



DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-2-21

УДК 637.524.5:637.05

Л. М. Крижак, к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-4882-897X

О. А. Іваніщева, ст. викл.

ORCID: 0000-0002-0500-3652

Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ

e-mail: l.kryzhak@vtei.edu.ua, тел.: +380967242684

РОЛЬ СТАРТОВИХ КУЛЬТУР У ВИРОБНИЦТВІ СИРОВ'ЯЛЕНИХ КОВБАС

Анотація. У статті досліджено вимоги до стартових культур, які використовуються у виробництві сиров'ялених ковбас. Зокрема, узагальнено та систематизовано наукові дослідження щодо безпечності стартових культур, активності ферментів, їх вплив на колір і створення смакових сполук з ліпідів. Крім того, обговорюються особливості вибору стартових культур, зміни у якості (твердість і жувальна здатність) за рахунок зміни текстури після застосування закваски під час виробничого процесу. Досліджено роль стартових культур у мікробіологічній та хімічній безпеці сиров'ялених м'ясних продуктів, узагальнено вимоги до стартових культур у сиров'ялених ковбасах, умови підвищення харчової безпеки продукту. Прослідковано активність ферментів, отриманих із стартових культур, зміну сенсорних властивостей ковбас. Проілюстровано зміни у вільних жирних і летких сполуках стартових культур, в профілях текстури сиров'ялених ковбаси. Показано вплив протеолітичної активності стартових культур на профіль текстури сиров'ялених ковбас.

Ключові слова: якість, безпека, технологія, стартові культури, сиров'ялені ковбаси, мікроорганізми, інокуляція, властивості.

Постановка проблеми. Сиров'ялені ковбаси стабільно користуються попитом на ринку. Незважаючи на те, що на сьогодні створено численні різновиди даної продукції, сухі м'ясні продукти постійно привертають увагу виробників і дослідників, що працюють у харчовій м'ясопереробній галузі. Сучасні дослідження спрямовані на пошук нових стратегій для підвищення якості та безпеки сиров'ялених ковбасних виробів (2).

Стартові культури можуть відігравати важливу роль у виробництві традиційних в'ялених м'ясних продуктів. Для досягнення цілей, пов'язаних із підвищенням якості та безпечності м'ясних продуктів, відбір конкретних штамів, що входять до складу стартових культур, має здійснюватися в контексті застосування, оскільки їх функціональність залежатиме від типу ковбасних виробів та умов технологічного процесу.

Безпеці сиров'ялених м'ясних продуктів можуть загрожувати мікробіологічні, а саме харчові патогени (*Salmonella* spp., *Listeria* spp.



тощо), і хімічні небезпеки, зокрема біогенні аміни, нітрозаміни, поліциклічні ароматичні вуглеводні (РАН) і мікотоксини (3).

Стартові культури, що містять *Lactobacillus* spp., грампозитивні каталазопозитивні коки та дріжджі, використовувалися у виробництві традиційних м'ясних ковбас. Проте, вплив заквасок на зменшення накопичення РАН недостатньо вивчений. Існують перспективи дослідження конкурентних виключень, випереджаючи псування або погіршення стану автохтонної мікробіоти. Потребує глибокого вивчення роль цвілі, наприклад *Penicillium nalgiovense*, у конкурентному виключенні небажаних ниткоподібних грибів. Більшість цих небажаних грибків виробляють мікотоксини, вторинні метаболіти, здатні викликати захворювання. Усі ці аспекти роблять зазначену проблематику важливою та актуальною на сьогоднішній день.

Аналіз останніх досліджень. Зберігання м'яса шляхом бродіння проводилося тисячі років, але ідея використання стартових культур для виробництва сиров'ялених ковбас була вперше представлена у 1940-х роках у патенті US 2225783 А. Першою комерційною стартовою культурою був штам *Pediosoccus acidilactici*, яка була доступна у США в 1957 році (18). Першою стартовою культурою в Європі був штам M53 з роду *Kocuria*, виділений з фінської ковбаси, який використовувався для запобігання вадам кольору та аромату (19).

Стартові культури – це окремі або змішані мікроорганізми, які використовуються у підібраних концентраціях з метою підтримування процесів ферментації у сиров'ячених м'ясних продуктах за рахунок їх мікробіологічних та ферментативних властивостей.

