

РУДЮК Віталій Петрович

аспірант,

Національний університет харчових технологій,

ПАСІЧНИЙ Василь Миколайович

д-р техн. наук, професор,

Національний університет харчових технологій,

МАРИНІН Андрій Іванович

канд. техн. наук, старш. наук. співр.,

Національний університет харчових технологій,

м. Київ, Україна

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СУХИХ МОЛОЧНИХ КОНЦЕНТРАТІВ ЯК БІЛКОВОЇ ОСНОВИ В АНАЛОГАХ СИРУ, ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ У М'ЯСНИХ ВИРОБАХ

М'ясна та молочна промисловість є галузями харчової промисловості, які забезпечують населення України харчовими продуктами на основі білоквмісної сировини тваринного походження. Таким чином м'ясні та молочні продукти повинні входити в достатній кількості до раціонів харчування та відповідають за його повноцінність.

Поєднання даних продуктів та сировинних компонентів тваринного походження є основою харчування в багатьох країнах та урізноманітнює страви багатьох кухонь світу. Оскільки продукти виготовлення на підприємствах вищесказаних галузей є соціально значимими для кожної країни та регіону світу, розроблення нових та вдосконалення набутих технологій не втрачатимуть актуальність¹. Асортимент, ціни та кількість споживання на душу населення м'ясних та молочних продуктів, є певним індикатором соціально-економічного стану населення. Тому важливим є розроблення рецептур та технологій, які дозволятимуть, навіть у кризових ситуаціях, максимально забезпечувати населення продуктами з високою енергетичною та біологічною цінністю².

1 Матішак, Ю. І., Сучасний стан та перспективи розвитку молочної галузі України. //Вісник соціально-економічних досліджень, 2015, №3 (58). С. 137-143.

2 Шаповал, Б. Ш., Аналіз стану внутрішнього ринку та експорту продукції молочної та м'ясної галузей України // Вісник Національного Хмельницького університету, 2020, №6 (16). С. 169-173

В силу нестабільної ситуації у світі, яка триває останні декілька років, все більшої актуальності набувають ресурсозберігаючі технології із відновлених видів сировини, направлені на раціональне використання супутніх продуктів м'ясопереробної галузі³. Дефіцит певних видів продовольчих компонентів, обірвані логістичні ланцюги примушують шукати рішення, які дозволятимуть максимально оптимізувати виробництво для роботи в автономному режимі і використовувати весь спектр сировини, яка дозволяє забезпечити повноцінність продукції, що виробляється⁴. В тому числі на сировині тривалого зберігання, яка не потребує особливих умов для складування та подальшої переробки⁵.

Для підвищення біологічної, енергетичної цінності та покращення основних споживчих властивостей різних продуктів, часто використовують молочні продукти, в тому числі, сухі молочні концентрати. У м'ясних виробках, використання продуктів переробки молока дозволяють покращити структурно-механічні, функціональні та органолептичні якості готового продукту.

Використання сирів та сирних продуктів у ковбасних виробках, зокрема сосисках, сардельках, варених та напівкопчених ковбасах є досить поширеним. Дані продукти користуються чималою популярністю у споживачів, та присутні у асортиментному ряді більшості виробників м'ясних виробів⁶. Виготовлення даного виду продукції вимагає використання додаткової виробничої одиниці, для виготовлення сирів та окремо для виготовлення готових ковбасних виробів, що в свою чергу передбачає додаткові витрати на логістику та зберігання.

Розробляється, альтернативне рішення, щодо виготовлення білкового сирного продукту, для використання у ковбасних виробках. Даний продукт можна виготовляти безпосередньо на м'ясопереробному підприємстві, використовуючи наявне обладнання із мінімальною доукомплектацією. Пропонується виготовлення білково-жирового продукту (аналогу сиру) на основі сухих молочних концентратів з додаванням жиру, стабілізаторів, смакових добавок⁷.

3 Пасичний, В. Н., Проблема белка или проблема качества пищи//Мясной бизнес, 2004, № 2, Ч.1. С. 12-18.

4 Пасичний, В. М., Захандревич, О. А., Характеристики основной мясной сировини та субпродуктів для виробництва ковбасних виробів вареної групи// Мясное дело, 2008, № 1. С. 39–41.

5 Скоробогатова, Н. Є., & Ремінський, М. М., Формування зовнішньоторговельної стратегії вітчизняних експортно-орієнтованих підприємств під впливом пандемії COVID-19// Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», 2021, №19(18). С. 89-98

6 Баль-Прилипко, Л. В., & Старкова, Е. Р., Вдосконалення технології варених ковбасних виробів// Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції, 2015, 34. С. 24-26.

