

FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF MODEL MINCED MEAT OF KRAFT SEMI-SMOKED SAUSAGES WITH LAMB MEAT AND PLANT PROTEINS

V. Pasichnyi, S. Bozhko

National University of Food Technologies

V. Tischenko, N. Bozhko

Sumy National Agrarian University

Key words:

Lamb
Vegetable protein fillers
Technology
Semi-smoked craft
sausages

Article history:

Received 17.09.2024
Received in revised form
30.09.2024
Accepted 18.10.2024

Corresponding author:

V. Pasichnyi

E-mail:

pasww1@ukr.net

Citation: Пасічний В. М., Божко С. Б., Тищенко В. І., Божко Н. В. (2024). Функціонально-технологічні властивості модельних фаршів крафтових напівкопчених ковбасок з м'ясом баранини і рослинними наповнювачами. *Наукові праці НУХТ*, 30(5), 164—173.
DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-5-14

ABSTRACT

A scientific basis for the effectiveness of the use of vegetable fillers in the technology of semi-smoked sausages is provided in the article. The combination of proteins of animal and vegetable origin opens up new opportunities for the development of innovative products that can satisfy the needs of consumers. The purpose of our study was to determine the effectiveness of using vegetable protein sources, namely watermelon seeds, chia seeds and hemp seed protein in the technology of semi-smoked craft sausages based on lamb meat.

The subject of research was model meat systems of semi-smoked sausages in a natural casing. Semi-smoked sausage recipes were developed, the composition of which included lamb meat, mechanically deboned turkey meat, fatty pork, first grade beef, and watermelon seed flour, hemp seed protein, and chia seed flour in different ratios (4, 6, and 8% by weight of raw materials).

It was proved that increasing the part of lamb in semi-smoked sausages to 40%, introducing MDM of turkey and hemp seed protein to 8% improved the functional and technological properties of model minced meat: water binding capacity (WBC) by 9.31%, water holding capacity (WHC) by 34.1—45.83%. The use of watermelon seed flour in concentrations of 4—8% allowed to increase the WBC of model minced meat systems by 2.66—6.38%, and the moisture-retaining capacity by 31.69—38.54% compared to the control formulation. It was established that the addition of watermelon seed flour, chia seed flour and hemp seed protein to the recipes of semi-smoked sausages with lamb meat increased the emulsifying properties of meat model systems, namely the emulsifying capacity up to 46.07%, and the stability of the emulsion by an average of 22.30%. The level of emulsifying ability depends on the amount of filler in the recipe and on the content of protein substances in it.

ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДЕЛЬНИХ ФАРШІВ КРАФТОВИХ НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАСОК З М'ЯСОМ БАРАНИНИ І РОСЛИННИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ

В. М. Пасічний, С. Б. Божко

Національний університет харчових технологій

В. І. Тищенко, Н. В. Божко

Сумський національний аграрний університет

У статті наведено наукове обґрунтування ефективності використання рослинних наповнювачів у технології напівкопчених ковбас. Комбінування білків тваринного і рослинного походження відкриває нові можливості для розробки інноваційних продуктів, які можуть задовольнити потреби споживачів. Метою дослідження було визначення ефективності використання джерел рослинних протеїнів, зокрема кавуна, насіння чіа і протеїну з насіння коноплі в технології напівкопчених крафтових ковбас на основі м'яса баранини.

Предметом досліджень були модельні м'ясомісткі системи напівкопчених ковбас у натуральній оболонці. Розроблено рецептури напівкопченої ковбаси, до складу яких входили м'ясо баранини, м'ясо птиці механічного обвалювання індиче, свинина жирна, яловичина першого сорту, а також борошно насіння кавуна, протеїн насіння коноплі та борошно насіння чіа у різних співвідношеннях (4, 6 і 8% до маси сировини).

Доведено, що збільшення частки баранини у напівкопчених ковбасках до 40%, введення МПМО індичого та протеїну насіння коноплі до 8% покращує функціонально-технологічні властивості модельних фаршів: ВЗЗа на 9,31%, ВУЗ на 34,1—45,83%. Використання борошна з насіння кавуна у концентраціях 4—8% дає змогу підвищити ВЗЗ модельних фаршевих систем на 2,66—6,38%, а вологостримуючу здатність на 31,69—38,54% порівняно з контрольною рецептурою. Доведено, що введення борошна з насіння чіа у модельні системи на основі баранини призводить до зростання вмісту води на 3,11—8,86%, ВЗЗ на 8% і ВУЗ на 28,75—44,15%. Встановлено, що додавання борошна з насіння кавуна, насіння чіа і протеїну з насіння коноплі до рецептур напівкопчених ковбас підвищує емульгуючі властивості м'ясних модельних систем, зокрема емульгуючу здатність до 46,07%, а стабільність емульсії в середньому на 22,30%. Рівень емульгуючої здатності залежить від кількості наповнювача у рецептурі і від вмісту в ньому білкових речовин.

