

УДК 637.524

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2025.07>

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ ТА ІНГРЕДІЄНТІВ У БІОТЕХНОЛОГІЇ СИРОВ'ЯЛЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Ігор Миколайович Устименко

кандидат технічних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0003-0171-5780>

Михайло Іванович Соломчук

<https://orcid.org/0009-0000-9444-1795>

Микола Станіславович Ніколаєнко

доктор філософії зі спеціальності «Харчові технології»

<https://orcid.org/0000-0003-2213-4985>

Радіон Станіславович Рибчинський

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-8396-5315>

Марина Вікторівна Назаренко

доктор філософії зі спеціальності «Харчові технології»

<https://orcid.org/0000-0001-8346-5804>

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15*

Анотація. На сьогоднішній день першочерговим для виробників є забезпечення населення функціональними харчовими продуктами, зокрема, м'ясними для підтримання здоров'я на нормальному стані. Визначено, що через дефіцит м'яса-сировини та на тлі широкого застосування харчових добавок синтетичного походження актуальним є розробка новітніх технологічних рішень для виробництва сиров'ялених ковбасних виробів високого рівня якості, екологічності, біологічної та мікробіологічної безпечності, а також збагачених дефіцитними нутрієнтами за рахунок використання нетрадиційної сировини та інгредієнтів. Метою роботи є аналіз нетрадиційної сировини та інгредієнтів для використання в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів для підвищення показників якості та безпечності готового продукту нового покоління. Встановлено, що використання стартових культур на основі молочнокислих бактерій, зокрема, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum* і *Lactobacillus casei*, дозволить інтенсифікувати технологічний процес виробництва сиров'ялених ковбасних виробів з отриманням готової продукції з високою якістю та безпечністю. За результатами аналізу встановлено, що використання продуктів з амаранту в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів дозволить збагатити готовий продукт есенціальними речовинами, зокрема, незамінними амінокислотами, поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами та мінеральними речовинами. Обґрунтовано, що включення псилліуму до рецептурних композицій сиров'ялених ковбасних виробів дозволить отримати готовий продукт з підвищеним вмістом розчинних харчових волокон для покращення нормального функціонування шлунково-кишкового тракту. Встановлено, що використання дигідрокверцетину як потужного антиоксиданта рослинного походження, який позитивно впливає на імунітет, серцево-судинну систему, здоров'я капілярів і організм у цілому в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів дасть змогу отримати готову продукцію функціонального призначення. Використання комплексно стартових культур на основі молочнокислих бактерій, продуктів з амаранту, псилліуму, дигідрокверцетину та інших інгредієнтів і харчових добавок при виробництві сиров'ялених ковбасних виробів дасть змогу розширити асортимент функціональних м'ясних продуктів для здорового харчування українців.

Ключові слова: *стартові культури, псилліум, амарант, таксифолін, функціональні м'ясні продукти.*

UDC 637.524

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2025.07>

JUSTIFICATION OF THE USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS AND INGREDIENTS IN THE BIOTECHNOLOGY OF DRIED SAUSAGE PRODUCTS

Ihor Ustymenko

Ph.D. (Engineering), Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-0171-5780>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine

Mykhailo Solomchuk

<https://orcid.org/0009-0000-9444-1795>

Mykola Nikolayenko

Ph.D. (Engineering)

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-2213-4985>

Radion Rybchinsky

PhD of Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-8396-5315>

Maryna Nazarenko

Ph.D. (Engineering)

<https://orcid.org/0000-0001-8346-5804>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine

Abstract. Today, the primary priority for producers is to provide the population with functional food products, in particular meat products to maintain health in a normal state. It has been determined that against the background of the widespread use of chemical food additives, the development of innovative technological solutions for the production of dried sausage products of high quality, environmental friendliness, biological and microbiological safety, as well as enriched with scarce nutrients through the use of non-traditional raw materials and ingredients, is relevant. The purpose of the work is to analyze non-traditional raw materials and ingredients for use in the biotechnology of dried sausage products to improve the quality and safety of new generation finished products. It was established that the use of starter cultures based on lactic acid bacteria, in particular, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus casei*, will allow to intensify the technological process of production of dried sausage products with obtaining finished products of high quality and safety. According to the results of the analysis, it was established that the use of amaranth products in the biotechnology of dried sausage products will allow to enrich the finished product with essential substances, in particular, essential amino acids, polyunsaturated fatty acids, vitamins and minerals. It is substantiated that the inclusion of psyllium in the prescription compositions of dried sausage products will allow to obtain a finished product with an increased content of soluble dietary fiber to improve the normal functioning of the gastrointestinal tract. It has been established that the use of taxifolin as a powerful antioxidant of plant origin, which has a positive effect on immunity, the cardiovascular system, capillary health and the body as a whole in the biotechnology of dried sausage products will allow to obtain finished products of functional purpose. The use of complex starter cultures based on lactic acid bacteria, amaranth products, psyllium, taxifolin and other ingredients and food additives in the production of dried sausage products will allow to expand the range of functional meat products for the healthy nutrition of Ukrainians.

Keywords: starter cultures, psyllium, amaranth, taxifolin, functional meat products

ВСТУП. На сьогоднішній день першочерговим завданням для фахівців м'ясопереробної промисловості є розширення вітчизняного асортименту м'ясних продуктів, зокрема, сиров'ялених ковбасних виробів (Bal-Prylypko et al., 2024a).

У свою чергу, актуальним є забезпечення населення функціональними харчовими продуктами (Baker et al., 2022), зокрема, м'ясними Das et al., 2020), для підтримання здоров'я на нормальному стані.

Основним напрямком розвитку ринку м'ясних продуктів функціонального призначення є включення до класичних продуктів дефіцитних нутрієнтів (Borsolyuk et al., 2023; Bal-Prylypko et al., 2024b; Stajić et al., 2023).

Слід відмітити, що на тлі значного дефіциту м'яса-сировини (Bal-Prylypko et al., 2022) розробляють технології ковбасних виробів з використанням харчових добавок, отриманих синтетичним шляхом – регуляторів кислотності, різних видів консервантів, підсилювачів смаку, аромату тощо. Як в результаті, отримується готова продукція низької якості та безпечності для споживача (Maleev et al., 2022).

Також, останнім часом практично реалізують біотехнології м'ясних продуктів за рахунок використання бактеріальних препаратів та стартових культур (Bal-Prylypko et al., 2024c).

У той же час, з кожним роком серед населення України зростає дефіцит низки нутрієнтів, зокрема незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, антиоксидантів тощо (Bal-Prylypko et al., 2024a).

Нестачу дефіцитних нутрієнтів можна компенсувати за рахунок використання нетрадиційної сировини та інгредієнтів в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів.

З вищевикладеного постає питання необхідності створення інноваційних технологій сиров'ялених ковбасних виробів високої якості та безпечності за рахунок використання у їх складі дефіцитних нутрієнтів.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ – аналіз нетрадиційної сировини та інгредієнтів для використання в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів для підвищення показників якості та безпечності готового продукту нового покоління.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Стаття є оглядом існуючої літератури про сировину та інгредієнти рослинного походження – амарант, псилліум, таксифолін та біотехнологічні особливості технології ферментованих м'ясопродуктів з подальшим аналізом інформації.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. *Біотехнологічні особливості технології ферментованих м'ясопродуктів.* До складу заквасок для ферментації у технології м'ясних продуктів залучають молочнокислі бактерії і коагулазонегативні стафілококи або мікрококи. Найпоширенішими видами молочнокислих бактерій, присутніми в процесі ферментації при виробництві ковбас, є *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum* і *Lactobacillus casei* (Cullere et al., 2020), які завдяки своїй ферментативній, протеолітичній та ліполітичній активності поліпшують структуру та консистенцію м'ясних продуктів, відновлення нітратів у нітрити, утворення нітрозоміоглобіну, дегідратація та інгібування окислення ліпідів (Li et al., 2022).

Смак ферментованих м'ясних продуктів насамперед зумовлений наявністю молочної кислоти та низькомолекулярних сполук, що утворюються в результаті протеолізу м'яса (Fadda et al., 2010).