Бактерії, зокрема молочнокислі бактерії (МКБ) і коагулазонегативні стафілококи (ЦНС), а також дріжджі та плісняви можуть використовуватися як закваски, що сприяє підвищенню безпеки ферментованих м'ясних продуктів. Крім того, стартові культури можуть допомогти стандартизувати властивості продукту та скоротити час дозрівання ферментованих м'ясних продуктів (1).

Попереднє використання стартових культур у м'ясних продуктах було результатом додавання частини вихідних м'ясних продуктів до їх сировини, тобто частина вже ферментованої партії ковбаси поверталася в нову суміш. Цей уже ферментований продукт містив необхідні мікроорганізми для початку ферментації нової партії. Ця технологія відома як зворотний нахил або зворотне щеплення (2).

Дослідження показали, що необхідно використовувати добре адаптовані та кваліфіковані штами презумпції безпеки (QPS), а створення закваски повинно бути перевірено, щоб гарантувати очікувану ефективність.



Пробіотики – це живі мікроорганізми, які при введенні в адекватних кількостях приносять користь здоров'ю організму господаря (8). Пробіотики використовуються в продуктах харчування, харчових добавках і фармацевтичних продуктах. Через зростання занепокоєння щодо здоров'я пробіотичні продукти (наприклад, пробіотичні молочні продукти) тепер прийняті на світовому ринку. Обговорюється можливість розробки пробіотичних м'ясних продуктів (9). Використовуючи пробіотичні закваски мікроорганізмів, м'ясні продукти можуть отримати потенційну користь для здоров'я, що може бути підставою для виробництва пробіотичних м'ясних продуктів (10, 11). Разом із тим, потенційно сприятливий вплив пробіотичної ковбаси на здоров'я людини все ще потребує підтвердження.

Групи мікробіологічних культур, які зараз використовуються в м'ясній промисловості, за ступенем важливості поділяють на молочнокислі бактерії (МКБ), грампозитивні каталазопозитивні коки (GCC+) (переважно стафілококи), пліснява та дріжджі (6).

Молочнокислі бактерії (МКБ) – це група грампозитивних бактерій, що належать до Firmicutes. Хоча багато родів бактерій виробляють молочну кислоту як первинний або вторинний кінцевий продукт бродіння, термін молочнокислі бактерії (LAB) традиційно зарезервовано для родів у порядку Lactobacillales, який включає Aerococcus, Carnobacterium, Enterococcus, Lactococcus та інші (14).

Оскільки агенти ферментації харчових продуктів беруть участь у виготовленні йогурту, сиру, кисловершкового масла, сметани, сиров'яленої ковбаси, солоних огірків, оливок і квашеної капусти, а деякі види можуть навіть зіпсувати пиво, вино та оброблене м'ясо (15).

Грампозитивні каталазопозитивні коки (GCC+) є другою за значимістю групою м'ясних закусок і складаються з непатогенних коагулазонегативних стафілококів (CNS). Найважливішими заквасками з цієї групи є штами, що належать до родів Staphylococcus і Kosciusa [16].

На початку процесу дозрівання поверхнева мікобіота в основному складається з дріжджів. Однак, коли вологість зменшується, цвілі витісняють дріжджі та переважають у кінцевому продукті (17). Цвіль поселяється на поверхні ферментованих м'ясних продуктів, у деяких випадках надає особливі характеристики, проте в інших випадках вважається ознакою псування.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Метою статті є огляд та систематизація наукових досліджень щодо використання стартових культур у виробництві сиров'ялених м'ясних продуктах, зокрема, ковбасах, та визначення впливу культур на якість готового продукту.



Основна частина. Розширення та розвиток ринку м'ясних продуктів збільшило попит на сиров'ялені ковбаси. Типовим способом виготовлення якісних сиров'ялених ковбас є використання штамів культур, які покращує смак, аромат і консистенцію. В даний час стартові культури для виробництва сиров'ялених ковбас в основному складаються з мікроорганізмів, таких як молочнокислі бактерії, дріжджі та гриби, які утворюють леткі сполуки шляхом окислення жирних кислот. Крім того, під час ферментації відбувається розкладання білка та зміна рН, це може позитивно змінити текстуру ферментованої ковбаси (2).

М'ясо є багатим джерелом білка, вітамінів і мінералів. Через те, що м'ясо швидко псується, його обробляли різними способами для консервування. Ферментація ковбаси може бути однією з найперших форм переробки м'яса. Шляхом ферментації з додаванням рецептурних компонентів, процесу сушіння, отримане м'ясо довготривало зберігається в оболонках (1).