Ключові слова: баранина, рослинні наповнювачі, технологія, напівкопчені крафтові ковбаси.

Постановка проблеми. Сучасна харчова промисловість активно адаптується до змінюваних вимог споживачів, впроваджуючи функціональні інгредієнти для підвищення якості продукції. Зростання популярності рослинних білків обумов-

лене кількома факторами, включаючи проблеми зі здоров'ям тварин, глобальні дефіцити тваринного білка, попит на здорову їжу, а також релігійні вимоги до харчування (Sha, & Xiong, 2020; Tan та ін., 2023).

Комбінування білків тваринного і рослинного походження відкриває нові можливості для розробки інноваційних продуктів, які можуть задовольнити потреби споживачів. Білки бобових і олійних культур особливо важливі завдяки їх високому вмісту білка і функціональним властивостям (Kurek та ін., 2022; Kołodziejczak та ін., 2021). Це робить їх цінними компонентами для створення здорових, поживних і привабливих продуктів харчування. Поєднання білків різного походження може бути науково обґрунтованим технологічним прийомом не тільки для створення низькокалорійних з високою біологічною цінністю продуктів, але й з метою покращення низки споживчих властивостей, таких як текстура, смак і загальна споживча привабливість продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із перспективних компонентів, що активно вивчається в м'ясопереробній промисловості, є насіння чіа (*Salvia hispanica* L.), яке відрізняється високим вмістом біологічно активних сполук, зокрема омега-3 жирних кислот, антиоксидантів, харчових волокон і рослинних протеїнів (Fernández-López та ін., 2021; Senna та ін., 2024). Насіння чіа привертає велику увагу через вміст білка до 20%. Протеїн насіння чіа містить 18 замінних і незамінних амінокислот, які можна розглядати як альтернативне джерело рослинного білка для людей, які є веганами та мають алергію на сою або глютен (Chen та Luo, 2024). Використання насіння чіа у виробництві ковбасних виробів є особливо перспективним, так як дозволяє підвищити вологоутримуючу здатність і стабільність структури ковбаси на понад 30%, а також знизити вміст насичених жирів на 15—20% (Gorachiya та ін., 2022).

Окрім того, антиоксидантна активність насіння чіа допомагає зменшити окислювальні процеси, що є ключовим фактором у подовженні терміну зберігання готової продукції на 25—30% (Antonini та ін., 2020; Fernández-López та ін., 2020). Це забезпечує не лише тривалість зберігання, але й збереження смакових якостей і поживних властивостей продуктів. Пептиди, отримані з чіа, можуть бути новою альтернативою звичайним консервантам у їжі. Було синтезовано пептиди з насіння чіа та оцінено їх антибактеріальну активність щодо *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* та *Salmonella Enteritidis* за допомогою тестів мікророзведення. Також проведено мікробне зараження зразків свинини, інокульованих *L. monocytogenes* і *S. Enteritidis*, щоб визначити їхню інгібіторну дію на м'ясо свинини. Результати показали потенційну антибактеріальну активність цих пептидів з мінімальними діючими концентраціями в діапазоні від 0,23 до 5,58 мг/мл. Відсоток інгібування біоплівки був вище 40%, а відсоток ліквідації був нижчим за 20%. Дослідження *in vitro* на еритроцитах і фібробластах людини продемонстрували, що пептиди не є гемолітичними чи цитотоксичними агентами (Madrazo та Campos, 2023).

