



KAPITEL 5 / CHAPTER 5⁵

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF CHOPPED SEMI-FINISHED PRODUCTS USING STARTER CULTURES

DOI: 10.30890/2709-2313.2023-18-03-010

Вступ

У зв'язку із зростанням попиту на м'ясні посічені напівфабрикати та стагнацією в сировинній базі України, проблематика отримання продукції з високими показниками мікробіологічної стабільності та високим логістичним потенціалом, є все більш актуальною.

Актуальність удосконалення технології м'ясних посічених напівфабрикатів із застосуванням стартових культур може бути вагомим кроком до створення продуктів, які б були краще пристосовані для змін в логістичних ланцюгах, що в свою чергу обумовлені як пандемією, так і нестабільними процесами в економіці України та світу в цілому.

Продукти, вироблені із застосуванням захисних стартових культур є більш стійкими до впливів, які є можливими у циклі їх виробництва та реалізації за рахунок зниженої активності та кількості умовно-патогенних мікроорганізмів. Даний технологічний крок, в свою чергу, дозволяє забезпечити стабільність напівфабрикатів у тих випадках, коли існують ризики різких змін температури середовища зберігання, а також у випадках, коли унеможлиблюється транспортування та зберігання в замороженому стані. З іншого боку, використання стартових культур в технології заморожених посічених м'ясних напівфабрикатів є менш доцільним з огляду на значну інактивацію мікрофлори (в тому числі стартових культур) в циклах заморожування та розморожування, проте деякі види стартових культур демонструють високий рівень резистентності до заморожування та можуть залишатись в активній фазі після двох - та трьохкратного заморожування.

Технологічні характеристики процесів виготовлення посічених м'ясних напівфабрикатів легко піддаються корегуванню, на відміну від багатьох продуктів, виготовлених з цільном'язової м'ясної сировини або ковбасних виробів, так як товщина виробу (фаршу) в більшості посічених напівфабрикатів може мати різне значення, а рецептурний склад може легко корегуватись як за вмістом білку, жиру та вологи, так і в якісних вимірах (частка сировини вищих сортів, колагеновмісної сировини, жиру та вуглеводів).

З огляду на наведене вище, можна зробити висновки про актуальність

⁵Authors: Dzyha Yevhen Sergiovich



досліджень за напрямком удосконалення технології м'ясних посічених напівфабрикатів із застосуванням стартових культур. Отримані результати проведених досліджень дозволять не лише розширити асортимент м'ясних посічених напівфабрикатів, але і створити вироби з більш високим рівнем безпечності та подовженими термінами зберігання, а також закласти передумови для широкої модифікації органолептичних показників готової продукції, виробленої на основі м'ясних посічених напівфабрикатів із застосуванням стартових культур.

5.1. Характеристика стартових культур для виробництва посічених напівфабрикатів

Стартові культури можна охарактеризувати як препарати з великою кількістю клітин, що включають один тип або суміш кількох мікроорганізмів, які додають до харчових продуктів, щоб скористатися перевагами сполук або продуктів, отриманих від їх метаболізму або ферментативної активності. У харчових продуктах тваринного походження стартові культури широко використовуються в молочній промисловості для виробництва сиру, йогурту та інших кисломолочних продуктів, а у м'ясній промисловості – головним чином для виробництва сиркопчених та сиров'ялених виробів.

Зазвичай мікроорганізми, обрані в якості стартової культури, виділяють із нативної мікробіоти традиційних продуктів, оскільки вони добре пристосовані до технологічних режимів обробки харчових продуктів та відповідають за формування особливого вигляду, текстури, аромату та смакових характеристик продукту.

