

6.3 Удосконалення технології дрібно-кускових напівфабрикатів з використанням стартових культур

Вступ

Удосконалення технології м'ясних дрібношматкових напівфабрикатів є завданням, що актуалізується, зважаючи на стрімкі зміни в динаміці та структурі споживання м'ясних продуктів, а також з огляду на необхідність створення технологій подовження термінів зберігання м'ясопродуктів.

Дрібношматкові м'ясні напівфабрикати за своїми технологічними особливостями є продукцією, виробництво якої дозволяє не лише розширити асортимент м'яспородуктів, але і проводити переробку м'ясної сировини більш комплексно. Питання комплексної переробки м'ясної сировини є актуальним, зважаючи на потенціал до збільшення частки високомаржинальних продуктів. Для багатьох видів м'ясних дрібношматкових напівфабрикатів однією з перешкод до збільшення їх термінів зберігання, покращення логістичних зв'язків та зростання маржинальності продукції є досить високий рівень мікробіологічного обсіменіння вхідної сировини, що є особливо актуальним для напівфабрикатів із м'яса птиці та напівфабрикатів, отриманих зі свинини з вадами автолізу.

Коливання цін та зміни у структурі кормової бази є однією з основних причин, що можуть змінювати раціони та режими утримання та годівлі м'ясних свиней, внаслідок чого виникає додатковий ризик формування автолітичних процесів з відхиленням від нормального їх перебігу. Оскільки стартові культури є одним з методів модифікації сировини перед її термічною обробкою та можуть бути застосовані безпосередньо після отримання дрібношматкових напівфабрикатів, їх застосування є одним з раціональних методів коригування значення рН, пластичності, вологості та інших основних функціонально-технологічних характеристик м'ясних дрібношматкових напівфабрикатів.

Процеси ціленаправленої та контрольованої ферментації, що проходять під впливом стартових культур не лише мінімізують розвиток умовно-патогенної мікрофлори через зниження рН, інгібування небажаних мікроорганізмів та зниження активності води, але і значно впливають на функціональність та якісний склад білків м'язової тканини, призводячи до їх часткового протеолізу. Внаслідок протеолізу не лише формуються характерні для ферментованих продуктів смако-ароматичні сполуки, але й утворюється значна кількість пептидів та окремих амінокислот, позитивно впливаючи на доступність білків даного продукту до перетравлювання та засвоєння організмом людини.

Подовження терміну зберігання м'ясних дрібношматкових напівфабрикатів дасть можливість не лише уникнути процесів заморожування та розморожування для деяких видів продуктів, але і значно розширити асортимент виробів з високими споживчими якостями, високою біологічною цінністю та ефективністю.

6.3.1 Перспективи застосування стартових культур в технології дрібношматкових напівфабрикатів

Стартові культури для м'ясної промисловості можна описати, як життєздатні мікроорганізми, що додаються безпосередньо до м'ясної сировини для подовження термінів зберігання, підвищення безпечності та/або підвищення органолептичних характеристик м'ясного продукту. Крім того, харчові якості м'ясопродуктів повинні як мінімум не погіршуватись, а як максимум покращуватись внаслідок додавання стартових культур. До бажаних характеристик стартових культур можна віднести такі властивості: мікроорганізми повинні бути стійкими до впливу кухонної солі та нітритів (інтенсивно рости при 6% NaCl і 0,01 % вмісту нітритів), повинні розвиватись в температурному діапазоні від 27 до 43°C з оптимальною температурою приблизно 32°C, не повинні виробляти сполук, пов'язаних із неприємними запахами, і не повинні бути шкідливими для здоров'я (не бути ані патогенами, ані виробляти токсичні сполуки в рамках свого метаболізму).

Якщо стартові культури є молочнокислими бактеріями, вони повинні бути гомоферментативними, оскільки утворення газу та інших продуктів ферментації, окрім молочної кислоти, сприяють появі неприємного присмаку та інших дефектів. Молочнокислі бактерії не повинні бути протеолітичними або ліполітичними; однак ці реакції можуть бути бажаними в конкретних типах ферментованих м'ясопродуктів. Так, з використанням окремих видів *Pediosoccus cerevisiae*, *P. pentosaceum* можна виробляти різноманітні напівсухі та сухі ферментовані ковбаси.