Кавун (*Citrullus lanatus*) є одним із найбільш споживаних фруктів у світі завдяки своєму солодкому смаку та високому вмісту води. Однак його споживання призводить до накопичення побічних продуктів — насіння та шкірки. Поживність насіння кавуна вивчалася і була висвітлена в багатьох наукових дослідженнях, які продемонстрували різноманітність поживних речовин (жиру, білка, клітковини,

мінералів і вітамінів), а також фітохімічних молекул з широким спектром біологічної активності з позитивним впливом на здоров'я людини (Benmeziane, & Deradji, 2023). Аналіз хімічного складу насіння кавуна показав, що значення вмісту вологи, сирого протеїну, сирого жиру, золи, сирої клітковини та вуглеводів коливаються від 5,06—8,50%, 25,33—49,70%, 32,90—50,48%, 2,98—4,90%, 2,10—6,10% і 6,06—10,68% відповідно (Omoniye, 2020). За даними (Zamuz, 2021), насіння кавуна характеризується наявністю біологічно активних сполук, які мають різну хімічну структуру, такими як каротиноїди, ксантофіли, фенольні сполуки, цитрулін і ненасичені жирні кислоти. Велика кількість загальних поліфенолів, вітаміну С, цитруліну та лікопіну, близько 40% порівняно з сирими томатами, надають перевагу насінню кавуна порівняно з іншими культурами. Крім того, було встановлено, що насіння кавуна має терапевтичні властивості, включаючи протидіабетичні, антиоксидантні, антигіпертензивні, протизапальні, противиразкові, протипухлинні, гіпохолестеринемічні, гепато-, нефро- та нейрозахисні властивості та антибактеріальні властивості (Zia та ін., 2021). Тож використання цього побічного продукту для проектування та розробки інноваційних функціональних продуктів харчування з доданою вартістю є важливим для стійкості в усьому харчовому ланцюгу.

Харчова цінність насіння конопель широко вивчалась в останні роки завдяки високій поживній цінності, зокрема вмісту ліпідів, білків, клітковини, мінералів і вітамінів. Протеїн насіння коноплі має бажаний профіль незамінних амінокислот і чудову засвоюваність, що свідчить про високу якість цього інгредієнту (Chen та ін., 2023). Насіння конопель багате на білок, ненасичені жирні кислоти та харчові волокна (Farinon та ін., 2020). Крім того, конопля має унікальний поживний склад з високим вмістом білка та більш низьким вмістом вуглеводів, ніж соя, що помітно відрізняє її від інших круп, таких як рис і пшениця. Конопляний білок складається з трьох основних фракцій: глобулінів, альбумінів і незначних пептидних ланцюгів, багатих сіркою (Rizzo та ін., 2023). Серед своїх помітних характеристик протеїн насіння коноплі демонструє високий рівень глютамінової кислоти й аргініну, що викликало інтерес до цього джерела білка. На частку аргініну припадає 12% протеїну конопель, що є значно вищою часткою, ніж інші джерела тваринного або рослинного походження з високим вмістом білка. Крім того, конопля має більший вміст сірковмісних амінокислот, ніж соя та казеїн (Montero та ін., 2023). Завдяки унікальному протеїновому складу, його функціональним властивостям протеїн насіння коноплі став інноваційним інгредієнтом у виробництві певних м'ясних продуктів (Pasichnyi та ін., 2024; Bozhko та ін., 2024).

Отже, хімічний склад продуктів переробки коноплі та кавуна, насіння чіа, їхня доступність і відносно низька собівартість на ринку регіональних продуктів України робить їх перспективним джерелом білка в технології м'ясних комбінованих продуктів.

Мета дослідження: визначення ефективності використання джерел рослинних протеїнів, зокрема насіння кавуна, насіння чіа і протеїну з насіння коноплі в технології напівкопчених крафтових ковбас на основі м'яса баранини.

Матеріали і методи. Предметом досліджень були модельні м'ясо-місткі системи напівкопчених ковбас у натуральній оболонці. В умовах ковбасного цеху ФОП «Максименко А. О.» було розроблено рецептури напівкопченої ковбаси, до складу яких входили м'ясо баранини, МПМО (індика), свинина жирна, яловичина

першого гатунку, а також борошно насіння кавуна, протеїн насіння коноплі та борошно насіння чіа у різних співвідношеннях (4, 6 і 8% до маси сировини), які представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Рецептури експериментальних напівкопчених ковбас

Інгредієнти	Контроль	Варіанти розроблених рецептур								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Баранини односортна	25	40	35	30	40	35	30	40	35	30
Свинина жилована жирна	35	14	16	20	14	16	20	14	16	20
Яловичина 1 сорту	40	17	23	27	17	23	27	17	23	27
МПМО (індице)	—	25	20	15	25	20	15	25	20	15
Борошно насіння кавуна	—	4	6	8	—	—	—	—	—	—
Протеїн з насіння коноплі	—	—	—	—	4	6	8	—	—	—
Борошно насіння чіа	—	—	—	—	—	—	—	4	6	8
Всього:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Борошно з насіння кавуна вносили в гідратованому вигляді (гідромодуль 1:2), а протеїн насіння коноплі при гідромодулі 1:3, борошно насіння чіа при гідромодулі 1:2. Як контроль була обрана рецептура напівкопченої ковбаси «Хасіп-преміум» (ТУ У 10.1-39257173-002:2018).