Основна функція стартових культур тваринного походження, що представлені в основному молочнокислими бактеріями, полягає у швидкому виробленні молочної кислоти, що викликає зниження рН, пригнічення життєдіяльності патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, збільшення термінів зберігання ферментованих продуктів. Крім того, виробництво інших метаболітів таких як: оцтова кислота, пропіонова кислота, бензойна кислота, перекис водню та бактеріоцинів, покращує безпечність харчових продуктів [1]. Оскільки стартові культури здатні ставати переважаючою мікробіотою в складі продуктів, це дозволяє виробникам контролювати процеси ферментації, пригнічуючи ріст небажаних мікроорганізмів та знижуючи гігієнічні та виробничі ризики через недоліки мікробного походження.



Крім того, стартові культури відіграють важливу роль у хімічній безпеці ферментованих харчових продуктів шляхом зниження вмісту біогенних амінів та поліциклічних ароматичних вуглеводнів [2].

Оскільки стартові культури використовуються для проведення процесів ферментації у виробництві харчових продуктів, їх використання є звичайною практикою в харчовій промисловості в усьому світі. Це привело до комерціалізації таких продуктів як біозахисні культури, стартові культури та пробіотики, дія яких спрямована на забезпечення харчових продуктів специфічними сенсорними та поживними характеристиками, потенційними перевагами для здоров'я та гарантованої безпеки.

Найбільш перспективними мікроорганізмами, обраними в якості стартових культур, є ті, які виділені з нативної мікробіоти традиційних продуктів, оскільки вони добре адаптовані до умов виробництва та зберігання харчових продуктів і здатні контролювати псування та патогенну мікробіоту харчових продуктів.

Щоб вибрати мікроорганізм(и) як стартову культуру або закваску, необхідно проводити належні дослідження щодо метаболізму даних організмів та їхньої активності, оскільки в певних випадках їх впливи та/або властивості можуть відрізнятися залежно від лабораторних умов та типу харчових продуктів. Крім того, стартова культура має бути визнана безпечною, придатною для виробництва у великих масштабах і залишатися життєздатною та стабільною під час її зберігання [3].

Мікроорганізми, які використовуються як стартові культури, – це бактерії, цвілі та дріжджі. У групі бактерій молочнокислі бактерії є найбільш поширеною групою, яка використовується в процесах бродіння м'ясних та молочних продуктів. Крім того, використовуються також інші бактеріальні групи, такі як грампозитивні, каталазопозитивні коки, головним чином коагулазонегативні стафілококи та мікрококи.

5.2. Антимікробна дія вибраних стартових культур проти харчових патогенів

Такі мікроорганізми як *Lactobacillus acidophilus*, *Lacticaseibacillus casei* або *Lactobacillus helveticus* (LAB) представляють основні закваски, які використовуються в м'ясній промисловості. Їх антимікробну дію вже було описано десятиліття тому, не тільки на основі зниження рН, що виникає в результаті перетворення цукру в молочну кислоту, але й на основі конкурентної



дії проти природної мікробіоти, продукування інших органічних кислот наприклад, молочної, оцтової, пропіонової, бензойної кислот, перекису водню, ферментів або бактерицидних пептидів .

Антимікробна дія органічних кислот полягає в зниженні рН та у дії недисоційованих молекул кислоти. Крім того, низький рН сприяє дифузії органічних кислот через клітинні мембрани, руйнуючи електрохімічний протонний градієнт, впливаючи на проникність клітинної мембрани та призводячи до загибелі клітини [4].

Бактеріоцини, більшість з яких продукуються мікроорганізмами LAB, є пептидами або білками низької молекулярної маси, синтезованими в рибосомах бактерій-продуцентів. Більшість бактеріоцинів діють на клітинну мембрану, дестабілізуючи та проникаючи через утворення іонних каналів або пор, які вивільняють такі сполуки, як фосфат, калій, амінокислоти та аденозинтрифосфат (АТФ), зменшуючи синтез макромолекул і, як наслідок, загибель клітин .

Закваски покращують безпеку ферментованих м'ясних продуктів, але оцінку їх антимікробної дії як в дослідях «in vitro», так і в харчовій матриці слід попередньо досліджувати. Ці дослідження слід проводити як для комерційних заквасок, так і для власних заквасок, виділених з традиційних м'ясних продуктів [5]. Цей факт важливий, оскільки менший антимікробний ефект зазвичай описаний у справжніх м'ясних ковбасах, ніж у аналізах «in vitro» , пов'язаних із взаємодією з харчовими сполуками.