Основна роль молочнокислих бактерій полягає у швидкому виробництві молочної кислоти з цукрів (зазвичай глюкози), доданих до фаршевої суміші або присутніх у сировині. Молочна кислота знижує рН ферментованих м'ясопродуктів, тим самим покращуючи термін зберігання продуктів, окрім того, молочна кислота надає продукту гострий смак і денатурує м'ясний білок. Ця денатурація, яка також призводить до виділення вологи внаслідок досягнення білком ізoeлектричної точки, значною мірою відповідає за текстуру ферментованих м'ясопродуктів [401].

Каталаза, що виробляється мікрококами, розкладає пероксиди, що утворюються в м'ясі під дією мікробів або в результаті окисних реакцій. Пероксиди можуть призвести до утворення дефектів кольору м'ясопродуктів. Однією з проблем, з якою постійно стикаються виробники ферментованих м'ясопродуктів, є ймовірність того, що ферментативна мікрофлора може виробляти потенційно токсичні сполуки з нетоксичних компонентів, які зазвичай присутні в харчових продуктах.

Роль протеолізу у виробництві ферментованих м'ясопродуктів. Протеоліз - це біохімічний процес у висушених м'ясних продуктах, під час якого білки метаболізуються та розщеплюються до поліпептидів, пептидів і вільних амінокислот. Правильний вибір пробіотичних заквасок обмежує протеолітичні зміни в сухих ферментованих м'ясних продуктах. Було оцінено сукупний вплив суміші пробіотичних заквасок на профіль вільних амінокислот, загальну кількість молочнокислих бактерій і сенсорну якість висушених свинячих

корейок після ферментації та після зберігання зразків у вакуумній упаковці[?????]... ФАО/ВООЗ характеризує пробіотики як живі мікроорганізми, які при введенні в адекватних кількостях сприяють здоров'ю людини. Пробіотичні продукти повинні містити ці мікроорганізми не менше $6,0 \log$ КУО г-1 (КУО мл-1) до кінця терміну придатності [400]. Пробіотики відіграють важливу роль у захисті організму від шкідливих мікроорганізмів, а також зміцнюють імунну систему.

В даний час виробництво промислових стартових культур з використанням переважно молочнокислих бактерій демонструє позитивний вплив на технологічні процеси виробництва м'ясних продуктів. Протеоліз є одним із найважливіших біохімічних процесів під час ферментації м'ясних продуктів. Розщеплення білків відбувається за участю ендогенних та мікробіологічних ферментів, що, у свою чергу, часто призводить до дезамінування та декарбоксилювання. Основними продуктами декарбоксилювання білків м'яса є біогенні аміни: кадаверин, путресцин, тирамін і гістамін [400]. Використання стартових культур у виробництві ферментованих м'ясопродуктів завжди є передбаченим рецептурою або технологічними інструкціями та спрямоване на отримання заданих сенсорних і мікробіологічних характеристик у кінцевому продукті.

6.3.2 Стартові культури в ферментованих м'ясних продуктах

Перше покоління м'ясних стартових культур, як правило, базувалося на мікроорганізмах, виділених у результаті ферментації овочів, таких як *L. plantarum* і представники роду *Pediosoccus*. Потім було розроблено друге покоління культур, що містять штами м'ясного походження, такі як *L. sakei* та коагулазонегативні стафілококи (CNS), що містять фенотипові ознаки технологічного значення [402]. Більшість комерційно доступних бактеріальних препаратів є комбінованими культурами LAB (головним чином *Lactobacillus* spp. і *Pediosoccus* spp.) і GCC (головним чином *Staphylococcus* spp. і *Kocuria* spp.).

Останнім часом зусилля науковців були спрямовані на вивчення фізіологічних і технологічних властивостей LAB і CNS, виділених із

традиційних ферментованих ковбас, з метою розробки функціональних заквасок, які підвищують безпечність і харчові переваги при збереженні промислових показників [403].

Виробництво продуктів прискореної ферментації включає спонтанне бродіння, кероване бактеріями LAB і GCC і, що не менш важливо, грибами, а саме пліснявою та дріжджами. Ці бактерії відповідають за мікробні реакції, які відбуваються під час бродіння м'яса, такі як підкислення, активність ферменту каталази та виробництво бактеріюцину .

Молочнокислі бактерії – нерухомі мікроорганізми, які не утворюють спор, каталазонегативні, грампозитивні, вони не утворюють пігменту, не відновлюють нітратів до нітритів. Зазвичай молочнокислі бактерії не дихають і не містять каталази. Вони виробляють молочну кислоту як один з основних продуктів бродіння вуглеводів. Вони позбавлені справжньої каталази і не мають цитохромів. Усі LAB ростуть анаеробно, але на відміну від більшості анаеробів, вони ростуть у присутності кисню як «аеротолерантні анаероби» . Відповідно до сучасної таксономічної класифікації вони належать до типу Firmicutes, класу Bacilli, порядку Lactobacillales. Шість різних родин включають усі роди, як представлено в таблиці 1[403].