М'ясо баранини, яловичину 1 сорту, свинину жиловану жирну подрібнювали на лабораторній м'ясорубці (Philipps, Germany), після чого додавали МПМО індице і сухі інгредієнти. Гідратацію рослинних компонентів проводили теплою (35—40 °С) водою протягом 15 хвилин. Подрібнені компоненти перемішували протягом 8 хвилин. У кінці перемішування фаршу додавали спеції. Після виготовлення фарш шприцювали за допомогою ручного шприца в натуральну оболонку баранячі черева. Подальшу обробку напівфабрикату проводили згідно з технологічною схемою, представленою на рис. 1.

Напівкопчену ковбасу виготовляли за традиційною технологією згідно з ДСТУ 4435:2005. У модельних фаршах визначали функціонально-технологічні показники за стандартними методиками: вологозв'язуюча здатність, вологоутримуюча здатність, вологість, рН, емульгуюча здатність, стабільність емульсії (Bozhko та ін., 2021a; Bozhko та ін., 2021b).

Викладення основних результатів дослідження. Результати вивчення функціонально-технологічних властивостей модельних фаршів напівкопчених ковбасок представлені в табл. 2.

Аналіз отриманих даних демонструє тенденцію до зв'язування й утримання води в модельних м'ясних системах на основі баранини і з використанням насіння кавуна. Показник ВЗЗ_а у дослідних зразках 1—3 коливався від 63,4±0,43 до 65,7±0,56 %, що на 2,66—6,38% вище порівняно з контрольним фаршем. Це можна пояснити тим, що компоненти, які входять до складу розроблених рецептур, були підібрані з урахуванням можливості синергічних взаємодій між ними, що дало змогу сполучно-тканинним білкам і білкам борошна з насіння кавуна разом

з м'ясними білками зв'язати та утримувати не лише воду внесену при гідратації, але й додаткову вологу згідно рецептурного співвідношення. Найвищим цей показник був у зразку фаршу за рецептурою № 3, в якому вміст борошна з насіння кавуна становив 8%, що свідчить про найбільш оптимальне співвідношення компонентів.