Основними інгредієнтами сиров'яленої ковбаси є м'ясо, жирова тканина, вуглеводи, спеції та стартові культури. Мікроорганізми, які головним чином беруть участь у ферментації ковбаси, включають види молочнокислих бактерій, грамозитивні та каталазопозитивні коки (GCC), цвілі та дріжджі, в основному включаючи *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus paracasei*, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Kocuria varians*, *Penicillium nalgiovense*, *Penicillium chrysogenum* і *Debaryomyces hansenii* (20). Під час ферментації, стартові культури для ковбасних виробів, адаптуються до умов навколишнього середовища, таких як висока концентрація солі та низькі температури. Крім того, вони повинні конкурувати з іншими мікроорганізмами шляхом швидкого росту та зниження рН, щоб різні шкідливі мікроорганізми могли бути придушені, забезпечуючи мікробіологічну безпеку. Штами культур повинні бути стійкими до поглиначів нітриту натрію та нітриту натрію, який додають для консервування ферментованих ковбас. Закваски відповідають за вищезгадані функції та чутливу якість ферментованої ковбаси. Протягом короткого періоду технологічного процесу ферментації, стартові культури створюють характерні смаки, аромати та колір ковбас, покращують текстуру та смак ферментованих ковбас (10).

Зростання шкідливих мікроорганізмів, таких як харчові патогени, у ферментованих ковбасах можна пригнічувати, застосовуючи до них стартові культури, знижуючи їх рН. Штами культур повинні бути здатними пригнічувати вироблення токсинів іншими мікроорганізмами. *P. nalgiovense*, який широко використовується в



складі стартових культур, він може пригнічувати вироблення грибів, що продукують токсини, забезпечуючи безпеку ферментованих ковбас.

Відібрані штами стартових культур повинні добре активізувати свою життєдіяльність в фізико-хімічних умовах ковбасних виробів і бути нешкідливим для людини. Щоб забезпечити безпеку стартових культур, необхідно оцінити гемоліз, продукцію токсинів і біогенних амінів мікроорганізмами. Аміни, вироблені мікроорганізмами, зокрема біогенні аміни, є низькомолекулярними органічними сполуками, які утворюються в результаті ферментаційної активності мікроорганізмів. Вони виникають під час розщеплення амінокислот бактеріями в процесі біохімічних перетворень. Деякі штами культур виробляють біогенні аміни у сиров'ялених ковбасах, тому актуальним є розробка заквасок, які не виробляють біогенних амінів. Такі методи обробки, як пакування, добавки, гідростатичний тиск і копчення також можуть зменшити біогенні аміни (10).

Під час дозрівання ферментованих ковбас активність ферментів, отриманих із закваски, може позитивно впливати на чуттєві елементи ферментованих ковбас. Таким чином, мікроорганізми культур слід оцінювати на розщеплення вуглеводів, білків, пептидів і ліпідів для створення приємного аромату і смаку сиров'яленої ковбаси.

Стартові культури відіграє важливу роль у збереженні кольору ферментованих ковбас, виробляючи нітратредуктазу та нітритредуктазу, які зменшують вміст нітратів та нітритів відповідно. Наприклад, *S. carnosus* використовувався для підтримки кольору ферментованої ковбаси шляхом утворення червоного нітрозоміоглобіну, який виробляється нітратредуктазою (23).

Вміст води та рН у сиров'ялених ковбасах зменшуються під час бродіння і відбуваються деякі біохімічні реакції, включаючи ліполіз. Ліпіди у ферментованих ковбасах можуть окислюватися до вільних жирних кислот, покращуючи смак ферментованих ковбас та збільшують вміст вільних жирних кислот. Згодом вільні жирні кислоти піддаються ферментативному та неферментативному окисленню, утворюючи спирт, альдегіди, карбонові кислоти та інші смакові сполуки. Таким чином, застосування штамів мікроорганізмів з високою ліполітичною активністю у процесі виробництва може покращити сенсорну якість ферментованих ковбас.

