

THE IMPACT OF ACTIVE STABILIZERS ON THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF MINCED MEAT

I. Strashynskiy, M. Hrytsai

National University of Food Technologies

Key words:

*Active stabilizer
Meat system
Chopped semi-finished
product
Functional-technological
properties*

Article history:

Received 14.07.2024
Received in revised form
28.07.2024
Accepted 10.12.2024

Corresponding author:

I. Strashynskiy
E-mail:
sim2407@ukr.net

Citation: Страшинський І. М., Грицай М. С. (2024). Вплив активних стабілізаторів на функціональні властивості м'ясних фаршів. *Наукові праці НУХТ*, 30(6), 133—142. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-6-13

ABSTRACT

In modern food production technologies, a wide range of food additives is used, including inorganic phosphate salts and their mixtures for coarsely minced meat emulsions of chopped semi-finished products. This is due to the morphological and chemical composition of raw materials, the degree of maturation and development of autolytic processes, the state depending on the method of refrigeration treatment, and the pH level of the meat. Potential health risks for consumers of meat products containing phosphate salts have been noted, and the need for alternatives to inorganic phosphates that provide similar functionality and compliance of finished products with quality indicators.

The aim of this study was to determine the effect of a phosphate-free complex of active stabilizers on meat systems of chopped semi-finished products — cutlets to ensure the full realization of the functional and technological properties of the primary raw material and minimal weight loss during heat treatment. Control samples of cutlets were prepared according to the traditional technology, in which phosphate preparations were used.

The effect of classic methods of heat treatment of chilled cutlets — frying, steaming, and baking in a steam combi machine when using improved technology in fast food enterprise networks was examined. Culinary readiness was assessed by measuring the temperature in the medium layer of the products, which reached 85 °C for natural minced meat semi-finished products. The results of mass loss after heat treatment showed that all samples from the experimental groups of cutlets had a higher yield than the control group samples. The reduction in mass loss during various methods of heat treatment of minced meat semi-finished products (cutlets) corresponded to the results obtained for functional and technological properties like: water-binding capacity (WBC), water-holding capacity (WHC), and fat-holding capacity (FHC).

ВПЛИВ АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ НА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСНИХ ФАРШІВ

І. М. Страшинський, М. С. Грицай

Національний університет харчових технологій

У сучасних технологіях виготовлення продуктів харчування передбачено використання широкого спектру харчових добавок, зокрема неорганічних фосфатних солей і їх сумішей для грубоподрібнених м'ясних емульсій посічених напівфабрикатів. Це обумовлено морфологічним і хімічним складом сировини, ступенем дозрівання і розвитку автолітичних процесів, станом за способом холодильного оброблення і показником рН м'яса. Відмічено потенційні ризики для здоров'я споживачів м'ясопродуктів з використанням фосфатних солей та обґрунтовано доцільність пошуку альтернатив неорганічним фосфатам, які забезпечують аналогічну функціональність і відповідність готових виробів показникам якості.

Метою проведення досліджень було визначення впливу безфосфатного комплексу активних стабілізаторів на м'ясні системи посічених напівфабрикатів для забезпечення повної реалізації функціонально-технологічних властивостей основної сировини та мінімальних втрат маси при термообробленні. Контрольні зразки котлет виготовлені за традиційною технологією, в рецептурах яких передбачено використання фосфатних препаратів. Використано загальноприйняті методи контролю технологічного процесу та якості виробів.

Досліджено вплив класичних способів теплової обробки охолоджених котлет — смаження, відварювання на парі та запікання в пароконвектоматі у разі використання удосконаленої технології в мережі підприємств швидкого харчування. Досягнення кулінарної готовності визначали за температурою в товщі виробів, яка для м'ясних посічених натуральних напівфабрикатів становила 85 °С. Результати досліджень втрат маси після теплової обробки свідчать, що всі зразки дослідних груп котлет мають більший вихід, ніж зразки контрольної групи. Зменшенням втрат маси при використанні різних способів теплової обробки м'ясних посічених напівфабрикатів (котлет) відповідає результатам визначення функціонально-технологічних властивостей — ВЗЗ, ВУЗ і ЖУЗ.