Використання лактобактерій дає змогу отримувати ферментовані м'ясні продукти з традиційним приемним присмаком. Досліджено (Sallan et al., 2023), що каталазопозитивні коки беруть безпосередню участь в процесах утворення аромату в готовій продукції. Готові м'ясні вироби набувають вираженого смаку за рахунок утворення летких низькомолекулярних жирних кислот (Tatiyabornworntham et al., 2022), а відновлення нітрату натрію до нітритів забезпечує колірні характеристики готового продукту (Todorov, 2017).

Утворення аромату у ферментованих ковбасних виробках відбувається в основному протягом усього процесу дозрівання, а вплив біохімічних реакцій на аромат залежить від мікробного різноманіття, на яке сильно впливають умови виробництва (Wang et al., 2022).

Метаболіти лактобактерій у процесі бродіння виконують антибактеріальну та антиоксидантну функції та покращують фізичні та хімічні якості ферментованих м'ясних продуктів (Afifah et al., 2022).

Застосування заквасок на основі *L. curvatus* і *S. xylosus* дозволяють виготовляти сиров'ялені ковбасні вироби з меншим вмістом жиру та солі, забезпечуючи при цьому задовільну якість продукту (Cullere et al., 2020).

За посолу м'яса відбувається проникнення, розподіл та накопичення в м'ясі посолочних речовин, розвиток хімічних та ферментативних процесів з утворенням смакових та ароматичних речовин. Додавання стартових культур до розсолу може підвищити безпечність ферментованих м'ясних продуктів за рахунок швидкого підкислення матриці або за рахунок виробництва антимікробних речовин, таких як бактеріоцини (Bal-Prylypko et al., 2024a).

Отже, використання стартових культур на основі молочнокислих бактерій при виробництві сиров'ялених ковбасних виробів дозволить інтенсифікувати технологічний процес та отримати готовий продукт з високими органолептичними показниками та показниками безпечності.

Амарант як перспективна сировина в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів. Продукти переробки амаранту характеризуються високою біологічною цінністю, так як їх білок, за амінокислотним складом, наближений до так званого за FAO ідеального білка. Слід відмітити, що білок амаранту за вмістом більшості незамінних амінокислот перевищує традиційні зернові культури (Ovsienko, 2022).

Продукти з амаранту, за хімічним складом, характеризуються високим вмістом дефіцитних нутрієнтів, таких як кальцій, фосфор, залізо та магній (Association of Amaranth and Amaranth Products Producers, 2024).

Слід викремити насіння амаранту, що містить у своєму складі харчові волокна, аскорбінову кислоту та вітаміни, такі як рибофлавін, ніацин, токоферол (Sarker et al., 2020; Jahan et al., 2022).

За жирнокислотним складом продукти з амаранту містять велику кількість поліненасичених жирних кислот (Procopet and Oroian, 2022) та токоферол, який як відомо є потужним природним антиоксидантом (Skwarylo-Bednarz et al., 2020). Також продукти з амаранту містять в середньому 8 % сквалену, який має здатність не тільки підвищувати імунітет людини, а й пригнічувати ріст ракових клітин (Srivastava et al., 2021).

В амаранті містяться міnorні компоненти, які здатні позитивно впливати на здоров'я людини – інгібітори трипсину та хімотрипсину, сапоніни, фітинова кислота, щавлева кислота (Association of Amaranth and Amaranth Products Producers, 2024) та поліфеноли (Guo et al., 2020), що дає змогу позиціонувати амарант як ту сировину, що володіє антиоксидантною, антибактеріальною та противірусною дією.

Розміри зерен крохмалю амаранту є меншими порівняно з кромахмалями, отриманих з традиційної сировини, завдяки чому крохмаль амаранту, який міститься в харчових продуктах, більш стійкий при заморожуванні і подальшій дефростації (Association of Amaranth and Amaranth Products Producers, 2024).

Отже, використання продуктів з амаранту в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів дозволить збагатити готовий продукт незамінними амінокислотами, кальцієм, есенціальними поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами, мінеральними речовинами та харчовими волокнами.

