

УДК 637.521:631.57

Страшинський І. М.,

*sim2407@ukr.net, ORCID ID: 0009-0006-6834-6990, Researcher ID: D-8452-2019,
к. т. н., доцент, доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів ННІХТ,
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

Пергат О. А.,

*pergat.oleg.macros@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3616-1327,
аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів ННІХТ,
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

ВЛАСТИВОСТІ МОДЕЛЬНИХ ФАРШІВ М'ЯСНИХ І М'ЯСОМІСТКИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД КІЛЬКОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ

Анотація. *Останнім часом використання рослинних білків в рецептурах харчових продуктів стало доцільним завдяки нижчим витратам на їх виробництво порівняно з білками тваринного походження. Сучасний ринок пропонує широкий вибір білків рослинного походження, що викликає потребу в інноваціях у харчовій промисловості.*

В асортименті підприємств м'ясопереробної галузі динамічно зростає частка м'ясомістких продуктів. М'ясомісткий продукт – харчовий продукт, у рецептурі якого знежированого м'яса не менше ніж 15 %, або виготовлений із субпродуктів та (або) крові.

Подібність м'ясомістких продуктів за текстурою і зовнішнім виглядом до м'ясних є важливим чинником у виборі продуктів споживачами, які надають перевагу останнім. Є різні методи структурування, але останнім часом спостерігається тенденція до зростання використання харчових волокон у м'ясних продуктах не лише з технологічних причин, а також як інгредієнтів функціональних продуктів.

В роботі дослідили вплив суміші харчових волокон в кількості 1,5%, 3% та 4,5% на активну кислотність і текстуру модельних систем на основі яловичини і ключових інгредієнтів для м'ясомістких продуктів комерційних соєвих препаратів білкового текстурату (SOYTEX 5006PC) та білкового ізоляту (ISOPRO 510A). Для цього згідно рецептур готували емульсії відповідно технологічних інструкцій по використанню суміші харчових волокон і білкових препаратів.

У модельних системах проведено інструментальний аналіз зразків на рН-метрі (рН 50 VIO lab) та текстурометрі (Shimadzu EZ-LX) до та після термооброблення.

Між досліджуваними зразками з м'яса яловичини та зразками з білками рослинного походження спостерігалася значна різниця активної кислотності, яка перевищувала показник рН 6. Це обумовлено лужними характеристиками соєвих препаратів, активна кислотність яких становить 7,42–7,43.

Твердість зразків з використанням м'ясної сировини була значно вищою порівняно зі зразками з текстурастом соєвого білка та ізолятом соєвого білка. Вищі показники твердості у зразках з м'ясом яловичини були передбачуваними через денатурацію м'язових білків, що призводить до твердості в м'ясній системі.

Результати досліджень є першим етапом розроблення структуроутворюючої композиції на основі харчових волокон для м'ясомістких продуктів.

Ключові слова: технологія, м'ясомісткий продукт, структуроутворення, клітковина, модельні системи.

Strashynskiy I. M.,

sim2407@ukr.net, ORCID ID: 0009-0006-6834-6990, Researcher ID: D-8452-2019,

Ph.D., Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Technology of Meat and Meat Products,

Educational and Scientific Institute of Food Technology of the National University of Food Technologies, Kyiv

Pergat O. A.,

pergat.oleg.macros@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3616-1327,

Postgraduate Student at the Department of Technology of Meat and Meat Products, Educational

and Scientific Institute of Food Technology of the National University of Food Technologies, Kyiv

PROPERTIES OF MODEL MINCED MEAT AND MEAT-CONTAINING SEMI-FINISHED PRODUCTS DEPENDING ON THE AMOUNT OF STRUCTURING AGENT

Abstract. *Recently, the use of plant-based proteins in food formulations has become relevant due to their lower production costs compared to animal proteins. The modern market offers a wide range of plant-based proteins, creating the need for innovation in the food industry.*

In the product range of meat-processing enterprises, the share of meat-containing products is dynamically increasing. A meat-containing product is a food product in which the formulation includes at least 15% deboned meat or produced from offal and(or) blood.

