

TECHNOLOGY OF PROCESSED CHEESES USING DRY WHEY PROTEIN CONCENTRATE

O. Krasulya, V. Olinchuk

National University of Food Technologies

Key words:

*Processed cheese
Whey protein concentrate
Soy protein isolate
Biological value*

Article history:

Received 18.09.2020
Received in revised form
02.10.2020
Accepted 15.10.2020

Corresponding author:

O. Krasulya
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article substantiates the expediency of adding to processed cheeses dry protein concentrates of dairy and non-dairy derivation, namely whey and soy. The composition of essential amino acids of the selected ingredients was given, which showed that with the addition of the above components it was possible not only to improve the structure and consistency of products, but also to increase the biological value of the final product.

According to organoleptic indicators, a rational amount of protein concentrates was established, which was 4%. The highest taste and odor values were found in the sample with the addition of whey protein. The introduction of soy isolate led to a lower intensity of the smell and aroma of the final product. It was also established that the introduction of protein concentrates into the recipe of processed cheese had a significant impact on the formation of its organoleptic characteristics. Physicochemical parameters of model samples of processed cheeses, which were characterized by approximate values of physicochemical values of the control sample, were studied.

The amino acid score was studied, which gave a general idea of the biological value of the product. Thus, the first limiting amino acid of processed cheeses was isoleucine in all samples. The normalized value (score) was 150 in the first sample, 147.5 — in the second and 155 in the third. To assess the degree of protein utilization, the coefficient of difference of amino acid score was calculated, which was from 22.92 to 25.24, which indicated a high level of amino acid use in the product. When calculating the biological value of proteins of model samples of processed cheeses, high indicators were found in all cheeses, which ranged from 74.76 to 77.08%, which was confirmed by determining the biological value of finished products. The obtained studies confirmed the relevance of enrichment of processed cheeses with whey and soy proteins.

ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУХОГО СИРОВАТКОВОГО БІЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТУ

О. О. Красуля, В. П. Олінчук

Національний університет харчових технологій

В статті обґрунтовано доцільність додавання до плавлених сирів сухих білкових концентратів молочного та немолочного походження, зокрема сироваткового та соєвого. Наведено склад незамінних амінокислот обраних інгредієнтів, який свідчить, що з додаванням вищевказаних компонентів є можливість не тільки удосконалити структуру та консистенцію продуктів, а й підвищити біологічну цінність кінцевого виробу.

За органолептичними показниками встановлено раціональну кількість внесення білкових концентратів, яка складає 4%. Найвищі показники смаку та запаху були виявлені в зразку з додаванням сироваткового білка. Внесення соєвого ізоляту призводить до слабшого за інтенсивністю запаху й аромату кінцевого продукту. Також встановлено, що введення до рецептури плавленого сиру білкових концентратів здійснює суттєвий вплив на формування його органолептичних показників. Визначено фізико-хімічні показники модельних зразків плавлених сирів, які характеризувались наближеними величинами фізико-хімічних величин контрольного зразка.

Досліджено амінокислотний скор, який дає загальне уявлення про біологічну цінність виробу. Так, першою лімітуючою амінокислотою плавлених сирів є ізолейцин у всіх зразках. Нормоване значення (скор) складає 150 в першому зразку, 147,5 — в другому та 155 — в третьому. Для оцінки ступеня використання білка обчислено коефіцієнт різниці амінокислотного скору, який становить від 22,92 до 25,24, що свідчить про високий рівень використання амінокислот у продукті. При розрахунку біологічної цінності білків модельних зразків плавлених сирів виявлено високі показники у всіх сирах, які коливаються від 74,76 до 77,08%, що підтверджується й визначенням біологічної цінності готових продуктів. Отримані дослідження підтверджують актуальність збагачення плавлених сирів сироватковими та соєвими білками.

Ключові слова: *плавлений сир, сироватковий білковий концентрат, соєвий білковий ізолят, біологічна цінність.*

Постановка проблеми. В останні роки в молочній промисловості спостерігається суттєве зростання кількості наукових розробок і впроваджень у виробництво молочних продуктів з біологічно цінними добавками та продуктів функціонального призначення. Це викликано зростанням попиту населення на продукти для раціонального та збалансованого харчування [1; 2]. У надзвичайно широкому асортименті сучасних молочних продуктів, що виробляються на вітчизняному ринку, суттєве місце займають плавлені сири та плавлені сирні продукти. За даними Державної служби статистики за попередній рік в Україні було вироблено близько 29 т плавлених сирів. Відомо, що цей сегмент молочних продуктів користується популярністю у споживачів. Виробництво плавлених сирів

не вимагає складного технологічного процесу та дає змогу задовольнити різноманітні вимоги споживачів до смаку сирів, а також виробляти їх при дефіциті сировини. Враховуючи вищезазначене, перспективним направленням наукових розробок є удосконалення технології плавлених сирів шляхом додавання інгредієнтів молочного і немолочного походження з підвищеною біологічною цінністю [3].