Інші дослідження показали, що лише 14 із 39 комерційних заквасок для виробництва м'ясних ковбас володіють антимікробною дією. Тоді, як інші автори [6] помітили, що як у бульйоні, так і у ферментованій грецькій ковбасі, автохтонні штами *Lb.sakei* виявляють антимікробну дію проти *E. coli* та *L. monocytogenes* . Подібні результати були описані [7] у модельному середовищі м'яса та ферментованій ковбасі проти *L. monocytogenes* з використанням *Enterococcus mundtii* в якості стартової культури. Проте відмінності, що спостерігаються в антимікробному ефекті заквасок, можуть бути пов'язані з мікроорганізмом, штамом, цільовим мікроорганізмом та/або характеристиками виробництва ковбас. Було помічено, що додавання *Lacticasebacillus rhamnosus* як закваски, виділеної з кишкового тракту людини, не пригнічувало ріст *S. aureus* , що в продукті є ентеротоксин.

Використання традиційних технологій виробництва харчових продуктів зі зниженим вмістом кухонної солі та без використання нітритів є одним з чинників, що сприяє появі патогенної мікрофлори. Крім того, низьке початкове природне мікробне навантаження м'ясного фаршу для виробництва



ферментованих посічених напівфабрикатів може становити ризик розмноження патогенів через зниження конкуренції [8]. Встановлено, що технологічні агенти, такі як сіль та нітрит натрію можуть перешкоджати виробленню бактеріоцину *Lb. sakei*. Крім того, у разі високого мікробного забруднення антимікробний ефект стартових культур може бути скомпрометований.

Наприклад, якщо початковий рівень забруднення високий, використання закваски не може покращити якість харчового продукту. Так, було повідомлено, що антимікробний ефект природної мікробіоти не може бути достатнім при високій мікробній контамінації м'ясного фаршу з 7 log КУО/г *Salmonella* spp. і *L. Monocytogenes*.

У літературі описано антимікробну дію бактерій м'ясного походження проти основних патогенів харчового походження та основних бактерій псування (таблиця 1).

Таблиця 1. Антимікробний ефект відібраних стартових культур (доданих як інгредієнти під час виробництва ферментованого м'яса) проти основних харчових патогенів.

Використана стартова культура	Походження культури	Характеристика механізму гальмування
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Стартові культури, відібрані проти <i>L.innocua</i>	Не визначено
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Виділено зі свинини	Не визначено
<i>Lactiplantibacillus</i>	Виділено з ферментованої кукурудзи	Виробництво плантарицину
<i>Latilactobacillus sakei</i>	Ізольовано з чурісо	Не визначено
<i>Latilactobacillus curvatus</i> 54M16	Із традиційних ферментованих ковбас регіону Кампанія (Італія)	Виявлення бактеріальних генів методом ПЛР
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	Колекція культури ІОТЕС (Таїлан)	Не визначено
<i>Суміш Staphylococcus xylosus</i> DD-34, <i>Pediococcus acidilactici</i> PA-2, <i>Lactobacillus bavaricus</i> MI-401	Комерційні стартові культури (FloraCarn LC, Møller RM 52)	Виробництво педіоцину
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Комерційні стартові культури від Хр.Hansen Laboratories (Данія)	Очищення бактеріоцину та секвенування амінокислот
<i>Latilactobacillus sakei</i> 8416	Натуральна грецька ковбаса сухого дозрівання	Не визначено
<i>Lacticoseibacillus rhamnosus</i> E-97800	Виділено з ШКТ людини	Не визначено