The similarity of meat-containing products in texture and appearance to meat products is a significant factor influencing consumer choice, especially for those who prefer meat products. There are various structuring methods, but recent trends highlight an increase in the use of dietary fibers in meat products not only for technological reasons but also as ingredients for functional foods.

This study investigated the effect of dietary fiber mixtures in amounts of 1.5%, 3%, and 4.5% on the active acidity (pH) and texture of model systems based on beef and main ingredients for meat-containing products commercial textured soy-based protein (SOYTEX 5006PC) and protein isolate (ISOPRO 510A). According to the formulations, emulsions were prepared following technological instructions for using dietary fiber mixtures and protein preparations.

Instrumental analysis of the model systems was conducted using a pH meter (pH 50 VIO lab) and a texture analyzer (Shimadzu EZ-LX) before and after thermal treatment.

Significant differences in active acidity were observed between beef-based samples and those with plant-based proteins, with the latter exceeding a pH 6. This is due to the alkaline characteristics of soy preparations, whose active acidity ranged from 7.42 to 7.43.

The hardness of samples made with meat raw materials was significantly higher compared to samples with textured soy-based protein and soy protein isolate. The higher hardness values in beef samples were expected due to the denaturation of muscle proteins, which contributes to the firmness of the meat system.

The research results represent the first stage in developing a structuring composition based on dietary fibers for meat-containing products.

Key words: technology, meat-containing product, structuring, fiber, model systems.

JEL Classification: L 66

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-40-09>

Постановка проблеми. За прогнозами демографів до 2050 року чисельність населення планети досягне 9,7 мільярдів, що потребує вирішення проблем, пов'язаних з доступністю продовольства та продовольчої безпеки. Найближчі десятиліття виробництво білкової їжі має бути значно збільшено для забезпечення його в достатній кількості відповідно зростання населення. Проте продукти тваринного походження, особливо м'ясо, мають великий вплив на навколишнє середовище з точки зору використання води та землі, викидів парнико-

вих газів та споживання енергії. Для виробництва м'яса потрібна значна кількість рослинних білків. В середньому на 1 кг м'ясного білка потрібно 6 кг рослинного білка. Необхідна кількість корму коливається між 3,3, 6,4 і 25 кг для птиці, свинини або яловичини відповідно [1, с. 91]. Більшість людей споживають м'ясо, оскільки воно сприймається як смачне, корисне та поживне і глибоко вкорінене в багатьох культурах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для повного або обмеженого споживання білкової їжі

тваринного походження є багато різновидів рослинних дієт: пексатаріанство (відмова від м'яса, але споживання риби), вегетаріанство (відмова від м'яса та риби, але споживання таких продуктів тваринного походження, як молоко та яйця), лакто-вегетаріанство (відмова від усіх продуктів тваринного походження, крім молока), ово-вегетаріанство (відмова від усіх продуктів тваринного походження, крім яєць) і веганство (повна відмова від продуктів тваринного походження). Флекситаріанство є більш гнучкою та різноманітною системою харчування, яка немає суворих правил, але основна ідея полягає в тому, що раціон складається переважно з рослинних продуктів, втім, час від часу містить м'ясо та рибу.

Сучасними технологіями виготовлення м'ясопродуктів передбачено заміну тваринних білків використанням продуктами переробки рослинного походження. Таким чином фактичний вміст м'яса в готових виробках знижується, що призводить до зменшення споживання м'яса. В асортименті підприємств м'ясопереробної галузі динамічно зростає частка м'ясомістких продуктів. М'ясомісткий продукт – харчовий продукт, у рецептурі якого знежированого м'яса менше ніж 60 %, але не менше ніж 15 %, або виготовлений із субпродуктів та (або) крові.