Особливістю плавлених сирів є можливість варіювати рецептурний склад, що дає надзвичайно широкі можливості у створенні нових видів цього сегменту молочних продуктів. Вивченням, удосконаленням і розробленням плавлених сирів займались Г. О. Єресько, С. С. Гуляев-Зайцев, Н. Н. Ліпатов, Л. А. Забодалова та інші.

Найчастіше наукові розробки присвячені заміні класичних інгредієнтів на ті, що мають підвищену біологічну цінність разом з високими технологічними характеристиками. Так, у науковій розробці пастоподібних плавлених сирів з використанням кисломолочного сиру [4] автором доведено, що його додавання до складу плавлених сирів супроводжується високим рівнем ступеня декальцинування та пептизації білкової основи, що, у свою чергу, забезпечує одержання продуктів високої якості. Крім того, продукт збагачено молочними білками, що підвищує його харчову та біологічну цінність. В іншій науковій розробці передбачено додавання до рецептури плавленого сиру рідкого концентрату сироваткового білкового, отриманого методом ультрафільтрації, та полікомпонентних заквашувальних культур (молочнокислі та біфідобактерії) [5]. Авторами доведено, що додавання вищевказаних компонентів відіграє роль бар'єру для розвитку патогенної й умовно-патогенної мікрофлори та подовжує термін зберігання плавлених сирів.

У пропонованій статті досліджено можливість додавання до плавлених сирів сухих інгредієнтів молочного і немолочного походження: білкового концентрату молочної сироватки та соєвого ізоляту. Фракційний склад білків сухого білкового концентрату порівняно з білками молока наведено в табл. 1 [6].

Таблиця 1. Фракційний склад білків сухого білкового концентрату і білків молока

Фракції білків	Білки сироваткового концентрату		Білки молока	
	г в 100 г сухого КСБ	% до суми білків	г в 100 г сухого молока	% до суми білків
α_{s1} -казеїн	0,7±0,04	4,4	1,5±0,06	43,6
α_{s2} -казеїн	0,05±0,01	0,3	0,1±0,01	2,8
β -казеїн	0,4±0,02	2,4	1,0±0,04	28,0
γ -казеїн	0,1±0,01	0,6	0,3±0,01	8,5
β -лактоглобулін	10,2±0,6	61,5	0,4±0,01	11,5
α -лактоглобулін	2,5±0,1	15,1	0,1±0,01	2,8
Імуноглобуліни	1,4±0,05	8,5	0,05±0,01	1,4
Неідентифіковані фракції	1,2±0,04	7,2	0,05±0,01	1,4

Згідно з табл. 1, сироватковий білковий концентрат містить у своєму складі β -лактоглобуліну близько 61,5%, α -лактоглобуліну — близько 15,1% тощо, що свідчить про високу біологічну цінність продукту.

Соєві ізоляти відрізняються від інших соєвих продуктів підвищеним вмістом білку (92,0%), низьким вмістом жиру (0,5%). Спосіб отримання: виділення білку хімічним способом зі знежиреного шроту [7; 8]. Вміст незамінних

амінокислот у сухому концентраті сироватковому білковому та соєвому ізоляті наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Вміст незамінних амінокислот у сухому концентраті сироватковому білковому та соєвому ізоляті

Незамінні амінокислоти	СКСБ	СІ	Рекомендації FAO/WHO3 (ідеальний білок), г %
Валін	5,3	4,6	5,0
Ізолейцин	5,2	4,14	4,0
Лейцин	7,9	9,12	7,0
Лізин	7,2	5,81	5,5
Метіонін+цистин	2,3	2,92	3,5
Треонін	4,2	4,19	4,0
Триптофан	1,4	0,61	1,0
Фенілаланін+тирозин	4,9	8,65	6,0

Засвоюваність білкового ізоляту складає 80...86%, як і в молочного білка. Також білковий соєвий ізолят володіє такими технологічними властивостями, як зв'язування жирів — 1:5, зв'язування вологи — 1:5, має суттєвий вплив на текстуру основного продукту [8; 9]. Тому, ймовірно, додавання сироваткового білкового концентрату та соєвого ізоляту до плавленого сиру сприятиме підвищенню не лише біологічної цінності, а й покращенню консистенції готового продукту.