Ключові слова: активні стабілізатори, м'ясні системи, посічені напівфабрикати, функціонально-технологічні властивості.

Постановка проблеми. Нині у споживачів відбувається зміна моделей харчування, і покупці все більше усвідомлюють зв'язок між їжею та здоров'ям. Водночас ряд епідеміологічних досліджень пов'язують високі показники споживання ультраобробленої їжі із серйозними наслідками для здоров'я населення. У цьому контексті деякі м'ясні продукти часто сприймаються як нездорові через їх рецептурний склад. Зменшивши рівні шкідливих компонентів, таких як фосфати, нітри-ти, кухонна сіль, можна уникнути багатьох негативних асоціацій (Alirezalu та ін., 2019; Choe та ін., 2018; Lorenzo та ін., 2015; Choi та ін., 2014; Benini, D'Alessandro, Gianfaldoni, & Cupisti, 2011; Sebranek, & Bacus, 2007; Câmara та ін., 2020).

Проте наукові дослідження показали, що зниження рівня цих компонентів може призвести до потенційних ризиків через текстуру, колір та вихід м'ясних продуктів, що спонукає до пошуку і використання «безпечніших» функціональних інгредієнтів (Страшинський, & Грицай, 2023; Molina, Bohrer, & Mejia, 2023; Calvo, Sherman, & Uribarri, 2019).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання органічних і неорганічних добавок, що містять фосфати у промислово оброблених харчових продуктах, значно покращує їх смак, консистенцію, поживну цінність та інші бажані якості. Понад 50% хлібобулочних виробів, м'ясних напівфабрикатів і готових страв містять фосфатні добавки, що обумовлює надходження приблизно половини щоденного споживання фосфору з харчовими добавками (Страшинський, Маринін, Грицай, & Шкірдов, 2022; Страшинський, & Грицай, 2023).

Фосфати є синтетичними добавками, які широко використовуються в м'ясних продуктах завдяки своїм функціональним властивостям, таким як вологоутримувальна здатність, здатність зміщувати ізоелектричну точку міофібрилярних білків, підвищуючи таким чином їх розчинність і потенціал екстракції, а також потужну антиоксидантну активність (Uribarri, & Calvo, 2003). Фосфатні препарати використовують для зменшення втрат при варінні, уповільнення окислення ліпідів, збереження властивостей кольору та текстури (Uribarri, & Calvo, 2013). Завдяки своєму впливу фосфати є важливими добавками у технології м'ясопродуктів, а зниження рівня фосфатів або їх повної заміни вважається складним завданням (Страшинський, & Грицай, 2023).

З точки зору медико-біологічних особливостей неорганічні фосфатні харчові добавки являють собою джерело швидко та ефективно засвоюваного фосфату, сприяючи високому загальному споживанню фосфату, яке зазвичай перевищує харчові потреби та щоденні рекомендовані споживання для дорослого населення в 2—3 рази (Uribarri, & Calvo, 2003). Важливим фактом є те, що природний органічний фосфат у харчових продуктах, пов'язаний з білком, ліпідами та іншими природними компонентами їжі, відрізняється від фосфату в харчових добавках швидкістю та ефективністю, з якою фосфат поглинається та раптово підвищує концентрацію в сироватці, тоді як неорганічний фосфор у харчових добавках швидше і повніше засвоюється, оскільки не залежить від швидкості травлення (Страшинський, & Грицай, 2023). Неорганічні фосфатні добавки або фосфатні солі (але меншою мірою, органічні фосфатні добавки, пов'язані з холіном і моно- та дикрехмалями) вивільняють фосфат швидше, ніж природні органічні фосфати в м'ясі та інших харчових продуктах з мінімальною обробкою. Гостре оральне навантаження неорганічними фосфатними добавками може представляти велике навантаження фосфатів, значною мірою підвищуючи концентрацію сироватки після прийому їжі та гостро збільшуючи потенціал порушення гормональних механізмів, які покладаються на підтримку гомеостазу фосфатів (Uribarri, & Calvo, 2013). Неорганічні фосфати швидко й ефективно всмоктуються, а підвищений вміст фосфатів у сироватці крові може призвести до негативних кардіоренальних ефектів або безпосередньо через кальцифікацію тканин і судин, або опосередковано через вивільнення мінерально-регулюючих гормонів, паратиреоїдного гормону та фактора росту фібробластів-23 (Câmara та ін., 2020).