7 Rudiuk, V., Pasichnyi V. & Khorunzha T., Rationale of cheese filling technology for the meat industry // PROCEEDINGS, UNIVERSITY OF RUZE «Angel Kanchev», 2021, №60 (10.2.). P. 34-41.

Ринок аналогів сиру особливо розвинений у США. Стимулом до розвитку цієї продукції стала нижча собівартість порівняно з сиром виготовленим за класичною рецептурою⁸. Для виробництва аналогів сиру можуть використовуватись додаткові компоненти, клітковина, гідроколоїди, модифіковані крохмалі прянощі та функціональні препарати, які дозволяють регулювати необхідні структурно-механічні показники фабрикатів для подальшого їх використання в технологіях м'ясних і м'ясомістких продуктів⁹. Однак для забезпечення біологічної повноцінності даних продуктів важливо достатній рівень протеолітичної доступності білкового складу даних виробів і наявності в системі білків тваринного походження¹⁰. Одним із видів білкових поліпшувачів частіше всього для сирних продуктів виступатимуть сухі молочні концентрати¹¹.

Аналоги плавленого сиру є прикладом продукту, в якому заміна одного чи кількох інгредієнтів іншими не викличе технологічних проблем. Таким чином, така зміна рецептури дозволяє знизити собівартість продукції та отримати продукт з достатньою кількістю поживних речовин, що повністю відповідатиме очікуванням споживачів.

Тенденції, які спостерігаються в розробці нових рецептур, пов'язані зі змінами темпу життя та харчових звичок населення, що викликає потребу виготовлення продуктів, із демократичною ціновою політикою та максимальною енергетичною цінністю¹² (Cernikova, Bunka, Pospiech, Tremlova, Hladka, Pavlinek & Brezina, 2010).

На ринку сухих молочних концентратів представлено досить багато видів сировини, котрі можуть бути основою для запропонованого продукту. Всі вони відрізняються за вмістом білків, жирів, енергетичною цінністю, розчинністю, економічною ефективністю використання. Білки молока є сумішшю декількох білкових речовин, деякі з них сполучені між собою хімічним або фізичним зв'язком.

8 Shaw M., Cheese substitutes: threat or opportunity? // Society Dairy Tech, 1984, 37. P. 27-31

9 Иванов, С. В., Пасичный, В. Н., Страшинский, И. М., Маринин, А. И., & Фурсик, О. П. (2014). Полуфабрикаты из мяса индейки с использованием текстурформирующих наполнителей. Полуфабрикаты из мяса индейки с использованием текстурформирующих наполнителей // Химия и технология пищи. Научные труды, Каунас, 2014, Т. 48, № 2. С. 25-33.

10 Українець, А. І., Пасичний, В. М., Шведюк, Д. А., Мацук, Ю. А., Дослідження здатності до протеолізу м'ясних січених напівфабрикатів функціонального призначення // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології. 2017, Т.19, № 75, 129–133. doi:10.15421/nvvet7526.

11 Kratochvil J.F., Imitation cheese product. United Kingdom Patent Application, 1986, 216. P. 1-8.

12 Cernikova M., Bunka F., Pospiech M., Tremlova B., Hladka K., Pavlinek V., Brezina P., Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production // Int. Dairy J. 2010, 20. P. 336-343.

Фракційний склад білків молока вивчається і уточнюється в міру вдосконалення методів розділення білкових речовин на окремі фракції¹³. Склад і відмінні властивості білків молока показані у Табл. 1.

Таблиця 1.

Білковий склад молока

Назва	Вміст, %	Назва	Вміст, %	Назва	Вміст, %
Казеїн	78-85	Сироваткові білки	15-22	Імуноглобуліни	1,9-3,3
α_s -казеїн	45-55	β -лакто-глобулін	7-12	Ig G	1,4-3,3
χ -казеїн	8-15	α -лакто-глобулін	2-5	Ig A	0,2-0,7
β -казеїн	25-35	Альбумін сироватки крові	0,7-1,3	-	-
γ -казеїн	3-7	-	-	-	-

Метою дослідження є аналіз сухих молочних концентратів, які потенційно можуть використовуватись, як білкова основа для виготовлення білково-жирового наповнювача по типу сирного.

Основні види молочних білкових концентратів, в залежності від способу виготовлення наведено на Рис.1.