Таблиця 1. Родини та роди молочнокислих бактерій

Родина	Рід	Клітинна морфологія	Цукрове бродіння
Aerococcaceae	Aerococcus	Cocci-tetrads	Гомоферментативне
Carnobacteriaceae	Carnobacterium Enterococcus	Bacilli Cocci	Гомоферментативне Гомоферментативне
Enterococcaceae	Tetragenococcus Vagococcus	Cocci-tetrads Cocci	Гомоферментативне Гомоферментативне
Lactobacillaceae	Lactobacillus Pediococcus	Bacilli Cocci-tetrads	Штамзалежне Гомоферментативне
Leuconostocaceae	Leuconostoc Oenococcus Weissella	Cocci Cocci Cocci/bacilli	Гетероферментативне Гетероферментативне Гетероферментативне
Streptococcaceae	Lactococcus Streptococcus	Cocci Cocci	Гомоферментативне Гомоферментативне

Молочнокислі бактерії належать до найважливіших груп мікроорганізмів, які використовуються для бродіння у виробництві харчових продуктів. Вони покращують смак і текстуру ферментованих продуктів, пригнічують ріст бактерії, що псують харчові продукти, виробляючи велику кількість молочної кислоти.

Виходячи з моделей бродіння цукру, існує дві широкі метаболічні категорії LAB: гомоферментативна та гетероферментативна. Гомоферментативний шлях виробляє в основному тільки молочну кислоту, тоді як гетероферментативний шлях виробляє вуглекислий газ і етанол або ацетат на додаток до молочної кислоти [404].

Гомоферментативні LAB включають деякі лактобактерії та більшість ентерококів, лактококів, педіококів, стрептококів, тетрагенококів і вагококів, які ферментують гексози шляхом гліколізу шляхом Ембдена-Мейєргофа-Парнаса. З іншого боку, гетероферментативні LAB ферментують пентози головним чином через фосфокетотазний шлях і включають лейконостоки, деякі лактобацили, енококи та види *Weissella* [404].

До технологічних особливостей LAB відносяться швидке виробництво молочної кислоти; зростання при різних температурах, концентраціях солей і значеннях pH; газоутворення з вуглеводів; активність каталази та гідроліз, пероксиду водню; зниження нітратів і нітритів; помірна протеолітична та ліполітична ферментативна активності; сумісність з іншими мікробними компонентами в комбінованих стартових культурах [405].

Проте, умови ферментації необхідно весь час контролювати, щоб уникнути надмірних точкових отворів, газових кишень і сторонніх присмаків, що є результатом утворення газу з вуглеводів. Крім того, виробництво перекису водню може призвести до небажаного окислення, відомого як позеленіння. Також, необхідно взяти до уваги, що протеолітична та ліполітична активності повинні бути помірними, щоб уникнути небажаних сенсорних змін.

Підбір стартових культур для підвищення якості м'ясних виробів здійснюється за технологічно відповідними ознаками. Автохтонна мікробіота

м'яса та інших м'ясних продуктів, а також мікробіота технологічного середовища виробничих одиниць може бути хорошою відправною точкою для ізоляції потенційних культур, оскільки ці штами добре адаптовані до м'ясного середовища [406] .

Що стосується ролі LAB у складі м'ясних продуктів сухої ферментації, то вони беруть участь у коагуляції м'язових білків шляхом підкислення субстрату, що приводить до підвищення стабільності до нарізання, твердості та щільності кінцевого продукту. Крім того, вони сприяють утворенню аромату кінцевого продукту через формування помітного кислого та оцтового смаку. Існуючі кислі умови можуть підвищити також активність катепсину D, який відповідає за протеоліз м'язів .

При виборі стартових культур для м'ясних напівфабрикатів слід використовувати штами LAB та CNS з корисною метаболічною активністю та перевагами під час бродіння.

Використання коагулазонегативних стафілококів (CNS), як стартових культур сприяє адекватному розвитку забарвлення на основі їх нітратредуктазної активності. З іншого боку, їх каталазна активність зменшує окисне псування, а їхній метаболізм сприяє смаку. Смакогенеруючий потенціал CNS є навіть більш важливим при виробництві напівфабрикатів з низьким вмістом кухонної солі або з низьким вмістом жиру

Однак повний метаболічний потенціал CNS потребує подальших наукових досліджень з метою вивчення їх технологічних особливостей CNS. Крім сприяння утворенню аромату, *Staphylococcus* і *Kocuria* також забезпечують нітратредуктазну та антиоксидантну активність . Опубліковано досить багато наукових робіт, в яких повідомляється про результати, отримані при використанні змішаних заквасок (LAB і CNS) [407].

