокрема в'язкість і ступінь синерезису. Вони залежать від складу молока і бактеріальних заквасок, режимів теплової і механічної обробки, способу і тривалості коагуляції білків молока.

Під час дослідження зразків протягом 7 днів спостерігалася тенденція підвищення кількості відділеної сироватки. Контрольний зразок на 7-й день дослідження мав значення синерезису 68%, що є найвищим значенням серед досліджуваних зразків. Зразки з додавання білкових концентратів мали значно менші значення виділеної сироватки протягом всього терміну зберігання. Результати наведені на рис. 1, рис. 2 і рис. 3.

Зміну ступеня синерезису під час зберігання для зразків з КМБС-65 представлено на рис. 1, для зразків з КСБ-УФ-65 — на рис. 2.

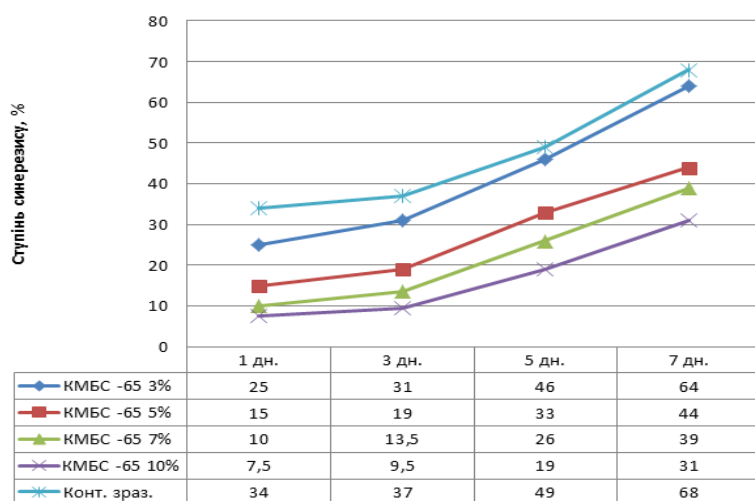


Рис. 1. Зміна ступеня синерезису під час зберігання, зразки з КМБС-65

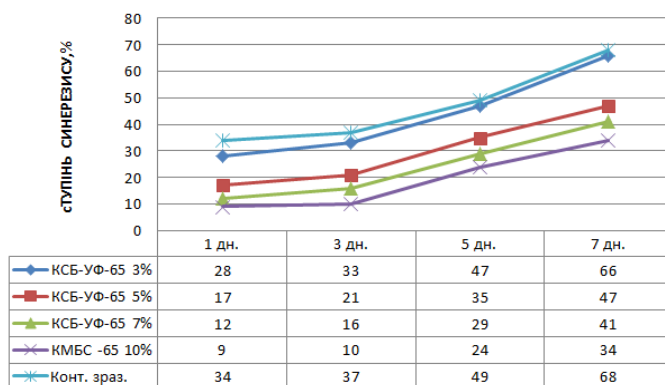


Рис. 2. Зміна ступеня синерезису під час зберігання, зразки з КСБ-УФ-65

Поряд зі зміною ступеня синерезису протягом зберігання знижується в'язкість продукту. Зміну в'язкості досліджуваних зразків протягом терміну зберігання зразків з КМБС-65 представлено на рис. 3, для зразків з КСБ-УФ-65 — на рис. 4.

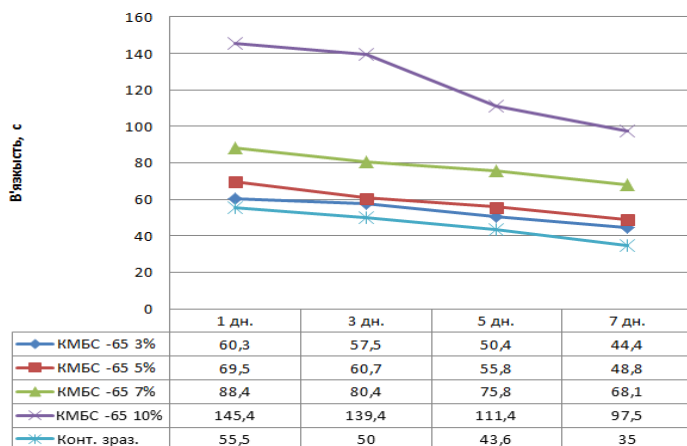


Рис. 3. Зміна в'язкості досліджуваних зразків з КМБС-65 протягом терміну зберігання