На даний час досліджено вміст вільних жирних кислот і ліполітичні зміни у ферментованих ковбасах, інокульованих комерційними заквасками, включаючи *Lactobacillus sake*, *S. carnosus*, *S. xyloso* і *P. pentosaceus*. Олейнова кислота, лінолева кислота, ліноленова кислота та пальмітинова кислота були переважаючими жирними кислотами у ферментованій ковбасі, що зберігалася



протягом 120 днів. Вміст олеїнової кислоти збільшився з 1,77%–1,99% до 6,56%–13,01% (26). Досліджувалися зміни в рівнях насичених жирних кислот (НЖК), мононенасичених жирних кислот (МНЖК) і поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) у ферментованих ковбасах. Коли сиров'ялені ковбаси інокулювали *L. sakei* та *S. xylosus*, кінцевий вміст НЖК та ПНЖК збільшився, тоді як вміст МНЖК був нижчим, ніж у ковбасах без закваски (8).

Таблиця 1

Зміни вмісту летких сполук у ковбасах, інокульованих заквасками, порівняно з неінокульованими ковбасами (6)

Закваска	Основні леткі сполуки	Незначні леткі сполуки
<i>Debaryomyces hansenii</i>	Декан, 1-пропанол, 1-бутанол, 2-пропанон, 2-пентанон, 2-гептанон, пентанал, гептанал, октанал, нонанал, пропанова кислота, гексанова кислота, гексадеценева кислота. Пропаналь, 1-пропанол, 2-метилфуран, 2-пентилфуран, гексанова кислота, 2-етил-1-гексанол, деканова кислота	Гексан, 2-метилпентан, 3-метилпентан. Тетрагідрофуран, 2,5-диметилфуран, гептанова кислота
<i>Lactobacillus Sakei</i> <i>Staphylococcus equorum</i>	Гексан, нонанова кислота	Октан, гексанал, триетилгептан, нонан, 3-етил-4-метил-гексан, 3-метин-нонан, 2,2,6-триметилпентан, декан, 3,7-диметил-нонан, 3,7-диметил-декан, ундекан, 3,3-диметил-гексан, 2,2,5-триметил-декан, 5-етил-5-метилгексан, додекан, тридекан



Продовження таблиці 1

<i>L. Sakei</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i>	Гексан, 2,2,6-триметилгексан, 5-етил-5-метилгексан, нонанова кислота.		Октан, гексанал, триетилгептан, нонан, 3-етил-4-метил-гексан, 3-метин-нонан, декан, 3,7-диметил-декан, ундекан, 3,3-диметил-гексан, 2,2,5-триметилгексан, 2,2,5-триметилдекан, додекан, тридекан
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> (внутрішньоклітинний безклітинний екстракт)	2-Бутанон, метилфуран, етилфуран	2- 2-	1-пентен-3-ол, 2-пентанон,
<i>P. aurantiogriseum</i> (спорова суспензія)	-		1-пентен-3-ол, 2-бутеналь, пентанал, гексенал, 2-гексанал, гептанал, нонанал, деканаль, 2-бутанон, 2-пентанон, 2-гептанон, 2-метилфуран
<i>P. aurantiogriseum</i> (внутрішньоклітинний екстракт клітинного збору, суспензія спор)	-		1-пентен-3-ол, 2-бутеналь, пентанал, гексенал, 2-гексанал, гептанал, нонанал, деканаль, 2-бутанон, 2-пентанон, 2-гептанон, 2-метилфуран

Усі ці результати вказують на те, що використання закваски сприяє деградації ліпідів у ферментованих ковбасах. При використанні закваски у ферментованих ковбасах леткі сполуки можуть утворюватися внаслідок розкладання ліпідів (таблиця 1).

У наукових дослідженнях проаналізовано леткі сполуки у сиров'ялених ковбасах, інокульованих пліснявою. Леткі сполуки, такі як 1-пентен-3-ол і 2-пентанон, які мають неприємний смак, значно нижчі в інокульованих зразках, ніж у неінокульованих зразках, незалежно від типу інокулянта. З іншого боку, не спостерігається істотних відмінностей у профілі вільних жирних кислот між



ферментованими ковбасами, інокульованими стартовими культурами, і не інокульованими (11). Ці результати свідчать про те, що використання штамів культур підвищує вміст вільних жирних кислот і позитивно впливає на виробництво летких сполук у ферментованих ковбасах, що покращує їх смак.