Грампозитивні каталазопозитивні коки GCC, переважно непатогенні коагулазонегативні стафілококи (CNS), також мають важливе значення в процесі ферментації м'ясних виробів, оскільки вони покращують якість кінцевого продукту, стандартизуючи процес виробництва. Вони підвищують стійкість

кольору, сприяють розвитку смаку та зменшують псування. У таблиці 2 представлені види грампозитивних каталазопозитивних коків GCC, що найчастіше виділяють із ферментованих м'ясних виробів [407].

Таблиця 2. Грампозитивні каталазопозитивні коки GCC та їх роль у процесі ферментації.

Родина	Рід	Вид	Метаболічна активність
Staphylococcaceae	Staphylococcus (CNS)	<i>S. xylosus</i> <i>S. carnosus</i> <i>S. equorum</i> <i>S. succinus</i> <i>S.saprophyticus</i>	Nitrate reductase Proteolytic Lipolytic Catalase
Micrococcaceae	Micrococcaceae	<i>M. luteus</i> <i>M. lylae</i>	Nitrate reductase Antioxidative Catalase Lipolytic Proteolytic
Micrococcaceae	Kocuria	<i>K. varians</i> <i>K. kristinae</i>	Nitrate reductase Proteolytic Lipolytic

Вплив різних комбінацій препаратів (*Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus pentosaceus* і *Lactobacillus sakei*) на якість турецької ферментованої ковбаси (Sucuk) було оцінено під час дозрівання та зроблено висновок про те, що використання ліполітичних заквасок (*S.carnosus*/*L.sakei*) має позитивний вплив на прискорення дозрівання та підвищення якості ферментованих ковбас [408].

Casquete та його колеги підкреслили важливість автохтонних заквасок у покращенні однорідності та безпечності ферментованих м'ясних продуктів без погіршення їх сенсорних характеристик. Крім того, вони підкреслили важливість вибору початкової формули, яка б складалась з комбінації штамів, яка підходить для певної процедури дозрівання [409].

Можна зробити висновок, що смак і аромат ферментованих м'ясних виробів виникає в результаті спільної дії різних бактерій. Бактеріальні культури виробляють молочну кислоту і невеликі кількості оцтової кислоти, етанолу і

ацетоїну; однак протеолітична та ліполітична активність як LAB, так і грампозитивних каталазопозитивних коків GCC, є важливою для сенсорної якості ферментованих м'ясних напівфабрикатів.

Висновки

Аналітично обґрунтовано, що продовження терміну зберігання м'ясних дрібношматкових напівфабрикатів дасть можливість не лише уникнути процесів заморожування та розморожування м'ясних напівфабрикатів, але і значно розширити асортимент виробів з високими споживчими якостями, високою біологічною цінністю та ефективністю. Процеси ферментації, що проходять під впливом стартових культур не лише мінімізують розвиток умовно-патогенної мікрофлори через зниження рН та активності води a_w , але і значно впливатимуть на функціональність та сенсорні характеристики напівфабрикатів.

Фактично, використання стартових культур у виробництві м'ясних дрібношматкових напівфабрикатів може покращити їх сенсорні характеристики та сприяти їх біоконсервації та безпечності, продовженню терміну зберігання та підвищенню однорідності м'ясних продуктів.

Вибір препарату слід здійснювати в контексті його застосування, оскільки функціональність буде залежати від виду напівфабрикатів, застосованої технології, часу дозрівання, використовуваних інгредієнтів і сировини.

-Розробка технології двостадійної обробки дрібношматкових напівфабрикатів, з включенням стадії термічної обробки, дозволить досягнути вирішення таких основних цілей:

- подовження термінів зберігання та підвищення мікробіологічної стабільності м'ясних дрібношматкових напівфабрикатів;
- збільшення вмісту пробіотичних культур, частковий протеоліз м'ясної сировини та, як наслідок, збільшення біологічної доступності та ефективності даного продукту;
- отримання напівфабрикатів з м'яса птиці та зі свинини з вадами автолізу, з покращеними органолептичними, фізико-хімічними, структурно-механічними характеристиками та підвищеною харчовою та біологічною цінністю.