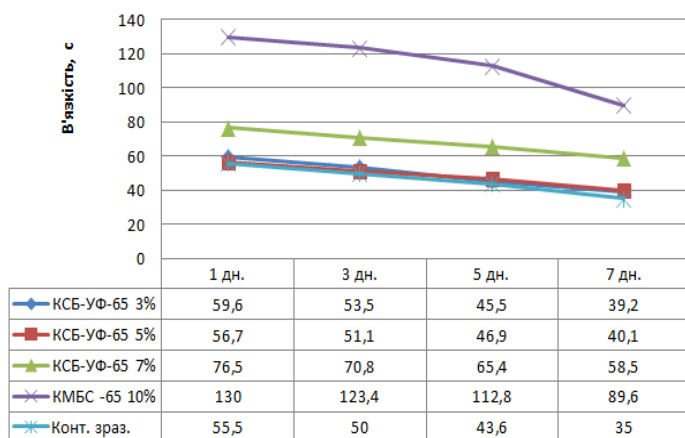


Рис. 4. Зміна в'язкості досліджуваних зразків з КСБ-УФ-65 протягом терміну зберігання

Ефективна в'язкість досліджуваних зразків знижувалась під час зберігання. Найменш відчутна зміна відбувалась у зразках з високим вмістом білкових концентратів — 7% та 10%.

На 7-й день значення з КМБС-65 (10%) становило 97,5 Па*с. із КСБ-УФ-65 89,6 Па*с. Протягом терміну зберігання визначалась зміна титрованої кислотності.

Таблиця 3. Зміна титрованої кислотності продукту

Частка білкового концентрату	Термін зберігання, діб							
	1		3		5		7	
Титрована кислотність, °Т								
	КМБС-65	КСБ-УФ-65 89	КМБС-65	КСБ-УФ-65 89	КМБС-65	КСБ-УФ-65 89	КМБС-65	КСБ-УФ-65 89
3%	89	88	93	83	99	103	123	141
5%	94	96	98	89	107	109	145	154
7%	102	110	107	101	126	138	167	165
10%	104	114	114	110	154	159	169	176
Контроль	87		87		93		107	

Титрована кислотність під час зберігання суттєво зростає, зразки з внесеними КСБ-УФ-65 та КМБС-65 у кількостях 7% та 10% вже на 5-й день досягають значення титрованої кислотності (КМБС-65 — 127°Т, КСБ-УФ-65 — 138°Т).

Це свідчить про те, що продукти з такою кількістю внесеного білка не можуть зберігатися більше 5 діб, оскільки значення титрованої кислотності виходять за допустимі межі 130°Т. Зразки з меншими концентраціями 3% та 5% досягли критичних меж на 7-й день зберігання. Із цих даних випливає, що продукти з додаванням білкових концентратів мають термін придатності 5—7 діб, що залежить від виду внесеного концентрату та його масової частки в продукті.

Органолептична оцінка проводилась і період всього зберігання. У перші 3 дні змін у смаку, запаху та консистенції не відбувалося. Ознаки псування проявлялись у зразках із внесенням 7% та 10% на 5-й день зберігання, у зразках із 5% і 3% внесеного концентрату — на 7-й день.

Таблиця 4. Зміни органолептичних властивостей 7% та 10% зразків на 5-у добу зберігання

Назва показника	Досліджуваний зразок			
	КМБС-65		КСБ УФ-65	
	7%	10%	7%	10%
Консистенція і зовнішній вигляд	Пружна, щільна, однорідна	Дуже щільна, однорідна	М'яка, в'язка без видимих грудочок та вкраплень	Дуже щільна, з відшаруванням білкового пилю
Смак та запах	Кислий смак та аромат	Дуже кислий, гіркий неприємний, властивий зіпсованому продукту	Відчутно кислий, властивий зіпсованому продукту	Кислий смак та аромат. Із суттєвою прогірклістю
Колір	Без змін	Без змін	Без змін	Без змін

За органолептичною оцінкою було виявлено, що на 5-й день зберігання зразки із 7% та 10% внесеного концентрату мають ознаки псування. Смак та

запах був неприємним. Спираючись на значення титрованої кислотності та органолептичної оцінки можна стверджувати, що зразки із внесеними КСБ-УФ-65 та КМБС-65 у кількості 7% та 10% стають непридатними для споживання на 5-й день зберігання.

За представленими показниками можна зробити висновок, що зразки із вищим вмістом білкових концентратів (табл. 4) схильні до швидшого псування. Зразки із 7% та 10% внесеного концентрату почали проявляти ознаки псування вже на 5-й день зберігання.