Фосфор відіграє вирішальну роль у профілактиці мінеральних розладів кісток і регуляції кислотно-лужного балансу в рідинах і тканинах. Крім того, він міститься в молекулярній структурі ферментів, клітинних мембранах і генетичному матеріалі ДНК і РНК (Uribari, 2007). Однак відомо, що гіперфосфатемія, яка визначається як надмірне споживання фосфатів з їжею, може завдати шкоди здоров'ю певної групи споживачів, зокрема, людей із захворюваннями нирок, через що порушується здатність до виведення фосфатів (Страшинський, & Грицай, 2023; Benini, D'Alessandro, Gianfaldoni, & Cupisti, 2011). Висока концентрація фосфату в сироватці також є незалежним фактором схильності до коронарного синдрому (Страшинський, & Грицай, 2023; Ritz, Hahn, Ketteler, Kuhlmann, & Mann). Наведені ризики обумовлюють зміну складу м'ясних продуктів для зниження рівня фосфатів.

Мета статті: дослідити вплив заміни харчових фосфатів у технології м'ясних посічених напівфабрикатів для забезпечення повної реалізації функціонально-технологічних властивостей основної сировини та мінімальних втрат маси м'ясних фаршевих систем при термообробленні на зразках котлет, виготовлених за традиційною технологією.

Матеріали і методи. Використано розроблений безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (БКАС), до складу якого входить «Амідин» 0,8%, карбонат калію 0,39% та цитрат натрію 0,21% до маси м'ясної сировини взамін рекомендованих 0,3% триполіфосфату для контрольного зразка (Страшинський, & Грицай, 2024).

Визначення функціонально-технологічних властивостей модельних систем, напівфабрикатів і готової продукції проводили за стандартними методиками з використанням відповідного устаткування. Масову частку вологи визначали шляхом висушування дослідних зразків у сушильній шафі при $t=103\pm 2$ °C (Сухенко, Жеплінська, Пасічний, & Тимошенко, 2019).

Визначення рН фаршу та готових виробів проводили на лабораторному рН-метрі. Величину рН визначали у водяній витяжці, отриманій при екстрагуванні фаршу сирого або готового продукту у співвідношенні з розчинником (водою) 1:10. Вироби до термічної обробки зважували на технічних вагах з точністю 0,01 г. Після термічної обробки вироби охолоджували і зважували.

Вологозв'язувальну здатність (ВЗЗ) визначали методом пресування за Р. Грау та Р. Хамма в модифікації В. П. Воловинської та Б. Я. Кельмана.

Вміст зв'язаної вологи розраховували за формулами:

$$ВЗЗ_m = (A - 8,4B) \cdot 100/m_0; \quad (1)$$

$$ВЗЗ_a = (A - 8,4B) \cdot 100/A, \quad (2)$$

де $ВЗЗ_m$ — вміст зв'язаної вологи, % до маси продукту; $ВЗЗ_a$ — вміст зв'язаної вологи, % до загальної вологи; A — загальний вміст вологи в наважці, мг; B — площа вологої плями, $см^2$; m_0 — маса наважки, мг.