Останнім часом з'явилася ще одна група продуктів – аналоги м'яса [2, с. 89]. Це продукти, які можуть замінити м'ясо за своїми функціональними можливостями, будучи схожими за властивостями продукту, сенсорними характеристиками.

Технології виготовлення м'ясомістких продуктів та аналогів м'яса рослинного походження вимагають розуміння функціонально-технологічних властивостей не лише джерела білка, але й волокон та інших біоактивних інгредієнтів. Хоча синергійний ефект, обумовлений поєднанням різних інгредієнтів, ускладнює точне прогнозування поведінки, важливо звернути увагу на деякі властивості, характерні для конкретних компонентів. У випадку білків перевагу надають високій емульгуючій здатності, розчинності у воді та амінокислотному складу [3, с. 111]. Вирішальними факторами при виборі харчових волокон є гелеутворююча здатність та в'язкість, а також вологостримувальна та емульгуюча здатність.

Вибір джерела білка відіграє важливу роль у формуванні текстури, кольору, смаку та впливає на втрати маси при доведенні до кулінарної готовності. Надання переваги джерелам рослинних білків (сої, пшениці, гороху та картоплі) значною мірою обумовлено їх амінокислотним складом.

Соевий білок був одним із основних джерел білка рослинного походження для м'ясних альтернатив і його історія сягає стародавнього Китаю. Похідні сої, такі як соєве борошно, концентрат соєвого білка та ізоляти соєвого білка, визнані дешевшою альтернативою з високою поживною цінністю та технологічними властивостями використовують в технології м'ясних і м'ясомістких продуктів [4, с. 341; 5, с. 289; 6, с. 36].

М'ясо не містить вуглеводів, але технологія м'ясопродуктів передбачає їх використання, особливо в емульгованих і сформованих оброблених м'ясних виробках. М'ясні аналоги та м'ясомісткі продукти, навпаки, майже завжди містять вуглеводи. Вуглеводи, що містяться в м'ясопродуктах, можуть походити з різних інгредієнтів та виконувати різні функції. Вуглеводні інгредієнти можна класифікувати як крохмаль або борошно, що використовуються для покращення текстури та консистенції продукту, або зв'язувальні інгредієнти чи смоли, такі як метилцелюлоза, камедь акації, ксантанова камедь, карагенан та багато інших, які використовуються для покращення стабільності та форми продукту. З функціональної точки зору ці інгредієнти призначені для покращення взаємодії між білковими і ліпідними компонентами та вологою харчової системи. Ці інгредієнти допомагають каталізувати ці компоненти та сформувати стабільну структуру. З поживної точки зору, вуглеводи можна розглядати як зміцнення здоров'я у вигляді більшої кількості харчових волокон або шкідливі для здоров'я у вигляді більшої кількості рафінованого крохмалю або цукру. Як правило, комбінація харчових волокон, крохмалю та цукрів входить до рецептури як аналогів м'яса, так і продуктів переробленого м'яса [7, с. 156; 8, с. 232].

З технологічної точки зору, харчові волокна можуть впливати на функціональні властивості харчових продуктів, пов'язані з текстурою, завдяки здатності утримувати вологу та жир, здатності до гелеутворення та набухання, стабільності емульсії, підвищеної в'язкості. В'язкість харчових волокон обумовлена фізичною взаємодією між частинками волокон, тісно пов'язаними з мікроструктурою волокон [9, с. 248].

Постановка завдання. Метою роботи є порівняння впливу суміші харчових волокон на активну кислотність і структурно-механічні властивості фарші м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів модельних білкових систем на основі яловичини, текстурату соєвого білка та ізоляту соєвого білка. Відповідно до мети досліджень поставлено наступні завдання:

– провести патентно-інформаційний пошук за темою роботи;

– розробити рецептури модельних систем з сировиною тваринного і рослинного походження, як прототипів посічених м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів;

– дослідити вплив суміші харчових волокон в кількості 1,5%, 3% та 4,5% на модельні системи на основі яловичини, текстурату соєвого білка та ізоляту соєвого білка;

– визначити активну кислотність і текстуру досліджуваних модельних систем до та після термооброблення.