Відчутна зміна органолептичних властивостей у зразках із масовими частками КСБ-УФ-65 та КМБС-65 3% та 5% відбувалась на 7-й день зберігання. Результати органолептичної оцінки представлено у табл. 5.

Таблиця 5. Органолептична оцінка зразків із масовими частками КСБ-УФ-65 та КМБС-65 в кількості 3% та 5% на 7-й день зберігання

Назва показника	Досліджувані зразки			
	КМБС-65		КСБ-УФ-65	
	3%	5%	3%	5%
Консистенція і зовнішній вигляд	М'яка, в'язка з невеликим виділенням сироватки	М'яка, в'язка без видимих грудочок та крапель	М'яка, в'язка з невеликим виділенням сироватки	М'яка, в'язка
Смак та запах	Дуже кислий, гіркий, неприємний, властивий зіпсованому продукту	Відчутно кислий, властивий зіпсованому продукту	Кислий, гіркий, неприємний, властивий зіпсованому продукту	Відчутно кислий, властивий зіпсованому продукту
Колір	Без змін	Без змін	Без змін	Без змін

Зразки із 3% та 5% почали проявляти ознаки псування на 7-й день. Отже, зростання титрованої кислотності та зміна мікрофлори корелюється з органолептичними показниками зразків.

Висновок. Представлені дослідження доводять, що раціональна частка введення білкових концентратів типу КСБ-УФ-65 та КМБС-65 у склад кисломолочних напоїв знаходиться в діапазоні від 3 до 5%.

Внесення білкових концентратів в кількості від 3 до 5% дає змогу досягти покращення консистенції і стабільності кисломолочних напоїв за показником титрованої кислотності в термінах зберігання до 7 діб.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розроблення рецептури продукту із внесенням комбінованої суміші різних білкових концентратів і визначення їх впливу на мікробіологічні показники продукту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Jelen P. Whey processing. Utilization and products / Encyclopedia of dairy sciences (Second edition), 2011. — P. 731—737.
2. Alice B. Nongonierma, Richard J. FitzGerald Bioactive properties of milk proteins in humans: A review. — Peptides. — 2015. — Vol. 73. — P. 20—34.
3. Храмцов А. Г. Феномен молочной сыворотки. Монография. — СПб.: Професия, 2011. — 802 с.
4. Чернюшок О. А. Сироватка молочна — біологічно цінний продукт / О. А. Чернюшок, О. В. Кочубей-Литвиненко, В. П. Василів та ін. // Харчова наука і технологія. — 2011. — № 1. — С. 40—42.

5. Structure stabilization of fermented-milk pastes / V. Pasichnyi, N. Yushchenko, I. Mykoliv, U. Kuzmyk // *Ukrainian Food Journal*. — 2015. — Volume IV, Issue 3. — P. 431—439.

6. Пасічний, В. М. (2009). Перспективні напрямки виробництва м'ясних та м'ясо-рослинних напівфабрикатів. *Мясное дело*, (8), 15—19.

7. Пасічний, В. М., Сабадаш, П. М., Жук, І. З., & Кремешна, І. В. Білково-жирова емульсія з кров'ю. Декларативний патент України, (70714).

8. Грек О.В. Перспективы использования белков молочной сыворотки / О. В. Грек, А. В. Тимчук // «Україна — Польща — ЄС: економіко-правові аспекти розвитку освіти і бізнесу» Збірник матеріалів міжнародного науково-практичного форуму. — Херсон: ПП Вишемирский В.С., 2013. — С. 42—47.

9. Юдіна Т. І. Визначення показників безпеки молочно-білкових напівфабрикатів зі сколотин // *Технологічні аспекти*, 2014. — С. 225—232.

10. Дейниченко Г. В., Нові види копреципітатів та їх використання в харчових технологіях: Монографія. — 2010. — С.176—179.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ И СРОКИ ИХ ХРАНЕНИЯ

В. Рудюк, В. Пасичный, Т. Хорунжа, Е. Красуля
Национальный университет пищевых технологий

Целью работы было научное обоснование использования белковых концентратов молочного происхождения при изготовлении кисломолочных продуктов. Исследования строились на основе определения физико-химических и органолептических свойств сквашенных молочно-белковых смесей, которые изготовлялись из нормализованного молока с добавлением мицеллярного казеина и сухого сывороточного белка. Проанализировано влияние белковых добавок на ход технологического процесса изготовления и влияние на реологические свойства при хранения кисломолочного продукта, обоснована целесообразность внесения белковых концентратов.

Ключевые слова: белковый концентрат, казеин, белок, молоко, синерезис.