Псилліум – нетрадиційні харчові волокна для використання в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів. Харчові волокна відіграють неабияку роль в організмі людини. Так, за рахунок харчових волокон, можна зменшити загальну калорійність раціону, а у разі споживання у надлишку вуглеводів і жирів – знизити негативну дію на обмінні процеси в організмі людини. Також, харчові волокна беруть участь в регулюванні моторної функції кишечника, абсорбують та виводять з організму людини канцерогенні речовини, “поганий” холестерин та жовчні кислоти (Yang et al., 2022).

Нетрадиційним представником харчових волокон є псилліум – насіння однорічної рослини роду *Plantago*, який не володіє власним запахом та смаком і практично не містить легкозасвоюваних вуглеводів (Franco et al., 2020).

Псилліум здавна використовується в Китаї та Індії в медичних цілях у якості добавки. Дослідження показують, що споживання псилліуму забезпечує чимало наступних харчових переваг. Так, псилліум здатен брати участь у профілактиці серцево-судинних захворювань, знижувати глікемічний індекс, абсорбувати холестерин та виводити його з організму (Beloglio and Gómez, 2022). Також, доведено (Elli et al., 2008), що псилліум володіє гіпоглікемічними та гіполіпідемічними властивостями та при його споживанні можуть бути зменшені ризики метаболічних захворювань шляхом покращення рівня глюкози та реакції на інсулін, а також ліпідного профілю у людей (Brum et al., 2016). Завдяки цим перевагам, псилліум може бути тими харчовими волокнами, що здатні поліпшувати поживні властивості харчових продуктів.

За хімічним складом, псилліум містить у собі дубильні речовини, флавоноїди, каротиноїди, уронові кислоти, полісахариди, сапоніни, слизи, аскорбінову кислоту, вітаміни та органічні кислоти. Розчинні харчові волокна, що містяться у псилліумі уповільнюють спорожнення шлунка, зменшують швидкість всмоктування жиру та глюкози (Agrawal, 2022).

Отже, включення псилліуму до складу сиров'ялених ковбасних виробів дозволить підвищити вміст харчових волокон в готовій продукції та покращити нормальне функціонування шлунково-кишкового тракту у споживачів.

Використання таксифоліну для надання функціональних властивостей сиров'яленим ковбасним виробам. Таксифолін (дигідрокверцетин) є потужним антиоксидантом природного походження, який виділяють переважно з деревини модрина (Muramatsu et al., 2020).

Його молекулярна структура дає змогу нейтралізувати вільні радикали, що викликають окислювальний стрес – одну з головних причин старіння клітин і розвитку хронічних захворювань (El-Nadad et al., 2020).

Варто зазначити, що роль таксифоліну виходить за межі його антиоксидантної дії. Так, це сполука з багатофункціональними властивостями, яка позитивно впливає на імунітет, серцево-судинну систему, здоров'я капілярів і організм у цілому (Wei et al., 2024; Li et al., 2023).

Окислення жирів може утворювати токсичні та канцерогенні сполуки, особливо небезпечними з яких є вільні радикали. Таксифолін здатний перехоплювати та зв'язувати вільні радикали, тим самим запобігаючи розвитку патогенних процесів в організмі (Tian et al., 2022).

Внесення таксифоліну в рецептуру харчових продуктів сприяє пригніченню вільнорадикальних процесів і пероксидному окисленню ліпідів клітинних мембран (Bobokalo, 2024).

Сучасні тенденції здорового харчування віддають перевагу натуральним продуктам, а не складним хімічним сполукам. Окрім натуральності, таксифолін володіє цілою низкою наступних переваг. Гідролітичні та окислювальні зміни, що виникають під час зберігання, спричиняють псування та скорочують термін придатності жировмісних продуктів (Tatijaborworntham et al., 2022). Таксифолін запобігає процесам перекисного окиснення ліпідів і білків, збільшуючи термін зберігання продуктів у 1,5-4 рази. Окрім того, він підвищує стійкість до температурних коливань і окислення, що дозволяє зберігати органолептичні властивості готової продукції тривалий час. Таксифолін не змінює смак, запах і колір готових продуктів, що дозволяє зберегти оригінальну рецептуру та смакові властивості. Включення таксифоліну підвищує біологічну цінність продукту за рахунок збагачення натуральними антиоксидантами, які мають позитивний вплив на здоров'я людини. Продукція з таксифоліном має конкурентну перевагу на ринку, позиціонуючись як функціональний продукт для здорового харчування (Bobokalo, 2024).