Мета статті: розроблення технології плавленого сиру з додаванням білкових інгредієнтів молочного і немолочного походження — сироваткового білкового концентрату та соєвого ізоляту, а також дослідження впливу цих компонентів на фізико-хімічні показники та біологічну цінність готового продукту.

Матеріали і методи. Модельні зразки плавлених сирів готували за класичною технологією в лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Національного університету харчових технологій. Як основні інгредієнти використано таку сировину: сир твердий сичужний голландський з м. ч. сухої речовини 45%, сир нежирний з м. ч. сухої речовини 40%, сир кисломолочний з м. ч. жиру 9% та сухої речовини 40%, масло селянське з м. ч. жиру 72,5% та сухої речовини 75%, солі-плавителі, воду питну. Як додаткові інгредієнти використовували сухий концентрат сироватковий білковий [10], виробник: ТОВ «Гадячсир», м. Гадяч, Україна. Також додавали соєвий ізолят білка марки PRO-VO 500-Y, виробник: Guanxian Ruixiang Co.Ltd, Китай. За даними виробників, в табл. 3 наведено фізико-хімічні показники сухого концентрату сироваткового білкового та соєвого ізоляту.

Таблиця 3. Фізико-хімічні показники сухого концентрату сироваткового білкового (СКСБ) та соєвого ізоляту (СІ)

Назва показника	Значення	
	СКСБ	СІ
Масова частка сухих речовин, %, не менше у тому числі загального білка	96,0	96,0
вуглеводів	55,0	92,0
Кислотність відновленого концентрату до масової частки сухих речовин 9,6 %, °Т, не більше	30,0	2,5
Індекс розчинності, мл сирого осаду, не більше	28	—
Сирої клітковини, %	0,3	—
	—	0,5

Кількість додаткового введених білкових інгредієнтів у суміші для плавлення варіювали таким чином:

- контроль — зразок без додавання додаткових інгредієнтів;
- 1 і 2 зразок — додавання СКСБ в кількості 4 та 8%;
- 3 і 4 зразок — додавання СІ в кількості 4 та 8%;
- 5 і 6 зразок — додавання СКСБ та СІ у співвідношенні 50:50 в кількості 4 та 8%.

Органолептичну оцінку зразків плавлених сирів проводили із застосуванням 10-бальної шкали, де 1 бал — найнижчі показники і, відповідно, 10 балів — найвищі.

В отриманих плавлених сумішах досліджували такі показники: масову частку жиру згідно з ГОСТ 5867, масову частку води згідно з ГОСТ 3626, показник титрованої та активної кислотності згідно з ГОСТ 3624.

У зразках плавлених сирів встановлювали амінокислотний скор (АС, %), який визначається як відношення масової частки кожної незамінної амінокислоти в продукті ($НАК_{пр}$, г/100 г білка) до відповідної незамінної амінокислоти «ідеального білка» ($НАК_{ід}$, г/100г білка) за амінокислотною шкалою, рекомендованою комітетом ФАО/ВОЗ. Амінокислотний скор (C_j) розраховували за формулою:

$$C_j = \frac{A_j}{A_{ej}} \cdot 100, \quad (1)$$

де A_j — масова частка j -ї НАК у продукті, г/100 г білка; A_{ej} — масова частка j -ї НАК в еталоні для визначеної групи споживачів, г/100 г білка.

При розрахунку коефіцієнта різниці амінокислотного скору (КРАС) використовували два постулати. По-перше, відомо, що перша за своєю дефіцитністю незамінна амінокислота буде визначати такий же ступінь використання всіх інших незамінних амінокислот на пластичні потреби організму, тобто на біосинтез білків тканин. По-друге, всі надлишкові незамінні амінокислоти повинні використовуватись як джерело енергії, тобто метаболічно дефіцитні незамінні амінокислоти рівноцінні надлишковим. Виходячи з цих постулатів, КРАС (%) можна розрахувати за формулою:

$$КРАС = \frac{\sum \Delta РАС}{n}, \quad (2)$$

де $\Delta РАС$ — змінність амінокислотного скору для кожної незамінної амінокислоти порівняно з її скором в еталоні; n — кількість незамінних амінокислот.