Інокуляція *D. Hansenii* у *Salchichón* змінила профіль летких сполук і інокульовані ковбаси мали більший вміст летких сполук (58 летких сполук), ніж ті (41 летка сполука) у неінокульованих ковбасах. Крім того, гептанал, октанал і нонанал, відомі як ароматичні сполуки, схожі на в'ялену шинку, були виявлені лише в інокульованих партіях ферментованих ковбас з низьким вмістом жиру та солі. Порівняно з неінокульованими ферментованими ковбасами, ковбаси з *D. Hansenii* показали більший вміст 2-пентилфурану, який має металевий запах. Коли ферментовані ковбаси інокульовали *L. sakei* та комбінаціями різних видів *Staphylococcus*, зміни летких сполук відрізнялися для кожного штаму *Staphylococcus*. Крім того, лише гексаналь суттєво зменшився з додаванням культур, що відображає зниження прогірклого смаку сиров'ялених ковбас (14).

Фізико-хімічні показники сиров'ялених ковбас можна оцінити під час дозрівання або зберігання. Однією з характеристик є профіль текстури, який включає когезійність, твердість або розжовування. Білкова структура ферментованої ковбаси відповідає за формування правильної текстури після соління, подрібнення та ферментації.

Утворення текстури тісно пов'язане зі зниженням рН у ферментованих ковбасах. Під час дозрівання білкова структура ферментованої ковбаси денатурується органічними кислотами, такими як молочна, і вміст вологи поступово зменшується (3). Крім того, нестійкі коагуляційні зв'язки в структурі білка замінюються конденсованими зв'язками, що призводить до переходу із стану золи в стан гелю. Таким чином, зниження рН негативно корелює з твердістю та жуванням. Коли рН і вологість знижуються, відбувається накопичення білків м'язових волокон, що індукує структуру гелю. Ця структура гелю підвищує твердість і еластичність ковбас (таблиця 2).

Таблиця 2

Кореляція між фізико-хімічними властивостями та текстурою сиров'ялених ковбас (16)

Фізико-хімічні властивості	Зміни текстури
Зниження рН і вмісту води	Негативно корелює з твердістю та жуванням
Протеоліз	Формування смаку та кінцева технологія ферментованих ковбас



Протеоліз є одним із основних явищ, що відбувається під час дозрівання ферментованих ковбас, і для цього потрібні ендогенні ферменти в м'ясі та мікробні ферменти. Білки розкладаються на невеликі молекули, такі як пептиди, аміни, альдегіди або амінокислоти шляхом протеолізу, сприяючи кінцевим властивостям текстури та смаку ферментованих ковбас.

Як видно з таблиці 2, твердість ферментованих ковбас зменшилася через протеоліз грибовою протеазою в стартових культурах. Мікроорганізми в стартових культурах розщеплюють міофібрилярні та саркоплазматичні білки на короткі пептиди та інші невеликі молекули (7). Сила зсуву сухих ферментованих ковбас значно зросла у зразках, інокульованих *L. plantarum*, порівняно з тими, які інокульовані *L. sakei*, *L. culvatus* і *Weissella hellenica* (18). Вміст амінокислот вищий у ковбасах, інокульованих змішаними культурами, ніж у ковбасах, інокульованих одним штамом (26). Ці результати вказують на те, що активність протеолізу у сиров'ялених ковбасах може залежати від стартових культур, а змішані стартові культури можуть викликати вищу активність, ніж один штам. Крім того, активність протеолізу може залежати від типу м'яса, яке використовується у сиров'ялених ковбасах.

Висновки. Таким чином, результати дослідження демонструють вплив актуальних стартових культур на фізико-хімічні показники якості сиров'ялених ковбас. Стартові культури у сиров'ялених ковбасах повинні бути здатні пригнічувати ріст шкідливих мікроорганізмів, і повинні бути безпечними для людини. Підібрані штами культур відіграють важливу роль у збереженні кольору, розщепленні ліпідів на вільні жирні кислоти та утворенні летких сполук, які покращують смак ковбас. Крім того, на профіль текстури сиров'ялених ковбас впливає протеолітична активність стартових культур. Активність протеолізу у ферментованих ковбасах може залежати від підібраних штамів, а змішані штами культур можуть викликати вищу активність, ніж один штам. У перспективі планується дослідження параметрів технологічних режимів виробництва сиров'ялених ковбас на активність стартових культур та їх ефективність.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4427:2005 Ковбаси сирокочені та сиров'ялені. Загальні технічні умови. Зі зміною № 1 та поправками. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77100 (дата звернення 09.09.2024).
2. Крижак Л. М., Семко Т. В., Іваніщева О. А. Дослідження особливостей використання штамів пробіотиків у технології



виробництва ферментованих м'ясних продуктів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2023. Вип. 13, т. 1. С. 242-251.