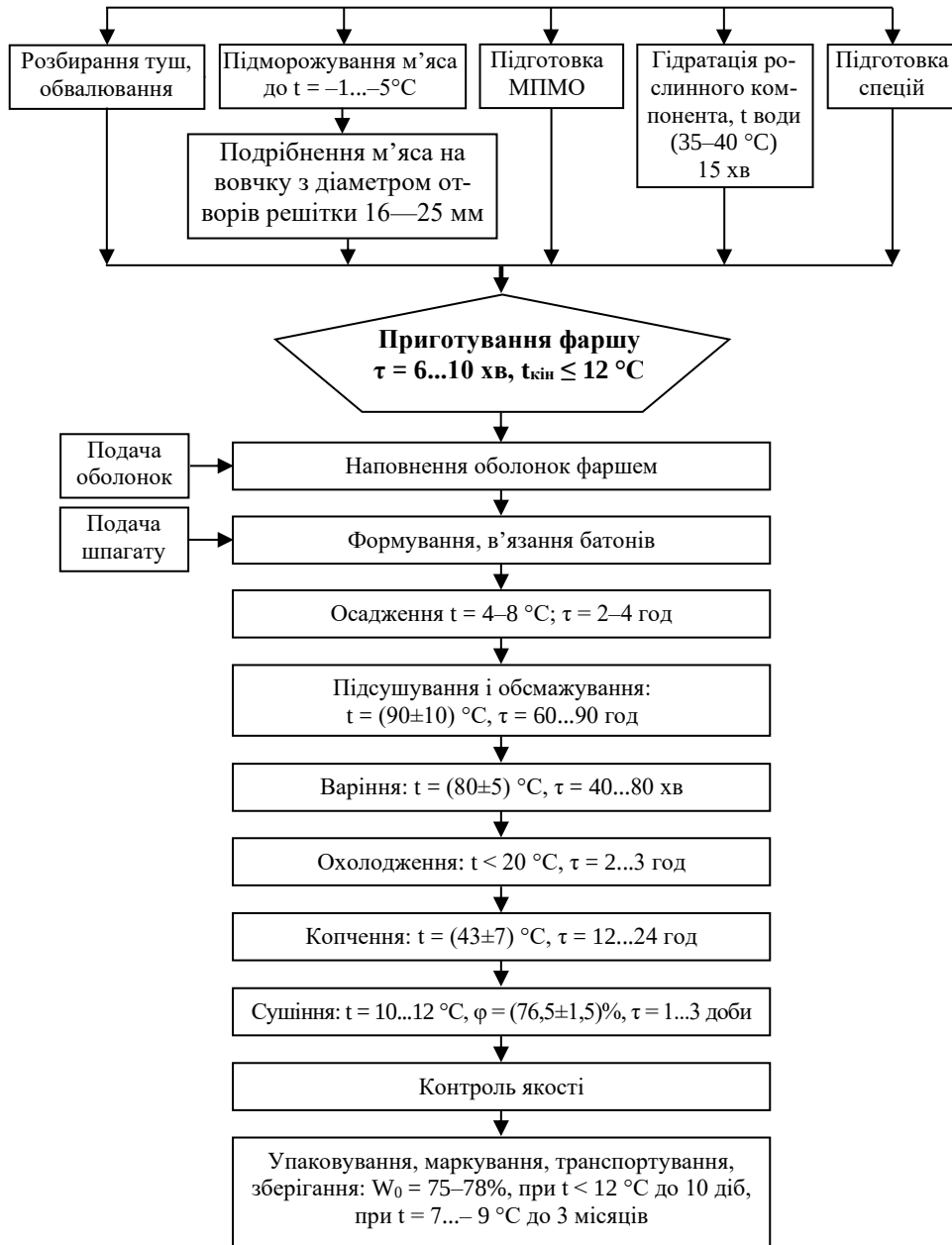


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення напівкопчених ковбасок

Таблиця 2. Функціонально-технологічні властивості модельних фаршів дослідних напівкопчених ковбасок з м'ясом баранини і рослинними наповнювачами

Показ- ник	Контроль	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вміст во- логи, %	60,13±1,09	63,15± 0,87	64,71± 0,78	65,34± 0,46	63,00± 0,87	66,27± 1,09	68,51± 0,16	62,00± 0,48	64,31± 0,89	65,46± 0,21
VЗЗ _а , %	61,76±0,04	63,4± 0,43	64,3± 0,13	65,7± 0,56	64,50± 0,17	64,76± 0,33	67,51± 0,09	63,65± 0,13	63,87± 0,28	66,95± 0,11
VЗЗ _м , %	96,31±0,16	95,3± 0,27	96,5± 0,11	97,3± 0,03	97,23± 0,08	96,89± 0,54	97,84± 0,45	97,88± 0,07	97,89± 0,34	98,14± 0,35
ВУЗ, %	37,42±1,74	49,28± 0,47	50,69± 0,95	51,84± 0,35	50,18± 1,37	53,09± 3,45	54,57± 0,33	48,18± 0,77	52,57± 1,05	53,94± 0,22
pH	5,99±0,01	6,04± 0,01	6,09± 0,01	6,14± 0,03	6,24± 0,01	6,25± 0,01	6,52± 0,03	6,14± 0,01	6,15± 0,01	6,24± 0,03

Вологоутримуюча здатність модельних м'ясних систем з додаванням борошна з насіння кавуна коливалася в межах від 49,28±0,47% до 51,84±0,35%, що на 31,69—38,54% вище порівняно з контрольною рецептурою.

Аналогічні залежності були отримані і при вивченні VЗЗ_м модельних фаршів. Цей показник у дослідних модельних системах 1—3 становив у середньому 96,37%, що практично не поступається значенню цього показника в контролі.

Аналіз даних, наведених у табл. 2 чітко показує тенденцію до покращення функціонально-технологічних властивостей зразків зі збільшенням частки баранини і протеїну насіння коноплі в продукті. Збільшення вмісту баранини і протеїну коноплі до 40 і 8% відповідно підвищує вміст води в модельному фарші до 68,51%, внаслідок чого VЗЗ_а зросла до 67,51%, що на 9,31% вище порівняно з аналогом. ВУЗ коливав від 50,18±1,37% до 54,57±0,33%, що в середньому на 40% вище за аналог.