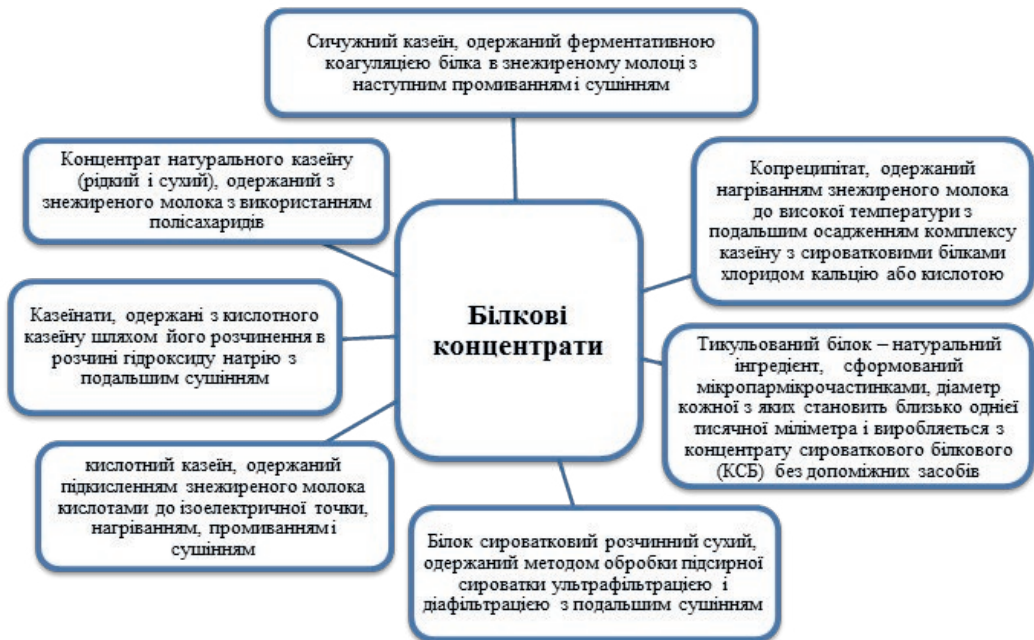


Рис.1 Види молочних білкових концентратів, в залежності від способу виготовлення.

13 Paximada, P., Howarth, M., & Dubey, B. N., Double emulsions fortified with plant and milk proteins as fat replacers in cheese // Journal of Food Engineering, 2021, 288. P. 11-22.

Для дослідження вибрано наступні види сухих молочних концентратів :

- Казеїн (АС «Penias LT», Литва), (К)
- Казеїнат натрію (ТМ DairyCo, Україна), (КН)
- Казезеїнат кальцію(ТМ DairyCo, Україна), (ККц)
- Казеїнат калію(ТМ Polsero, Польща), (ККл)
- Концентрат сироваткового білка (ТМ Mlekovita, Польща), (КСБ)

Казеїнати – це солі кислого казеїну, які використовуються як функціональні добавки до харчових продуктів. Казеїн, завдяки своїй високій харчовій цінності та доступності, є одним із найважливіших білків, які використовуються в харчуванні людини. Для поліпшення функціональних властивостей казеїну його нейтралізують лужними сполуками з утворенням водорозчинних солей натрію, кальцію, калію, магнію або інших. Казеїнати характеризуються здатністю утворювати піну та олійно-водну емульсію, зв'язувати жир і воду, високою в'язкістю водних розчинів і гелеутворювальною здатністю.

Аналіз основного хімічного складу сировини показав, що досліджувані білкові концентрати характеризуються високим вмістом білка (бл. 90 %), 5-8 % води, 1,5 %. % жиру, 0,6 % лактози, 2-4 % золи. Відрізняються лише концентрат сироваткового білка, із значно нижчим вмістом білка та вищими показниками жиру та лактози. Порівняно з казеїном казеїнати показали менший вміст води та вищий рівень золи. Підвищення вмісту мінеральних сполук у казеїнатах спровоковане дією лужних розчинів, що додаються в технологічному процесі. Нижчий вміст лактози в казеїнатах порівняно з казеїном, ймовірно, є результатом взаємодії молочного цукру з білком у процесі екструзії з утворенням сполук Майєра. Основні показники досліджуваних білкових препаратів представлено у Табл. 2.

Таблиця 2.