Для визначення пластичності використовували результати, отримані при визначенні вологозв'язувальної здатності методом пресування (Пасічний, 2001). Вологоутримувальну здатність (ВУЗ) визначали за кількісним вмістом води, що утримується дослідним зразком після термічної обробки. Жироутримувальну здатність (ЖУЗ) визначали як різницю між вмістом жиру у фарші і кількістю жиру, що виділився в процесі термічної обробки.

Викладення основних результатів дослідження. З огляду на особливості технології виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів споживачі розрізняють два види котлет. Перший вид — це котлети за традиційною технологією, в якій за рахунок більшого подрібнення м'ясної сировини дещо вища вологозв'язувальна та емульгуюча здатність м'ясної фаршевої системи. Це позитивно впливає на однорідність і структурно-механічні властивості та вихід доведених до кулінарної готовності виробів.

Другим видом м'ясних посічених напівфабрикатів є котлета-бургер, що в процесі термооброблення має більші втрати вологи та жиру, на розрізі видимі частки основної сировини за рахунок подрібнення м'ясної сировини до розміру видимих часток та внесенні в систему жирної сировини після того, як сформована загальна основа тонкої емульсії фаршу. Це унеможливує повне зв'язування жиру з м'язовими білками та утворення в готовому продукті системи «білок у жирі».

Згідно з рецептурою, наведеною в табл. 1, для виготовлення посічених напівфабрикатів котлета «Домашня куряча» використали м'ясо куряче червоне, свинину напівжирну, шкурку курячу, манку, цибулю, сіль кухонну, вологу, смако-ароматичні добавки. В процесі виробництва традиційних котлет важливим є доведення системи в процесі складання фаршу до максимальної однорідності, тому рецептурою передбачено додавання до м'ясної сировини нем'ясних компонентів — круп, хлібобулочних виробів, сухарів тощо.

Таблиця 1. Рецептури контрольного і дослідних зразків котлет «Домашня куряча»

Сировина	Кількість
Основна сировина, %	
М'ясо куряче червоне	40
Свинина напівжирна	30
Шкурка куряча	15
Манка	2
Цибуля	13
Допоміжна сировина, г	
Сіль кухонна	1200
Фосфати (для контрольного зразка)	300
Безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (БКАС) (для дослідних зразків)	1400
Цукор	150
Перець чорний	150
Перець духмяний	50
Перець червоний	50
Часник свіжий	500
Волога	15000
Інгредієнти для панірування (на 100 кг)	
Панірувальні сухарі пшеничні	1,5
Модифікований кукурудзяний крохмаль	1,5
Модифікований пшеничний крохмаль	1,0
Борошно з пшениці твердих сортів	4,0
Рисове борошно	2,0
Волога	10,0

Технологічний процес виробництва посічених напівфабрикатів типу котлет відпрацьовано в лабораторії кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів та ПНДЛ НУХТ. Процес передбачає такі етапи: підготовка та подрібнення м'ясної сировини, приготування м'ясного фаршу, формування напівфабрикатів, теплова обробка, реалізація. Для досліджень впливу на м'ясну фаршеву систему розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів (БКАС) сировину двічі подрібнювали на м'ясорубці з діаметром отворів 5—6 мм, перемішували, вносили БКАС і кухонну сіль у вигляді розчину. На нашу думку, додавання розчину цих інгредієнтів є найбільш доцільним, оскільки надає можливість видалення нерозчинних домішок (використання операції проціджування) і сприяє їх рівномірному розподіленню в м'ясній системі.

Слід зауважити, що сіль є не тільки смаковим компонентом, але, як і БКАС, забезпечує збільшення розчинності м'язових білків — основних компонентів м'ясної емульсії, сприяє підвищенню стійкості під час зберігання, тому готовий фарш котлет залишали на експозицію протягом 20—30 хв. Внесена в цій технологічній системі волога є розчинником солей і білків, формує реологічні властивості фаршу, збільшує соковитість і вихід готової продукції.