Об'єктом досліджень є технологія посічених м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів.

Предметом досліджень є суміш харчових волокон, м'ясна сировина, текстурат соєвого білка та ізолят соєвого білка, попередньо підготовлені модельні білкові системи посічених м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів.

В роботі досліджено вплив суміші харчових волокон (VIVAPUR® MG V 100 JRS, Німечина) на білкові системи тваринного походження та рослинного походження.

У проведених дослідженнях порівнювали активну кислотність шляхом визначення рН за допомогою сертифікованого рН-метра (рН 50 VIO lab, точність вимірювання $\pm 0,02$, виробник – компанія «XS Instruments», Італія).

Профіль текстури зразків досліджували за характеристиками твердості на текстурометрі Shimadzu EZ-LX (Японія).

Отримані дані представлені як середнє значення \pm стандартні відхилення після триразового визначення. Статистичний аналіз проводили за допомогою Microsoft Excel 2007. Відмінності отриманих результатів вважалися дійсними при коефіцієнті значущості $\alpha = 0,95$ [10, с. 28].

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводились у виробничій лабораторії ТОВ «ФУДТЕК» та Проблемній науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій.

Як джерело тваринного білка для досліджень використали м'ясо яловичини 2 сорту (величина рН $5,59 \pm 0,02$). В якості рослинних білків використали текстурат соєвого білка (SOYTEX 5006PC, Китай) та соєвий ізолят (ISOPRO 510A, Китай). Рецептури досліджуваних модельних систем наведені в таблиці 1. На першому етапі готували емульсії на основі яловичого жиру і суміші харчових волокон відповідно 1,5%, 3% та 4,5%. Гідратацію суміші харчових волокон

проводили харчовим льодом і водою у співвідношенні 1:4 до однорідної маси, температура в кінці кутикування $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Співвідношення компонентів відповідно рецептур 1 М, 2 М, 3 М – з м'ясом яловичини 2 сорту, контрольні зразки, дослідні зразки 1 Т, 2 Т, 3 Т – з текстуратом соєвого білка та 1 Із, 2 Із, 3 Із – ізолятом соєвого білка.

На другому етапі проводили попередню підготовку соєвих білків згідно технологічних інструкцій що до їх використання. Для текстурату її здійснювали шляхом гідратації (замочування у воді, співвідношення 1:2 за температури $6 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 2 год.) та подальшого подрібнення на вовчку 2-3 мм. Ізолят соєвого білка використовували після гідратації (співвідношення 1:3), тривалого кутикування для утворення соєвих гранул (досягнення температури гелю $36 \pm 2^\circ\text{C}$), після чого охолоджували протягом 12 год. при температурі $4 \pm 2^\circ$).

М'ясо яловичини подрібнювали на вовчку з діаметром отворів решітки 2-3 мм, вносили безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (1,4 % до маси м'яса) і 15% вологи до маси сировини [11, с. 74].

На третьому етапі відповідно рецептур шляхом перемішування на мішалці до рівномірного розподілу компонентів готували дослідні модельні системи. До всіх зразків вносили 1,2 % кухонної солі. Сіль забезпечує збільшення розчинності білків, а внесена волога є розчинником солі та білків, формує текстурні властивості фаршу і готових виробів. Приготовлений фарш залишали на експозицію протягом 20–30 хв.

В роботі досліджено вплив термооброблення на дослідні зразки модельних фаршів в охолодженому стані з температурою в товщі не вище 8°C . Температура кулінарної готовності в товщі виробів для м'ясних і м'ясомістких посічених напівфабрикатів становила 90°C .

Показники, активної кислотності наведені в таблиці 2. Між досліджуваними зразками з м'ясної сировини та зразками з білками рослинного походження спостерігалася значна різниця в рН. Нижче значення рН в зразках з харчовими волокнами в кількості 1,5%, 3% та 4,5% порівняно з рН сировини ймовірно, було пов'язано з гліколітичними змінами в м'ясній сировині [12, с. 43].