Основний хімічний склад досліджуваних білкових препаратів

	Білковий препарат	Вміст компонентів, %				
		Білок	Волога	Жир	Лактоза	Зола
1	Казеїн (К)	88,89	8,57	1,51	0,68	2,13
2	Казеїнат натрію (КН)	88,71	6,50	1,29	0,52	3,67
3	Казеїнат кальцію (ККц)	89,59	6,57	1,36	0,54	3,55
5	Казеїнат калію (ККл)	88,67	5,29	1,51	0,51	4,10
6	Концентрат сироваткового білка(КСБ)	69,44	7,46	4,41	3,21	3,61

Проведено дослідження на визначення ступеню розчинності за наступною методикою: 10 г. сухого білкового препарату на високій швидкості розчиняємо в 100 мл води при температурі 20 °С та 50 °С. Приготування розчину відбувалося з допомогою кутера Thermomix ТМ6, з частотою обертів 3700 об/хв. Розчин залишаємо на 15 хв., потім перемішуємо ще раз. 50 мл розчину наливаємо в конічну центрифужну пробірку. Пробірку центрифугуємо 5 хв., рідину зливаємо, пробірку наповнюємо водою (для зручності зчитування) і вміст перемішується. Після цього пробірку центрифугують 5 хв. і заміряють кількість осаду. Кількість осаду виражається в мл і називається індексом розчинності.

Паралельно було визначено рН досліджуваних розчинів білкових препаратів. Значення індексу розчинності та рН розчинів наведено у Табл. 3.

Таблиця 3.

Індекс розчинності та рН розчинів білкових препаратів

Номер зразка	Білковий препарат	Індекс розчинності, мг		рН	
		20°C	50 °C	20°C	50 °C
1	Казеїн (К)	0,24	0,21	6,52	6,5
2	Казеїнат натрію (КН)	0,25	0,22	6,87	6,82
3	Казеїнат кальцію (ККц)	0,23	0,22	6,75	6,72
5	Казеїнат калію (ККл)	0,21	0,2	6,51	6,47
6	Концентрат сироваткового білка(КСБ)	0,32	0,28	6,43	6,4

При проведенні дослідження виявлено, що розчинність підібраних білкових препрепаратів досить хороша, індекс розчинності знаходиться на рівні якісного сухого молока та молочних сумішей. Однак, концентрат сироваткового білка, має дещо завищений показник, це може говорити про можливе використання при виготовлення низькоякісної молочної сировини з великим вмістом молочної кислоти (через високу активність бактерій). Це в свою чергу, при сушінні, викликало часткову денатурацію сироваткових білків, що і випали в осад.

Визначено, що при вищій температурі, близько 50°C, розчиняються білкові препарати краще та швидше. Рівень рН сумішей близький до значень, вказаних виробником, при зміні температури розчинення зміни не значні.

Провівши дане дослідження, можна стверджувати, що білкові препарати на основі молочних білків, перспективно використовувати, як основу для

виготовлення аналогів сиру. Високий вміст білка, хороша розчинність дозволятимуть формувати білково-жирові системи із високою енергетичною цінністю та споживчими властивостями.

Подальші дослідження будуть направлені на визначення біологічної цінності розроблених аналогів сиру за кількісним і якісним складом амінокислот та їх доступності системі травлення при розробленні складних сирних композицій в яких будуть наявні тваринні а також комплекс текстуроформуєчих наповнювачів (полісахариди, гідроколоїди, крохмаль).

DOI: 10.51587/9781-7364-13395-2022-008-277-283

ТЕРНОВСЬКИЙ Валентин Борисович,

д-р фіз.-мат. наук, доцент,

Інститут Військово-Морських Сил

Національного університету «Одеська морська академія»

ORCID ID: 0000-0002-4402-4157

Україна

ХАОС-КІБЕРНЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЮ НЕЛІНІЙНЕЙНОЇ ДИНАМІКИ РЕЛЯТИВІСТСЬКИХ РІДБЕРГІВСЬКИХ АТОМНИХ СИСТЕМ

Сучасний стан теорії динамічних систем та хаосу або в більш загальному уявленні, нелінійної теорії, викладено в цілому ряді відомих монографій, оглядів і статей. Серед них багато робіт присвячені класично-механічним або квантово-механічним дослідженням явища хаосу в таких квантових системах, як атоми та молекули, а також ядра у зовнішніх (магнітному, електричному лазерному) полях.

Однією з важливих характеристик нелінійної динамічної системи, безперечно, є дивний аттрактор, тобто, деяка складно влаштована множина в фазовому просторі, що притягує до себе хаотичні траєкторії з деякої прилягаючої області (басейну атрактора). Найменша ціла розмірність простору, що містить весь аттрактор, називається розмірністю вкладення m . Вона відповідає кількості незалежних змінних, що однозначно визначає усталений рух динамічної системи. Множина, відповідна дивному