Використання таксифоліну дозволяє знизити відсоток втрат продукції через псування, збільшуючи рентабельність виробництва, а підвищення терміну зберігання продукції зменшує логістичні витрати та дозволяє розширити географію збуту (Ipek, 2023; Dan et al., 2023).

Таксифолін відповідає сучасним тенденціям здорового харчування, спрямованим на використання натуральних компонентів із високою біологічною активністю. Завдяки таксифоліну можна отримати сиров'ялені ковбасні вироби нового покоління, що не лише зберігають свої поживні властивості, але й активно сприяють здоров'ю нації.

ВИСНОВКИ. Встановлено, що нетрадиційною сировиною рослинного походження, яку доцільно використовувати в біотехнології сиров'ялених ковбасних виробів є псилліум як корисні для організму харчові волокна, амарант як джерело незамінних амінокислот, вітамінів і мінеральних речовин.

Використання стартових культур під час виробництва сиров'ялених ковбасних виробів, зокрема, на основі молочнокислих бактерій, дасть змогу отримати готову продукцію з поліпшеними органолептичними показниками та високими показниками безпеки.

Перспективним інгредієнтом для надання сиров'яленим ковбасним виробам функціональних властивостей є дигідрокверцетин як потужний антиоксидант рослинного походження.

Використання комплексно стартових культур, продуктів з амаранту, псилліуму, дигідрокверцетину та інших інгредієнтів і харчових добавок при виробництві сиров'ялених ковбасних виробів дасть змогу розширити асортимент функціональних м'ясних продуктів для здорового харчування українців.

Перспективами подальших досліджень є розробка рецептур сиров'ялених ковбасних виробів нового покоління з використанням стартових культур, псилліуму, амарантового борошна та дигідрокверцетину.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Afifah, D., Dewi, U., Anggraeni, R., Tsani, A., Widyastuti, N., & Fulyani, F. (2022). Antioxidant activity, microbiological quality, and acceptability of spontaneously fermented shrimp sausage (*Litopenaeus vannamei*). *J Food Qual*, 1–8.
- Agrawal, R. (2022). Psyllium: A Source of Dietary Fiber. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99372>.
- Association of Amaranth and Amaranth Products Producers (2024). URL: <https://amaranth-association.com/амарантове-борошно-перспективна-ха/>.
- Baker, M. T., Lu, P., Parrella, J. A., & Leggette, H. R. (2022). Consumer Acceptance toward Functional Foods: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1217. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031217>.
- Bal-Prylypko, L. V., Ustymenko, I. M., Yemtsev, V. I., Savchenko, O. A., Holembovska, N. V., Kryzhova, Y. P., Shtonda, O. A., Tyshchenko, L. M., Menchynska, A. A., Israelyan, V. M., Ivanyuta, A. O., Yemtseva, G. F., Beiko, L. A., & Nazarenko, M. V. (2024). Scientific Substantiation of Improving the Technology of New Generation Food Products. Kyiv: CP "Komprint".
- Bal-Prylypko, L., Danylenko, S., Mykhailova, O., Nedorizanyuk, L., Bovkun, A., Slobodyanyuk, N., Omelian, A., & Ivaniuta, A. (2024c). Influence of starter cultures on microbiological and physical-chemical parameters of dry-cured products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 313–330. <https://doi.org/10.5219/1960>.
- Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Cherednichenko, O., & Stepasyuk, L. (2022). Trends of the development of the meat processing industry of Ukraine and practical approaches to the optimization the recipe of sausage products. *Ekonomika APK*, 29(5), 10–19. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202205010>.
- Bal-Prylypko, L. V., Nikolayenko, M. S., Danylenko, S. H., Ustymenko, I. M., Ryabovol, M. V., Zhurenko, D. V. (2024b). Justification of technology of sausages for herodietic purpose. *Journal of Chemistry and Technologies*, 32(3), 759–765. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i3.306991>.
- Belorio, M., & Gómez, M. (2022). Psyllium: a useful functional ingredient in food systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62, 527–538. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1822276>.
- Bobokalo, S. (2024). A new era in healthy food technologies. *World of Food*, 4, 34–35.