Відповідно до поточного дослідження зразки з використанням текстурату соєвого білка та ізоляту соєвого білка показали рН більше 6. Вищий рН у цих зразках може бути пов'язаний з лужністю білкових препаратів, що містять рослинний білок (рН 7,42–7,43) у порівнянні з контро-

Таблиця 1

Рецептури досліджуваних модельних систем

№ зразка	Сировина	М'ясо яловичини 2 сорту	Текстурат соєвого білка	Ізолят соєвого білка	Суміш харчових волокон	Жир яловичий	Волога для гідратації
1 М		66	–	–	1,5	15	17,5
2 М		59,5	–	–	3	15	22,5
3 М		53,2	–	–	4,5	15	27,3
1 Т		–	25,8	–	1,5	15	57,5
2 Т		–	23,3	–	3	15	58,7
3 Т		–	20,8	–	4,5	15	59,7
1 Із		–	–	19,3	1,5	15	64,2
2 Із		–	–	17,5	3	15	64,5
3 Із		–	–	15,6	4,5	15	64,9

Таблиця 2

Результати визначення рН зразків модельних систем

№ зразка	Вміст суміші харчових волокон, %	рН до термооброблення	рН після термооброблення
1 М	1,5	5,54	5,71
2 М	3	5,35	5,63
3 М	4,5	5,52	5,51
1 Т	1,5	6,34	6,43
2 Т	3	6,51	6,60
3 Т	4,5	6,35	6,77
1 Із	1,5	6,28	6,35
2 Із	3	6,61	6,68
3 Із	4,5	6,88	7,08

льними, які виготовлені з м'яса яловичини. Аналогічні результати досліджень отримані науковцями в роботах [13, с. 36; 14, с. 292], які також зазначають, що внесення ізоляту соєвого білка на рівні 25% значно підвищує рН у м'ясних ковбасах, що подібно до результатів цього дослідження.

На рисунку 1 наведено вимірювання твердості зразка з м'ясом яловичини на текстурометрі Shimadzu EZ-LX. Згідно з Ayadi et al. [15, с. 279] твердість є інструментальним параметром для оцінки текстури м'ясопродуктів. Текстури властивості мають вирішальне значення для м'ясомістких продуктів, оскільки текстура є важливим фактором імітації органолептичних показників, включаючи смакові властивості готових виробів.

Показники твердості до термооброблення м'ясних і м'ясомістких систем з вмістом у зразках 1,5%, 3% та 4,5% суміші харчових волокон представлені на рисунку 2. Твердість зразків з використанням м'ясної сировини була значно вищою порівняно зі зразками з текстуратом соєвого білка та ізолятом соєвого білка.



Рис. 1. Текстурометр Shimadzu EZ-LX (Японія)

На рисунку 3 наведено показники твердості м'ясних і м'ясомістких систем з різним вмістом у зразках суміші харчових волокон після термооброблення.