Рецептура суміші для панірування на 100 кг виготовлених котлет включала в себе гідроколоїди, модифікований кукурудзяний крохмаль, модифікований пшеничний крохмаль, борошно з пшениці твердих сортів, рисове борошно, воду та панірувальні сухарі.

Якщо технологічним процесом не передбачене тривале зберігання, то котлети можна охолоджувати за температури 0...6 °C до температури в товщі не вище 8 °C. Для тривалого зберігання проводять заморожування за температури не вище — 18 °C протягом 3 год або за —25...—35 °C протягом 1 год до температури в товщі не вище — 10 °C.

На підставі результатів аналізу рецептури та технологічного процесу виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів з використанням м'яса птиці проведені дослідження та визначено вплив класичних способів теплової обробки — смаження, відварювання на парі та запікання охолоджених котлет, на характеристики готових виробів у разі використання в мережі підприємств швидкого обслуговування.

Технологічний процес смаження м'ясних посічених напівфабрикатів використовується як для масового харчування безпосередньо перед відпусканням, так і споживачами в домашній кухні. Напівфабрикати викладають на жарильну поверхню чи сковороду, попередньо розігріту до температури 150...160 °C, обсмажують протягом 3—5 хв з обох боків до утворення рум'яної скоринки, далі доводять до стану кулінарної готовності в жарильній шафі за температури 250...280 °C протягом 5—7 хв.

Наступним методом теплової обробки м'ясних посічених напівфабрикатів до кулінарної готовності є обробка на пару. Для цього їх викладають одним шаром у перфоровані функціональні ємкості так, щоб вироби не стикалися між собою. Варіння здійснюють у пароварних шафах і пароконвектоматах.

Запікання дослідних зразків котлет проводять 25...35 хв у попередньо розігрітій до температури 230...280 °C духовці до утворення добре підсмаженої скоринки.

Температура кулінарної готовності в товщі виробів для м'ясних посічених натуральних напівфабрикатів має становити 85 °С.

У процесі дослідження використано інноваційний технологічний підхід з використанням пароконвектомату, за якого на основі «універсального» напівфабрикату з м'ясної посіченої маси завдяки різним режимам обробки можна отримати широкий асортимент готової кулінарної продукції (Большакова, Дроменко, Онищенко, & Янчева, 2019).

В Україні пароконвекційні печі вже встигли посісти важливе місце на кухнях ресторанів, кафе, їдалень і комбінатів харчування. Пароконвекційна піч є професійним тепловим обладнанням, яке використовує пару і конвекцію в різних поєднаннях для приготування їжі. Пароконвекційні печі прості в експлуатації й дуже економні. Виконуючи близько 70% усіх можливих операцій теплової обробки продуктів, пароконвекційні печі можуть замінити велику кількість теплового обладнання. Час приготування їжі в пароконвекційній печі приблизно на 15% менший, ніж на традиційному тепловому обладнанні. Крім того, це обладнання знижує витрати електроенергії, швидко включаючись у робочий режим і абсолютно не витрачаючи енергію між циклами роботи. Їжа, приготована в пароконвекційній печі, максимально зберігає всі корисні речовини, що відповідає сучасним трендам нутриціології. Принцип роботи пароконвектоматів ґрунтується на процесах конвекції й пароутворення. Конвекція всередині робочої камери виникає під час циркуляції гарячого повітря під дією працюючого вентилятора. Завдяки герметичності робочої камери, вентилятор утягує циркулююче повітря і багаторазово проганяє його через ТЕН, що забезпечує швидке нагрівання робочої зони камери пароконвектомата до потрібної температури. Температура контролюється термостатом. Перевагами приготування виробів і страв у пароконвектоматі є рівномірність теплової обробки, використання гастроємностей, що сприяє максимальній механізації й автоматизації процесів.