Дані табл. 2 свідчать про тенденцію до підвищення функціонально-технологічних властивостей напівкопчених ковбасок з високим вмістом баранини і борошном з насіння чіа. Так, вміст води в дослідних зразках коливався від 62,00±0,48% до 65,46±0,21% залежності від вмісту баранини і борошна насіння чіа в рецептурі, що на 3,11—8,86% вище порівняно з контрольним зразком. Підвищення вмісту води вплинуло на зростання вологозв'язуючої здатності фаршів. Так, найвища VЗЗ_а відмічена в модельному фарші за рецептурою 9 і становила 66,95±0,11%, що на 8,4% вище порівняно з аналогом. Підвищення VЗЗ_а відбувалося пропорційно вмісту баранини і борошна з насіння чіа.

Аналогічна тенденція спостерігалася при вивченні вологоутримуючої здатності модельних фаршів. ВУЗ дослідних зразків коливалася від 48,18±0,77 до 53,94±0,22 %, що на 28,75—44,15% вище, ніж у контрольному фарші. Наявність клітковини і високий вміст білка у насінні чіа та баранині слугують природними гідроколоїдами, що дають змогу експериментальним фаршам зв'язувати й утримувати воду навіть після термічної обробки.

Величина pH у контрольному зразку була найнижчою і становила 5,99±0,01, тоді як у дослідних зразках pH був вище в середньому на 0,29 в лужний бік, що пояснюється включенням рослинних препаратів.

Експериментальні дані емульгуючої здатності (ЕЗ) і стабільності емульсії (СЕ) м'ясних модельних систем для напівкопчених ковбас представлені на рис. 2.

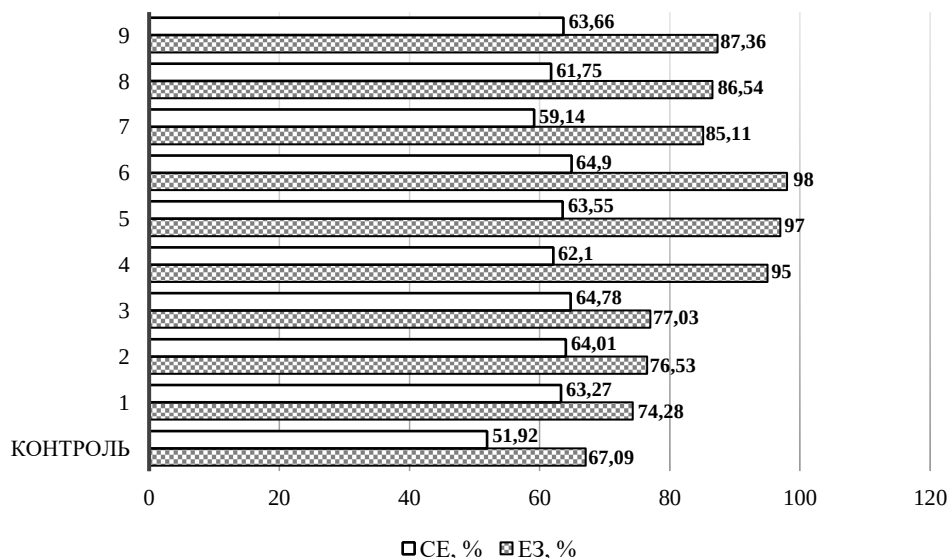


Рис. 2. Емульгуючі властивості модельних м'ясних систем напівкопчених ковбасок з м'ясом баранини і рослинними наповнювачами

Як бачимо з рис. 2, емульгуюча здатність усіх представлених зразків модельних систем коливалася в межах 67,09—98%. ЕЗ була найбільшою у дослідному зразку фаршу, виготовленому за рецептурою № 6 (8% протеїну насіння коноплі) та становила $98,00 \pm 0,04\%$, що на 46,07% вище порівняно з контролем. Загалом, додавання рослинних наповнювачів до м'ясних систем не призвело до погіршення емульгуючих властивостей модельних фаршів. При порівнянні впливу виду і концентрації рослинного препарату на емульгуючі властивості фаршів слід відмітити, що емульгуюча здатність фаршів з протеїном насіння коноплі була вище, ніж модельних систем з борошном з насіння кавуна та борошном з насіння чіа. Так, ЕЗ фаршів з борошном насіння кавуна коливала від $74,28 \pm 1,47\%$ до $77,03 \pm 0,71\%$, що в середньому на 12,37% вище, ніж у контролі. ЕЗ м'ясних модельних систем з протеїном насіння коноплі становила 95—98%. Очевидно, що це пов'язано з вмістом протеїну в рослинних наповнювачах, яка для протеїну коноплі коливає на рівні 50—52%, а для борошна з насіння кавуна — 25—30%.