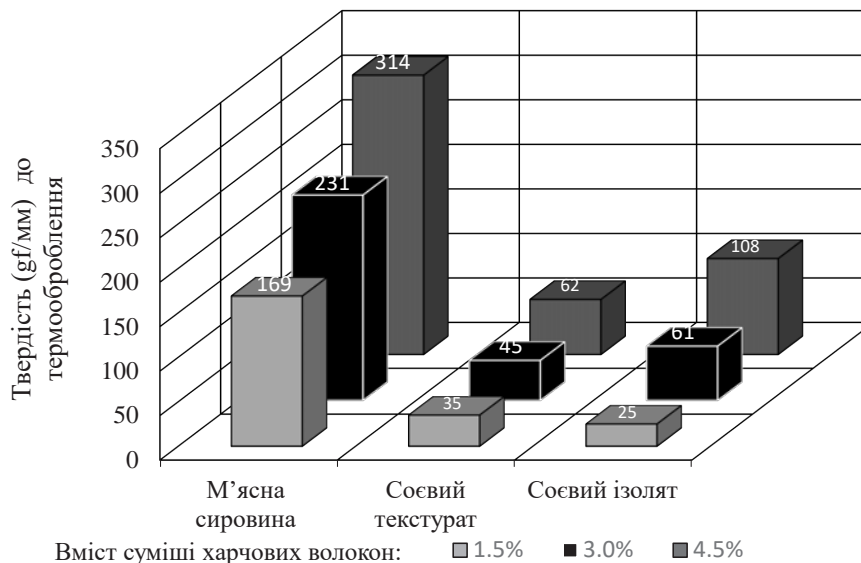


Рис. 2. Твердість (gf/мм) до термооброблення

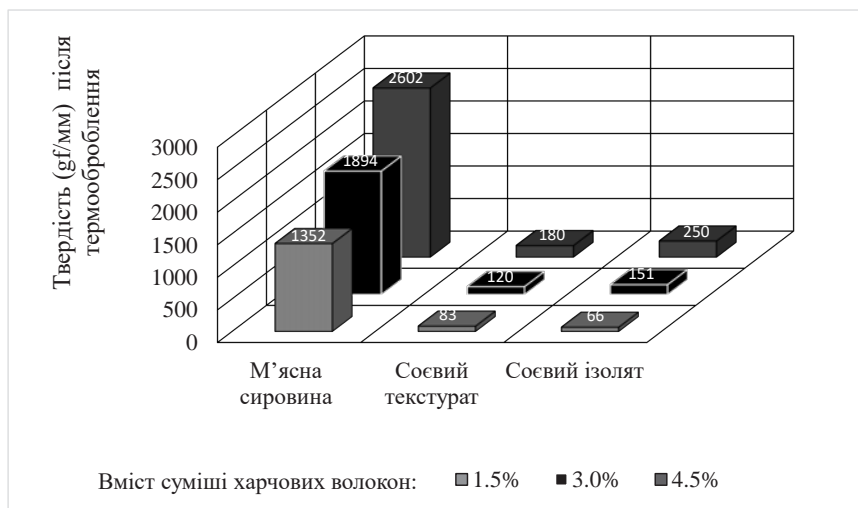


Рис. 3. Твердість (gf/мм) після термооброблення

Підвищення показників твердості у зразках з м'ясом яловичини 2 сорту після термооброблення були передбачуваними через денатурацію м'язових білків, що призвело підвищення твердості в м'ясній системі.

Збільшення в рецептурах вмісту суміші харчових волокон з 1,5% до 4,5% підвищує твердість всіх дослідних модельних систем і свідчить, що зі збільшенням кількості зв'язуючого агента пропорційно зростають показники твердості. Подібним чином, збільшення кількості карагенану у рецептурах з 0,5% до 1,5% підвищує твердість ковбасних виробів [15, с. 281]. Причиною нижчих значень твердості дослідних зразків з текстуратом соєвого білка SOYTEX 5006PC та ізолятом соєвого білка ISOPRO 510A була їх висока гідратація, що призводить до того, що м'ясомісткі системи стають м'якшими.

Висновок. Використання 1,5%, 3% та 4,5% суміші харчових волокон в модельних системах м'ясних і м'ясомістких напівфабрикатів з м'ясом яловичини 2 сорту для контрольних та для дослідних зразків текстурату соєвого білка SOYTEX 5006PC та ізоляту соєвого білка ISOPRO 510A свідчать, що зі збільшенням кількості харчових волокон показники твердості підвищуються. У зразках з текстуратом та ізолятом соєвого білка показник рН більше 6, що обумовлено з лужністю білкових препаратів рН 7,42–7,43. Отримані результати та актуальність визначеного наукового напрямку обґрунтовують необхідність подальших досліджень для розроблення структуроутворюючої композиції на основі харчових волокон для м'ясомістких продуктів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Alexander P., Brown C., Arneth A., Finnigan J., Rounsevell M.D.A. Human appropriation of land for food: The role of diet / *Global Environmental Change*. 2016. Vol. 41. P. 88–98. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.09.005>