У табл. 2 наведено втрати маси доведених до кулінарної готовності контрольного і дослідних (з використанням БКАС) зразків напівфабрикатів, які направляли на оброблювання в охолоджену виді, залежно від параметрів і способів теплової обробки з використанням пароконвектомата.

Таблиця 2. Вплив технологічних параметрів і способів теплової обробки напівфабрикатів на втрати маси

№ пп	Назва напівфабрикату за обробкою	Спосіб теплової обробки	Параметри середовища		Тривалість, процесу, хв	Зразок	Втрати маси після теплової обробки, %
			Температура, °С	Атмосферна волога			
1.	Котлети дієтичні	Варіння на парі	100	Пара 90%	10...15	K1	11
						D1	10
2.	Котлети класичні	Смаження	220...230	Видалення вологи 40%	10...15	K2	13
						D2	12
3.	Котлети запечені	Запікання	240...250	Видалення вологи 60%	10	K3	15
						D3	14

Примітка: K1, K2 і K3 — контрольні зразки з використанням фосфатів; D1, D2 і D3 — дослідні зразки з використанням розробленого БКАС.

Втрати при приготуванні — це загальна кількість рідких і розчинних речовин, втрачених з м'яса під час термічної обробки, які залежать від процесу масообміну під час термічної обробки. З наведених даних можна зробити висновок про те, що всі зразки дослідних груп характеризують нижчі втрати маси після теплової обробки, ніж зразки контрольної групи.

Водночас втрати маси при приготуванні посічених напівфабрикатів пов'язані з крапельними втратами, включаючи втрату вологи з іншими поживними речовинами, які збільшуються з підвищенням температури, що відповідає результатам досліджень інших авторів (Biyikli, Akoğlu, Kurhan, & Akoğlu, 2020). Однак, залежно від м'ясного білка та стадії його денатурації, на яку впливають як температура, так і час обробки, вплив на втрати при приготуванні може бути як позитивним, так і негативним. Втрати при кулінарній обробці в основному визначаються скороченням міофібрилярних білків (40...60 °C), скороченням колагену (60...70 °C), денатурацією актину (70...80 °C) (Haghighi, 2021), а також визначаються вмістом води та жиру в м'ясі (Karpinska-Tymoszczyk, Draszanowska, Danowska-Oziewicz, & Kuś, 2020).

Теплова обробка спричинює хімічні зміни в м'ясопродуктах і підвищує засвоюваність їжі. Так, під час теплової обробки тваринні і рослинні білки денатуруються, крохмаль клейстеризується, продукти розм'якшуються, утворюються нові смакові речовини, які впливають на виділення травних соків і, отже, на підвищення засвоюваності їжі. Теплова обробка також знезаражує продукти, оскільки при високій температурі гинуть мікроорганізми і їх спори, руйнуються токсини. Одночасно з позитивною дією вона спричинює й негативні зміни: руйнуються окремі поживні речовини, мінеральні солі, розчинні у воді вітаміни, випаровуються ароматичні речовини, втрачається природний колір м'ясопродуктів.

Визначено вплив способу теплового оброблення на функціонально-технологічні властивості (ВЗЗ, ВУЗ, ЖУЗ, активну кислотність рН та пластичність) м'ясних фаршевих систем з використанням фосфатних препаратів (контрольні зразки К1, К2 і К3) та з використанням БКАС (дослідні зразки К1, К2 і К3) згідно з рекомендованими нормами. Результати досліджень наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Характеристики доведених до кулінарної готовності посічених напівфабрикатів-котлет