- Borsolyuk, L., & Verbytskyi, S. (2023). Scientific basics to develop functional meat pâtés. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 27(3), 71–79. <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/3.2023.71>.
- Brum, J., Gibb, R., Peters, J., & Mattes, R. (2016). Satiety effects of psyllium in healthy volunteers. *Appetite*, 105, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.04.041>.
- Cullere, M., Novelli, E., & Dalle Zotte, A. (2020). Fat Inclusion Level, NaCl Content and LAB Starter Cultures in the Manufacturing of Italian-Type Ostrich Salami: Weight Loss and Nutritional Traits. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(4), 476.
- Dan, Y., Rui, Z., Hai-Xia, X., & Qing-Feng, Z. (2023). Antibacterial Mechanism of Taxifolin and its Application in Milk Preservation. Available at <https://ssrn.com/abstract=4375669>. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4375669>.
- Das, K., Nanda, K., Madane, P., Biswas, S., Das, A., Zhang, W., & Lorenzo, J-M. (2020). A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. *Food Science & Technology*, 99(5), 323–336. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.010>.
- El-Hadad, S. S., Tikhomirova, N. A., & Abd El-Aziz, M. (2020). Biological activities of dihydroquercetin and its effect on the oxidative stability of butter oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14519>.
- Elli, M., Cattivelli, D., Soldi, S., Bonatti, M., & Morelli, L. (2008). Evaluation of prebiotic potential of refined psyllium (*Plantago ovata*) fiber in healthy wome. *J. Clin. Gastroenterol*, 2, 174–176.
- Fadda, S., López, C., & Vignolo, G. (2010). Role of lactic acid bacteria during meat conditioning and fermentation: Peptides generated as sensorial and hygienic biomarkers. *Meat Science*, 1 (86), 66–79.
- Franco, E., Sanches-Silva, A., Ribeiro-Santos, R., & Ramos de Melo, N. (2020). Psyllium (*Plantago ovata* Forsk): From evidence of health benefits to its food application. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.006>
- Guo, L, Wang, Y, Bi, X, Duo, K, Sun, Q, Yun, X, Zhang, Y, Fei, P, Han, J. (2020). Antimicrobial Activity and Mechanism of Action of the *Amaranthus tricolor* Crude Extract against *Staphylococcus aureus* and Potential Application in Cooked Meat. *Foods*, 9(3), 359. <https://doi.org/10.3390/foods9030359>.
- Ipek, B. (2023). Analysis of antioxidant synergism and its mechanisms in different food systems (Doctor of Philosophy (PhD) dissertation, University of Massachusetts Amherst) Massachusetts, United States. <https://doi.org/10.7275/35954953>.
- Jahan, F., Bhuiyan, H., Islam, J., Ahmed, S., Hasan, S., Bashera, M., Chowdhury, N., Islam, B., Saha, K., & Moullick, P. (2022). *Amaranthus tricolor* (red amaranth), an indigenous source of nutrients, minerals, amino acids, phytochemicals, and assessment of its antibacterial activity. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100419. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100419>.
- Li, C., Liu, J., Zhang, C., Cao, L., Zou, F., & Zhang, Z. (2023). Dihydroquercetin (DHQ) ameliorates LPS-induced acute lung injury by regulating macrophage M2 polarization through IRF4/miR-132-3p/FBXW7 axis. *Pulm Pharmacol Ther*, 83, 102249. <https://doi.org/10.1016/j.pupt.2023.102249>.
- Li, L., Perea-Sanz, L., Salvador, A., Belloch, C., & Flores, M. (2022). Understanding the impact of nitrogen and sulfur precursors on the aroma of dry fermented sausages. *Meat Science*, 192, 108896.
- Maleev, V. O. Bezpachenko, V. M. & Semenchko, O. O. (2022). Food additives: definition, risks, consumption analysis. *Scientific notes of V.I. Vernadsky TNU*, 3, 7–12. <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-2/02>
- Muramatsu, D., Uchiyama, H., Kida, H., & Iwai, A. (2020). In vitro anti-inflammatory and anti-lipid accumulation properties of taxifolin-rich extract from the Japanese larch, *Larix kaempferi*. *Heliyon*, 6(12), e05505. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05505>.
- Ovsienko, S. (2022). Amaranth and its processing products in baking. *Food Resources*, 10(18), 109–120. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-11>.
- Procopet, O, & Oroian, M. (2022). Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile. *Applied Sciences*. 12(4), 2181. <https://doi.org/10.3390/app12042181>.
- Sallan, S., Yilmaz Oral, Z. F., & Kaya, M. (2023). A Review on the Role of Lactic Acid Bacteria in the Formation and Reduction of Volatile Nitrosamines in Fermented Sausages. *Foods*, 12(4), 702.