2. Kołodziejczak K., Onopiuk A., Szpicer A., Poltorak A. Meat Analogues in the Perspective of Recent Scientific Research: A Review / *Foods*. 2022. Vol. 11. P. 105. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11010105>

3. Kyriakopoulou K., Keppler J.K., van der Goot A.J. Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues / *Foods*. 2021. Vol. 10. P. 600. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10030600>

4. Singh P., Krishnaswamy K. Sustainable zero-waste processing system for soybeans and soy by-product valorization / *Trends in Food Science & Technology*. 2022. Vol. 128. P. 331–344. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.08.015>

5. Текстуровані рослинні білки як альтернатива м'ясу / Страшинський І.М., Маринін А.І., Пергат О., Байда Я. Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р. К.: НУХТ, 2023. Ч. 1. С. 289.

6. Krintiras G.A., Göbel J., van der Goot A.J., Stefanidis G.D. Production of structured soy-based meat analogues using simple shear and heat in a Couette Cell / *Journal of Food Engineering*. 2015. Vol. 160. P. 34–41. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.02.015>

7. ХАРЧОВІ ВОЛОКНА ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ІНГРЕДІЄНТ У М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТАХ / Гречко В.В., Страшинський І.М., Пасічний В.М. *Технічні науки та технології*. 2019. № 2 (16). С. 154–164. URL: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2\(16\)-154-164](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2(16)-154-164)

8. Fernandes A., Mateus N., de Freitas V. Polyphenol-Dietary Fiber Conjugates from Fruits and Vegetables: Nature and Biological Fate in a Food and Nutrition Perspective / *Foods*. 2023. Vol. 12. P. 1052. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12051052>

9. Marvzadeh M.M., Akbari N. Development and Utilization of Rice Bran in Hamburger as a Fat Replacer / *Journal of Chemical Health Risks*. 2019. Vol. 9. P. 245–251. URL: <https://doi.org/10.22034/jchr.2019.668190>

10. Розробка комплексу нефосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем/Страшинський І.М., Грицай М.С. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. 2024. № 37. С. 71–79. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-37-10>

11. Chauhan S.S., LeMaster M.N., Clark D.L., Foster M.K., Miller C.E., England E.M. Glycolysis and pH Decline Terminate Prematurely in

Oxidative Muscles despite the Presence of Excess Glycogen / *Meat and Muscle Biology*. 2019. 3, № 1. URL: <https://doi.org/10.22175/mmb2019.02.0006>

12. Anjum F.M., Naeem A., Khan M.I., Nadeem M., Amir R.M. Development of texturized vegetable protein using indigenous sources / *Pakistan Journal of Food Science*. 2011. Vol. 21. P. 33–44. URL: <https://doi.org/10.15199/65.2018.12.6>

13. Ahmad S., Rizawi J.A., Srivastava P.K. Effect of soy protein isolate incorporation on quality characteristics and shelf-life of buffalo meat emulsion sausage / *Journal of Food Science and Technology*. 2010. Vol. 47, № 3. P. 290–294. URL: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0045-x>

14. Сухенко Ю.Г., Жеплінська М.М., Пасічний В.М., Тимошенко І.В. Оптимізація виробничих процесів: [Навчальний посібник] / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К.: Фірма «ІНКОС», 2019. 259 с.

15. Ayadi M.A., Kechaou A., Makni I., Attia H. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties / *Journal of Food Engineering*. 2009. Т. 93, № 3. С. 278–283. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.033>

REFERENCES:

1. Alexander, P., Brown, C., Arneth, A., Finnigan, J. & Rounsevell, M. D. A. (2016). Human appropriation of land for food: The role of diet. *Global Environmental Change*, **41**, 88–98. Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.09.005.