Назва зразка	Спосіб теплової обробки	ВЗЗ, %	ВУЗ, %	ЖУЗ, %	рН	Вміст жиру, %	Пластичність, см ² ·кг/г
К1	Варіння на парі	82,9±1,2	65,2±1,1	63,6±0,9	6,23±0,11	26,3±0,6	534,3±11,2
Д1		84,8±1,7	67,3±0,9	67,4±1,1	6,29±0,09	26,5±0,3	499,6±7,4
К2	Смаження	85,4±1,1	70,1±1,3	69,7±1,3	6,31±0,06	26,2±0,4	479,6±8,3
Д2		85,8±1,4	71,9±1,1	70,5±1,5	6,35±0,08	25,8±0,5	438,2±9,3
К3	Запікання	84,9±1,5	73,2±1,4	72,1±1,1	6,33±0,09	25,1±0,6	420±3,8
Д3		86,7±1,3	75,3±1,2	73,3±0,9	6,41±0,10	24,2±0,5	412,2±6,8

З наведених результатів можна зробити висновок про те, що всі зразки дослідних груп незалежно від способів теплової обробки проявили вищі функціональні характеристики, ніж зразки контрольної групи. Це відповідає результатам, наведеним у табл. 2, та проведеним дослідженням при розробленні БКАС з вмістом

0,39% карбонату калію, 0,3% цитрату натрію і складає 8% при значенні «Амідину» 0,8%. Оскільки сильна денатурація білків, скорочення м'язових волокон і розчинення колагену в м'ясі та м'ясних продуктах відбуваються при більш високих температурах, при менших температурах більше вологи залишається зв'язаною з м'язовою тканиною м'яса, що призводить до отримання соковитих продуктів.

Висновки

Теплова обробка зумовлює дегенерацію міофібрилярних, саркоплазматичних білків і білків сполучної тканини, призводить до структурних змін у м'ясі, модифікує структурно-механічні властивості. Проведені дослідження довели перевагу використання розробленого БКАС у дослідних зразках порівняно з контрольними, які містять у складі фосфатні препарати. Це підтверджено зменшенням втрат маси при використанні різних способів теплової обробки м'ясних посічених напівфабрикатів (котлет) і відповідає результатам визначення функціонально-технологічних досліджень ВЗЗ, ВУЗ, ЖУЗ.

Література

Большакова, В. А., Дроменко, О. Б., Онищенко, В. М., Янчева, М. О. (2019). Удосконалення технологічного процесу виробництва посічених напівфабрикатів із м'яса птиці (нагетсів). *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр.*, 2(30), 47—59. DOI: 10.5281/zenodo.3592827.

Пасічний, В. М. (2001). *Оптимізація технологічних процесів галузі: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт*. Київ, НУХТ.

Страшинський, І. М., Грицай, М. С. (2023). Особливості застосування заміників неорганічних фосфатів у технології виробництва м'ясопродуктів. *Харчова промисловість*, 33—34, 25—35. DOI: 10.24263/2225-2916-2023-33-34-5.

Страшинський, І. М., Грицай, М. С. (2024). Розробка комплексу нефосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*, 37, 71—79. DOI: 10.32782/2522-1221-2024-37-10.

Страшинський, І., Маринін, А., Грицай, М., & Шкірдов, Д. (2022). Перспективні технології альтернативної заміни фосфатних препаратів у м'ясопродуктах. *Scientific Collection «InterConf+»*, 13(109), 287—296. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2022.036>.

Сухенко, Ю. Г., Жеплінська, М. М., Пасічний, В. М., Тимошенко, І. В. (2019). *Оптимізація виробничих процесів*. Київ: Фірма «ІНКОС».

Alirezalu Kazem, Hesari Javad, Nemati Zabihollah, MuneKata Paulo E.S., Barba Francisco J., Lorenzo Jose M. (2019). Combined effect of natural antioxidants and antimicrobial compounds during refrigerated storage of nitrite-free frankfurter-type sausage. *Food Research International*, 120, 839—850.

Benini, O., D'Alessandro, C., Gianfaldoni, D., Cupisti, A. (2011). Extra-phosphate load from food additives in commonly eaten foods: a real and insidious danger for renal patients. *J. Ren. Nutr.*, 21(4), 303—8. DOI: 10.1053/j.jrn.2010.06.021.