Отже, КРАС є середньою величиною надлишку амінокислотного скору незамінних амінокислот порівняно з найменшим рівнем скору будь-якої незамінної амінокислоти. Чим менше значення КРАС, тим повніше використовуються НАК на потреби біосинтезу. Біологічну цінність можна розрахувати за формулою:

$$БЦ=100-КРАС. \quad (3)$$

Викладення основних результатів дослідження. На першому етапі досліджень визначали вплив білкових інгредієнтів молочного та немолочного походження на органолептичні показники готових зразків плавлених сирів. Найвищі показники смаку та запаху були виявлені в зразку з додаванням сироваткового

білка в кількості 4%. Додавання соєвого ізоляту призводить до слабшого за інтенсивністю запаху й аромату. При збільшенні кількості білкових інгредієнтів (8%) спостерігається посилення смако-ароматичних властивостей. При додаванні 8% білкових інгредієнтів спостерігалась надто тверда консистенція плавленого сиру. Найвищу балову оцінку за органолептичними показниками отримав зразок сиру з додаванням 4% білкового сироваткового концентрату. Для подальших досліджень обираємо зразки з додаванням 4% білкових інгредієнтів.

Отримані дані свідчать, що введення до рецептури білкових концентратів здійснює суттєвий вплив на формування органолептичних показників плавленого сиру.

Наступним етапом досліджень було визначення фізико-хімічних показників зразків плавлених сирів з додаванням білкових концентратів різного походження (табл. 4). Було виготовлено три модельних зразки плавлених сирів: 1 — з додаванням СКСБ в кількості 4%, 2 — СКСБ 2%+СІ 2%; 3 — СІ-4%. Контроль — плавлений сир без додаткових інгредієнтів.

Таблиця 4. Фізико-хімічних показників зразків плавлених сирів з додаванням білкових інгредієнтів різного походження

Найменування показника	Контроль	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Масова частка жиру, %	40,0	38,3	38,4	38,4
Масова частка вологи, %	50,0	48,6	48,6	48,6
Титрована кислотність, °Т	220,0	224,0	215,0	217,0
Активна кислотність, од. рН	6,15	6,1	6,1	6,1

Згідно з даними (табл. 4), білкові інгредієнти молочного та немолочного походження певною мірою впливають і на фізико-хімічні характеристики плавлених сирів. Масова частка жиру в сухій речовині становить 38,3...38,4%, тоді як у контрольному зразку — 40%. Усі досліджені зразки плавлених сирів характеризувались наближеними величинами фізико-хімічних показників до контрольного зразка.

Наступним етапом досліджень було встановлення впливу доданих інгредієнтів на біологічну цінність плавлених сирів. Як відомо, скор кожної амінокислоти дає загальне уявлення про біологічну цінність виробу. Використання організмом білка на анаболітичні потреби організму обмежується вмістом лімітуючої амінокислоти, а весь надлишковий вміст інших есенціальних речовин іде на компенсацію енерговитрат і біосинтез замічних амінокислот. Амінокислотний скор дослідних зразків плавлених сирів порівняно зі шкалою ФАО/ВООЗ наведено на рис. 1.

Дані рис. 1 свідчать, що першою лімітуючою амінокислотою плавлених сирів є ізолейцин у всіх зразках, нормоване значення (скор) якої складає 150 в першому зразку, 147,5 — в другому та 155 — в третьому, що більше за аналогічне значення для «ідеального» білка на величину $(C_{K1}-100) = -50,0$, $(C_{K2}-100) = -47,5$, $(C_{K3}-100) = -55,0$. У загальному випадку вказана величина характеризує мінімальний надлишок $(C_K > 100)$ першої обмежуючої незамінної амінокислоти досліджуваного продукту відносно еталону.