Використана стартова культура	Походження культури	Характеристика механізму гальмування
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> PCS20	Колекція мікробних штамів Латвії	Не визначено
<i>Enterococcus faecalis</i>	Виділено з сиру	Виробництво ентероцину
<i>Latilactobacillus sakei</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Ферментовані ковбаски з дичини	Не визначено
<i>Limosilactobacillus reuteri</i> ATCC 55730	Американська колекція типових культур	Виробництво реотерину
Суміш <i>Pediococcus acidilactici</i> (MC184, MS198 i MS200) плюс <i>Staphylococcus</i> меля RS34	Стартові культури, відібрані проти <i>Enterobacteriaceae</i>	Не визначено
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Отримано з Колекції харчових мікробіологічних культур (Університет штату Канзас, Манхеттен, Канзас, США)	Не визначено

Антимікробний ефект характеризується зменшенням чи знищенням патогенних мікроорганізмів та/або мікроорганізмів, що викликають псування, за більш короткий час у процесі виробництва. Це дозволяє виробникам м'ясопереробної промисловості швидше отримувати безпечніші продукти, маючи можливість оптимізувати виробничі процеси.

Важливо зауважити, що здатність заквасок конкурувати з природною мікробіотою сировини та здійснювати очікувану метаболічну діяльність зумовлена швидкістю їх росту та виживання в умовах, які переважають у ферментованих продуктах, тобто анаеробна атмосфера, концентрація NaCl, температура ферментації та низьке значення показника pH [9].

Крім того, спосіб додавання заквасок у м'ясний фарш може вплинути на їх антимікробну дію. Мікрокапсулювання *Limosilactobacillus reuteri* зменшує антимікробну дію проти *E.coli* у сухих ферментованих ковбасах [10].

З метою підвищення безпечності продукту здійснюють використання заквасок у поєднанні з іншими сполуками (таблиця 2), такими як ефірні олії, органічні кислоти, вино або спеції, що додаються до м'ясного фаршу для підвищення безпеки цих продуктів.

Тому важливим є здійснення попередньої оцінки потенційної взаємодії таких речовин із заквасками, оскільки інгібуючий ефект тоже може бути присутнім, як обговорювалося вище.



Таблиця 2. Поєднання стартових культур та інших бар'єрних факторів для покращення антимікробного ефекту проти харчових патогенів у виробництві м'ясних продуктів.

Культура	Походження	В поєднанні з	Протимікробна дія проти
<i>Latilactobacillus sakei</i>	З ковбасного фаршу	Часниковий порошок	<i>L. monocytogenes</i>
Суміш стартових культур	Комерційні стартові культури	Гірчиця	кишкова паличка, <i>L. monocytogenes</i>
<i>Latilactobacillus sakei</i>	З ковбасного фаршу	Часниковий порошок і вино	<i>Salmonella</i> spp.
<i>Latilactobacillus sakei</i>	З ковбасного фаршу	Ефірні олії	<i>Salmonella</i> spp. кишкова паличка
Суміш <i>S. xylosum</i> і <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	З ковбасного фаршу	Вакуумна упаковка	Ентеробактерії

Висновки

Шляхом наукового аналізу було наведено характеристики основних стартових культур та заквасок, виходячи з перспективи їх застосування в технології м'ясних посічених напівфабрикатів.

Проаналізовано антимікробну дію обраних стартових культур проти типових харчових патогенів.

Встановлено, що використання стартових культур, які пришвидшують ферментацію, може бути доцільним кроком для корегування властивостей м'ясних посічених напівфабрикатів.

Головними передумовами цього кроку є здатність зазначених культур сприяти швидкому зниженню значення рН та показника активності води a_w , що приводить до проходження білками м'ясної сировини через ізоелектричну точку, внаслідок чого білки втрачають гідрофільні властивості.

Швидке зниження вологи м'ясних напівфабрикатів може мати ряд переваг при виготовленні таких продуктів як котлети, ромштекси посічені та інші, а також при виробництві продуктів з асортименту м'ясних снєків.

Виробництво ферментованих харчових продуктів у більшості випадків базується на традиційних рецептурах, що свідчить про те, що природні та неконтрольовані умови харчового середовища можуть впливати на кінцеві характеристики готових виробів.