Biyikli Merve, Akoğlu Aylin, Kurhan Şebnem, Akoğlu İlker Turan. (2020). Effect of different Sous Vide cooking temperature-time combinations on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of turkey cutlet. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 20, 100204 DOI: 10.1016/j.ijgfs.2020.100204.

Calvo, M. S., Sherman, R. A., Uribarri, J. (2019). Dietary Phosphate and the Forgotten Kidney Patient: A Critical Need for FDA Regulatory Action. *Am. J. Kidney Dis.*, 73, 542—551. DOI: 10.1016/j.fores.2023.112624.

Câmara Ana Karoline Ferreira Ignácio, Vidal Vitor André Silva, Santos Mirian, Bernardinelli Oigres Daniel, Sabadini Edvaldo, Pollonio Marise Aparecida Rodrigues. (2020). Reducing phosphate

in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica L.*) mucilage in powder or gel format: A clean label technological strategy. *Meat Science*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108085>.

Choe Jeehwan, Lee Juri, Jo Kyung, Jo Cheorun, Song Minho, Jung Samooel. (2018). Application of winter mushroom powder as an alternative to phosphates in emulsion-type sausages. *Meat Science*, 143, 114—118. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.038>.

Choi, Y. M., Jung, K. C., Jo, H. M., Nam, K. W., Choe, J. H., Rhee, M. S., Kim, B. C. (2014). Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium frankfurter sausage. *Meat Science*, 96(1), 21—25. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.06.022. doi: 10.1016/j.foodres.2018.11.048.

Haghighi, H., Belmonte, A. M., Masino, F., Minelli, G., Lo Fiego, D. P., & Pulvirenti, A. (2021). Effect of time and temperature on physicochemical and microbiological properties of sous vide chicken breast fillets. *Applied Sciences*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/app11073189>.

Karpinska-Tymoszczyk, M., Draszanowska, A., Danowska-Oziewicz, M., & Kurp, L. (2020). The effect of low-temperature thermal processing on the quality of chicken breast fillets. *Food Science and Technology International*, 26(7), 563—573. DOI: 10.1177/1082013220912592.

Lorenzo, J. M., Bermúdezoberto, R., Domínguez, R., Guiotto, A., Franco, D., Purriños, L. (2015). Physicochemical and microbial changes during the manufacturing process of dry-cured lacón salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Food Control*, 50, 763—769. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.10.019.

Molina, R. E., Bohrer, B. M., Mejia, S. M. V. (2023). Phosphate alternatives for meat processing and challenges for the industry: A critical review. *Food Res. Int.*, 166, 112624.

Ritz, E., Hahn, K., Ketteler, M., Kuhlmann, M. K., Mann, J. (2012). Phosphate additives in food — a health risk. *Dtsch Arztebl Int.*, 109(4), 49—55. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0049.

Sebranek, J. G., Bacus, J. N. (2007). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science*, 77(1), 136—147. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.03.025>.

Uribarri, J. (2007). Phosphorus homeostasis in normal health and in chronic kidney disease patients with special emphasis on dietary phosphorus intake. *Semin Dial.*, 20(4), 295—301. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2007.00309.x.

Uribarri, J., Calvo, M. S. (2003). Hidden sources of phosphorus in the typical American diet: Does it matter in nephrology? *Semin. Dial.*, 16, 186—188. DOI: 10.1046/j.1525-139x.2003.16037.x.

Uribarri, J., Calvo, M. S. (2013). Introduction to dietary phosphorus excess and health. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1301, iii—iv. DOI: 10.1111/nyas.12302.

Volk, C., Schmidt, B., Brandsch, C., Kurze, T., Schlegelmilch, U., Grosse, I., Ulrich, C., Girndt, M., Stangl, G. I. (2022). Acute Effects of an Inorganic Phosphorus Additive on Mineral Metabolism and Cardiometabolic Risk Factors in Healthy Subjects. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 107, e852—e864. DOI: 10.1210/clinem/dgab635.