Встановлено, що стабільність емульсії після термічної обробки також була вище в дослідних зразках, ніж у контролі. Так, СЕ у фаршах з борошном коноплі становила від $63,27 \pm 0,27$ до $64,78 \pm 0,31\%$, а у фаршах з протеїном насіння коноплі від $62,10 \pm 1,11\%$ до $64,90 \pm 0,77\%$, тобто була практично однаковою залежно від концентрації наповнювача в рецептурі. Проте в середньому цей показник у дослідних зразках був вищий, ніж у контролі в середньому на 22,30%.

Результати вивчення емульгуючих властивостей дослідних напівкопчених ковбасок демонструють чітку залежність відповідних показників від вмісту баранини і борошна з насіння чіа. Чим більше вміст баранини і борошна з насіння чіа, тим

вища емульгуюча здатність і стабільність емульсії фаршів. Так, стабільність емульсії фаршів дослідних зразків становила 59,14—63,66%, що на 13,91—22,61% вище, порівняно з аналогом.

Висновки

Отже, використання в технології напівкопчених ковбасок м'яса баранини і рослинних наповнювачів, зокрема борошна з насіння кавуна, насіння чіа і протеїну насіння дає змогу отримати м'ясні вироби з високими функціонально-технологічними властивостями.

Доведено, що збільшення частки баранини в напівкопчених ковбасах до 40%, введення МПМО індичого та протеїну насіння коноплі до 8% покращує функціонально-технологічні властивості модельних фаршів: ВЗЗ_а — на 9,31%, ВУЗ — на 34,1—45,83%.

Використання борошна з насіння кавуна у концентраціях 4—8% підвищує ВЗЗ модельних фаршевих систем на 2,66—6,38%, вологоутримуючу здатність — на 31,69—38,54% порівняно з контрольною рецептурою.

Доведено, що введення борошна з насіння чіа в модельні системи на основі баранини призводить до зростання вмісту води на 3,11—8,86%, ВЗЗ — на 8%, ВУЗ — на 28,75—44,15% порівняно з традиційною напівкопченою ковбасою, яка слугувала контрольним зразком.

Встановлено, що додавання борошна з насіння кавуна, насіння чіа і протеїну з насіння коноплі до рецептур напівкопчених ковбас підвищує емульгуючі властивості м'ясних модельних систем: емульгуючу здатність — до 46,07%, стабільність емульсії — в середньому на 22,30%. Рівень емульгуючої здатності залежить від кількості наповнювача у рецептурі і від вмісту в ньому білкових речовин.

Література

- Antonini, E., Torri, L., Piochi, M., Cabrino, G., Meli, M. A., & De Bellis, R. (2020). Nutritional, antioxidant and sensory properties of functional beef burgers formulated with chia seeds and goji puree, before and after in vitro digestion. *Meat Science*, 161, 108021. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108021>.
- Benmeziene, F., Derradji, A. (2023). Composition, bioactive potential and food applications of watermelon (*citrullus lanatus*) seeds — a review. *Food Measure*, 17, 5045—5061. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02012-5>
- Bozhko, N. V., Tischenko, V. I., Stepanova, T. M. (2024). Development of meat-containing semi-finished products with pike meat and hemp seed protein. *Journal of Chemistry & Technologies*, 32(1). <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i1.296208>.
- Bozhko, N., Pasichnyi, V., Tischenko, V., Marynin, A., Shubina, Y., Strashynskyi, I. (2021a). Determining the nutritional value and quality indicators of meat-containing bread made with hemp seeds flour (*Cannabis sativa* L.). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11), 112. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237806>.
- Bozhko, N., Pasichnyi, V., Tischenko, V., Marynin, A., Shubina, Y., Strashynskyi, I. (2021b). Development of meat-containing breads with hemp seed flour and turkey meat of mechanical crumbing. *EUREKA: Life Sciences*, (4), 34—42. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001977>.
- Chen, H., Xu, B., Wang, Y., Li, W., He, D., Zhang, Y., Xing, X. (2023). Emerging natural hemp seed proteins and their functions for nutraceutical applications. *Food Science and Human Wellness*, 12(4), 929—941. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.10.016>.
- Chen, S., Luo, X. (2024). Chia seed protein as a promising source for plant-based foods: Functional properties, processing methods and potential food applications. *Applied Food Research*, 100459. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100459>.