- Sarker, U., Hossain, M. M. & Oba, S. (2020). Nutritional and antioxidant components and antioxidant capacity in green morph Amaranthus leafy vegetable. *Sci Rep* 10, 1336. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-57687-3>
- Skwarylo-Bednarz, B., Stepniak, P. M., Jamiolkowska, A., Kopacki, M., Krzepilko, A., & Klikocka H. (2020). Amaranth seeds as a source of nutrients and bioactive substances in human diet. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 19 (6), 153–164. <https://doi.org/10.24326/asphc.2020.6.13>.
- Srivastava, S., Sreerama, Y. N., & Dharmaraj, U. (2021). Effect of processing on squalene content of grain amaranth fractions. *Journal of Cereal Science*. Volume 100, 103218. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103218>.
- Stajić, S., Stanišić, N., & Kurćubić, V. (2023). Meat products and functional food. *Scientific Journal "Meat Technology"*, 64(2), 206–211. <https://doi.org/10.18485/meattech.2023.64.2.37>.
- Tatiyaborworntham, N., Oz, F., Richards, M. P., & Wu, H. (2022). Paradoxical effects of lipolysis on the lipid oxidation in meat and meat products. *Food Chemistry*, 14, 100317. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100317>.
- Tian, R., Zhou, L., & Lu, N. (2022). Binding of Quercetin to Hemoglobin Reduced Hemin Release and Lipid Oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70 (40), 12925-12934. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c04129>.
- Todorov, S. D., Stojanovski, S., Iliev, I., Moncheva, P., Augusto, Nero, L., & Ivanova, I. V. (2017). Technology and safety assessment for lactic acid bacteria isolated from traditional Bulgarian fermented meat product “Lukanka”. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48(3), 576–586.
- Wang, J., Aziz, T., Bai, R., Zhang, X., Shahzad, M., Sameeh, M. Y., Khan, A. A., Dablood, A. S., & Zhu, Y. (2022). Dynamic change of bacterial diversity, metabolic pathways, and flavor during ripening of the Chinese fermented sausage. *Frontiers in microbiology*, 13, 990606.
- Wei, H., Zhao, T., Liu, X., Ding, Q., Yang, J., Bi, X., Cheng, Z., Ding, C., & Liu, W. (2024). Mechanism of Action of Dihydroquercetin in the Prevention and Therapy of Experimental Liver Injury. *Molecules*, 29(15), 3537. <https://doi.org/10.3390/molecules29153537>.
- Yang He, Y., Wang, B., Wen, L., Wang, F., Yu, H., Chen, D., Su, X., & Zhang, C. (2022). Effects of dietary fiber on human health. *Food Science and Human Wellness*, 1, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.07.001>.

Отримано 09.01.2025 р., прийнято до друку 21.05.2025 р.