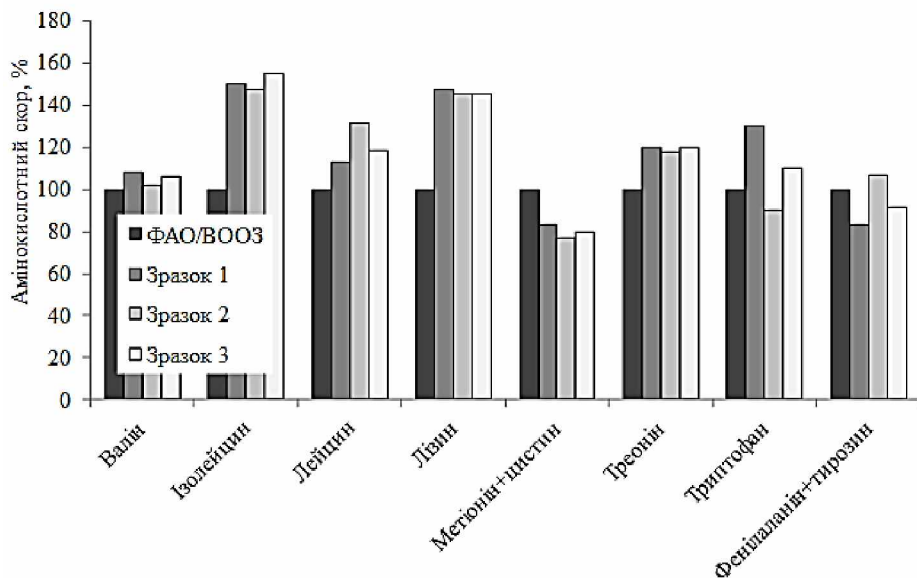


Рис. 1. Амінокислотний скор дослідних зразків плавлених сирів порівняно зі шкалою ФАО/ВООЗ

Для оцінки ступеня використання білка обчислено коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС) — середню величину надлишку амінокислотного скору незамінних амінокислот порівняно зі скором лімітуючої амінокислоти. Чим менше значення КРАС, тим повніше в продукті використовуються амінокислоти. Оцінку збалансованості амінокислотного складу білків у дослідних зразках плавлених сирів наведено в табл. 5.

Таблиця 5. Оцінка збалансованості амінокислотного складу білків у дослідних зразках плавлених сирів

Показник	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС)	25,24	22,93	22,92
Біологічна цінність (БЦ), %	74,76	77,07	77,08

Враховуючи інформаційні дані, наведені в табл. 5, можна зробити висновок, що всі зразки плавлених сирів мають високі показники біологічної цінності. Так, значення БЦ коливаються від 74,76 до 77,08%. Дещо вищі значення спостерігаються у зразках з додаванням соєвого білкового ізоляту.

Висновки

Обґрунтовано доцільність додавання до рецептури плавленого сиру білкових концентратів молочного та немолочного походження, зокрема сироваткового білкового концентрату та соєвого білкового ізоляту.

Досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники модельних зразків плавлених сирів. Виявлено, що раціональна кількість білкових добавок становить 4%. При цьому готовий продукт набуває приємних смако-ароматичних показників, гомогенної консистенції.

При дослідженні біологічної цінності білків модельних зразків плавлених сирів виявлено високі показники у всіх сирах. Дещо вищі значення в зразках з додаванням соєвого білкового ізоляту. Про це свідчить коефіцієнт різниці амінокислотного скору, який майже на 2,5% більший порівняно зі значенням зразків з додаванням сироваткового концентрату, що підтверджується результатами визначення біологічної цінності плавлених сирів.

Література

1. Hongjuan Li Airong Qin, Hongmei Yu et. al. Effects of pre-emulsification with heat-treated whey protein on texture and microstructure of processed cheese. *LWT*. 2020. Vol. 124. 109185.
2. Talbot-Walsh G., Kannar D., Selomulya C. pH effect on the physico-chemical, microstructural and sensorial properties of processed cheese manufactured with various starches. *LWT*. 2019. Vol. 111. PP. 414—422.
3. Inouea K., Fub W., Nakamura T. Explaining the different textures of commercial processed cheese from fractured structures. *International Dairy Journal*. 2019. Vol. 97. PP. 40—48.
4. Бовкун А. О. Дослідження фізико-хімічних процесів плавлення і розробка технології пастоподібних плавлених сирів з використанням кислomолочного сиру: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04 Київ, 2004. 22 с.
5. Молибога Е. А. Разработка технологии плавленого сыра для функционального питания: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.18.04. Улан-Удэ, 2008. 20 с.
6. Савченко О. А., Грек О. В., Красуля О. О. Актуальні питання технології молочно-білкових концентратів: теорія і практика. Монографія. К.: ЦП «Компринт», 2015. С. 293.
7. Хвьяля С. И. Пчелкина В. А. Структурно-функциональные особенности соевых белковых продуктов. *Мясной бизнес*. 2008. № 7. С. 24—28.
8. Бейко Л. А., Мельничук О. С., Хоренжий Н. В. та ін. Соє і соєві продукти — незамінні компоненти в харчуванні людей. *Харчова наука і технологія*. 2009, № 1(6). PP. 18—21.
9. Chuan-He Tang. Nanostructured soy proteins: Fabrication and applications as delivery systems for bioactives. *Food Hydrocolloids*. 2019. Vol. 91. PP. 92—116.
10. ДСТУ 4458:2005. Концентрати білкові молочні. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 9 с.