Farinon, B., Molinari, R., Costantini, L., Merendino, N. (2020). The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition. *Nutrients*, 12, 1935. <https://doi.org/10.3390/nu12071935>.

Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Pérez-Alvarez, J. A. (2021). Quinoa and chia products as ingredients for healthier processed meat products: Technological strategies for their application and effects on the final product. *Current Opinion in Food Science*, 40, 26—32. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.05.004>.

Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, M. E., Navarro-Rodríguez de Vera, C., Lucas-González, R., Roldán-Verdú, A., Pérez-Alvarez, J. A. (2020). Chia, quinoa, and their coproducts as potential antioxidants for the meat industry. *Plants*, 9(10), 1359. <https://doi.org/10.3390/plants9101359>.

Gorachiya, P. R., Bais, B., Pathak, V., Goswami, M. (2022). Quality evaluation of low fat chicken sausages fortified with dietary fibre. *Journal of Animal Research*, (3), 421—428. <https://doi.org/10.30954/2277-940X.03.2022.16>.

Kołodziejczak, K., Onopiuk, A., Szpicer, A., Poltorak, A. (2021). Meat analogues in the perspective of recent scientific research: A review. *Foods*, 11(1), 105. <https://doi.org/10.3390/foods11010105>.

Kurek, M. A., Onopiuk, A., Pogorzelska-Nowicka, E., Szpicer, A., Zalewska, M., Półtorak, A. (2022). Novel protein sources for applications in meat-alternative products — Insight and challenges. *Foods*, 11(7), 957. <https://doi.org/10.3390/foods11070957>.

León Madrazo, A., & Segura Campos, M. R. (2023). Antibacterial properties of peptides from chia (*Salvia hispanica* L.) applied to pork meat preservation. *Journal of Food Science*, 88(10), 4194—4217. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16754>.

Montero, L., Ballesteros-Vivas, D., Gonzalez-Barrios, A. F., Sánchez-Camargo, A. D. P. (2023). Hemp seeds: Nutritional value, associated bioactivities and the potential food applications in the Colombian context. *Frontiers in nutrition*, 9, 1039180. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1039180>.

Omoni, S. A. (2020). Nutrient and anti-nutritional composition of Watermelon (*Citrullus lanatus*) seed: A review. *FUW trends in science and technology*, 5, 048—051. Режим доступу: <https://www.ftstjournal.com/uploads/docs/51%20Article%208.pdf>.

Pasichnyi, V., Shevchenko, O., Tischenko, V., Bozhko, N., Marynin, A., Strashynskyi, I., & Matsuk, Y. (2024). Substantiating the feasibility of using hemp seed protein in cooked sausage technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 130(11). <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.310668>.

Rizzo, G., Storz, M. A., & Calapai, G. (2023). The role of hemp (*Cannabis sativa* L.) as a functional food in vegetarian nutrition. *Foods*, 12(18), 3505. <https://doi.org/10.3390/foods12183505>.

Senna, C., Soares, L., Egea, M. B., & Fernandes, S. S. (2024). The techno-functionality of chia seed and its fractions as ingredients for meat analogs. *Molecules*, 29(2), 440. <https://doi.org/10.3390/molecules29020440>.

Sha, L., Xiong, Y. L. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 51—61. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.022>.

Tan, M., Nawaz, M. A., Buckow, R. (2023). Functional and food application of plant proteins — a review. *Food Reviews International*, 39(5), 2428—2456. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1955918>.

Zamuz, S., Munekata, P. E., Gullón, B., Rocchetti, G., Montesano, D., Lorenzo, J. M. (2021). Citrullus lanatus as source of bioactive components: An up-to-date review. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 208—222. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.002>.

Zia, S., Khan, M. R., Shabbir, M. A., & Aadil, R. M. (2021). An update on functional, nutraceutical and industrial applications of watermelon by-products: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 275—291. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.039>.