2. Kołodziejczak, K., Onopiuk, A., Szpicer, A. & Poltorak, A. (2022). Meat Analogues in the Perspective of Recent Scientific Research: A Review. *Foods*, **11**(1), 105. Doi: 10.3390/foods11010105.

3. Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K. & van der Goot, A. J. (2021). Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues. *Foods*, **10**(3), 600. Doi: 10.3390/foods10030600.

4. Singh, P. & Krishnaswamy, K. (2022). Sustainable zero-waste processing system for soybeans and soy by-product valorization. *Trends Food Sci. Technol.*, **128**, 331–344. Doi: 10.1016/j.tifs.2022.08.015.

5. Strashynskiy, I., Marynin, A., Perhat, O. та Baida, Ya. (2023). Teksturovani roslynni bilky yak alternatyva miasu. *Materialy 89 Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv "Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem kharchuvannia liudstva u XXI stolitti"*, 3–7 kvitnia 2023 r., (ch. 1, s. 289). Kyiv: NUKHT.

6. Krintiras, G. A., Göbel, J., van der Goot, A. J. & Stefanidis, G. D. (2015). Production of structured soy-based meat analogues using simple shear and heat in a Couette Cell. *Journal of Food Engineering*, **160**, 34–41. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2015.02.015.

7. Hrechko, V.V., Strashynskiy, I.M. та Pasichnyi, V.M. (2019). Kharchovi volokna yak funktsionalnyi

inhrediiient u miasnykh napivfabrykatak. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, **2**(16), 154–164. Doi: 10.25140/2411-5363-2019-2(16)-154-164.

8. Fernandes, A., Mateus, N. & de Freitas, V. (2023). Polyphenol-Dietary Fiber Conjugates from Fruits and Vegetables: Nature and Biological Fate in a Food and Nutrition Perspective. *Foods*, **12**(5), 1052. Doi: 10.3390/foods12051052.

9. Marvizadeh, M. M. & Akbari, N. (2019). Development and Utilization of Rice Bran in Hamburger as a Fat Replacer. *Journal of Chemical Health Risks*, **9**(3), 245–251. Doi: 10.22034/jchr.2019.668190.

10. Strashynskiy, I. M. ta Hrytsai, M. S. (2024). Rozrobka kompleksu nefosfatnykh volohoutrymuiuchykh dobavok na osnovi aktyvnykh stabilizatoriv miasnykh system. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu*, **37**, 71–79. Doi: 10.32782/2522-1221-2024-37-12.

11. Chauhan, S. S., LeMaster, M. N., Clark, D. L., Foster, M. K., Miller, C. E. & England, E. M. (2019). Glycolysis and pH Decline Terminate Prematurely in Oxidative Muscles despite the Presence of Excess

Glycogen. *Meat and Muscle Biology*, **3**(1). Doi: 10.22175/mmb2019.02.0006.

12. Anjum, F. M., Naeem, A., Khan, M. I., Nadeem, M. & Amir, R. M. (2011). Development of texturized vegetable protein using indigenous sources. *Pakistan Journal of Food Science*, **21**(1), 33–44.

13. Ahmad, S., Rizawi, J. A. & Srivastava, P. K. (2010). Effect of soy protein isolate incorporation on quality characteristics and shelf-life of buffalo meat emulsion sausage. *Journal of Food Science and Technology*, **47**(3), 290–294. Doi: 10.1007/s13197-010-0045-x.

14. Sukhenko, Yu. H., Zheplinska, M. M., Pasichnyi, V. M. ta Tymoshenko, I. V. (2019). Optymizatsiia vyrobnychykh protsesiv: [Navchalnyi posibnyk]. Kyiv: Firma «INKOS».

15. Ayadi, M. A., Kechaou, A., Makni, I. & Attia, H. (2009). Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering*, **93**(3), 278–283. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.01.033.

*Стаття надійшла до редакції
25 листопада 2024 року*