3. Семко Т. В., Іваніщева О. А. Дослідження шляхів забезпечення якості сиров'ялених ковбас у процесі зберігання. *Актуальні проблеми товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи* : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 20 лютого 2024 року). Полтава: ПУЕТ, 2024. С. 112-115.

4. Крижак Л. Ковбаси крафтові сиров'ялені з додаванням червоного сухого вина. *Міжнародний науково-практичний журнал товари та ринки*. 2024. Вип. 50, т. 2. С. 110–120. [https://doi.org/10.31617/2.2024\(50\)08](https://doi.org/10.31617/2.2024(50)08).

5. Крижак Л. М., Калініна Г. П., Фіалковська Л. В. Перспективи використання горіху фісташка (*Pistacia vera* l.) у технології ковбасних виробів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. 2024. Вип. 24, т. 3. С. 199-206. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-3-17>.

6. Andrade M. J., Córdoba J. J., Casado E. M., Córdoba M. G., Rodríguez M. Effect of selected strains of *Debaryomyces hansenii* on the volatile compound production of dry fermented sausage “salchichón”. *Meat Sci.* 2010. Vol. 85. P. 256–264. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.009>.

7. Aro J. M. A., Nyam-Osor P., Tsuji K., Shimada K., Fukushima M., Sekikawa M. The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. *Food Chem.* 2010. Vol. 119. P. 279–285. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.06.025>.

8. Ayyash M., Olaimat A., Al-Nabulsi A., Liu S. Q. Bioactive properties of novel probiotic *Lactococcus lactis* fermented camel sausages: Cytotoxicity, angiotensin converting enzyme inhibition, antioxidant capacity, and antidiabetic activity. *Food Sci Anim Resour.* 2020. Vol. 40. P. 155–171. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e1>.

9. Bernáldez V., Córdoba J. J., Rodríguez M., Cordero M., Polo L., Rodríguez A. Effect of *Penicillium nalgiovense* as protective culture in processing of dry-fermented sausage “salchichón”. *Food Control.* 2013. Vol. 32. P. 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.11.018>.

10. Chen Q., Kong B., Han Q., Xia X., Xu L. The role of bacterial fermentation in lipolysis and lipid oxidation in Harbin dry sausages and its flavour development. *LWT-Food Sci. Technol.* 2017. Vol. 77. P. 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.075>.

11. Corral S., Salvador A., Belloch C., Flores M. Improvement the aroma of reduced fat and salt fermented sausages by *Debaryomyces*



hansenii inoculation. *Food Control*. 2015. Vol. 47. P. 526–535. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.08.001>.

12. Doeun D., Davaatseren M., Chung M. S. Biogenic amines in foods. *Food Sci Biotechnol*. 2017. Vol. 26. P. 1463–1474. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0239-3>.

13. Essid I., Hassouna M. Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosum* and *Lactobacillus plantarum* strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage. *Food Control*. 2013. Vol. 32. P. 707–714. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.003>.

14. Flores M, Toldrá F. Microbial enzymatic activities for improved fermented meats. *Trends Food Sci Technol*. 2011. Vol. 22. P. 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.09.007>.

15. Fonseca S., Cachaldora A., Gómez M., Franco I. Effect of different autochthonous starter cultures on the volatile compounds profile and sensory properties of Galician chorizo, a traditional Spanish dry fermented sausage. *Food Control*. 2013. Vol. 33. P. 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.01.040>.

16. Jungeun Hwang, Yujin Kim, Yeongeun Seo, Miseon Sung, Jei Oh, Yohan Yoon. Effect of Starter Cultures on Quality of Fermented Sausages. *Food Science of Animal Resources*. 2023. Vol. 43(1). P. 1–9. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e75>.

17. Holck A., Heir E., Johannessen T. C., Axelsson L. Northern European products. In: Toldrá F, Hui YH, Astiasarán I, Sebranek JG, Talon R, editors. *Handbook of fermented meat and poultry*. John Wiley & Sons; Hoboken, NJ, USA: 2014. P. 313–320.

18. Hu Y., Li Y., Li X., Zhang H., Chen Q., Kong B. Application of lactic acid bacteria for improving the quality of reduced-salt dry fermented sausage: Texture, color, and flavor profiles. *LWT-Food Sci Technol*. 2022. Vol. 154. P. 112723. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112723>.

19. Jeong D. W., Lee J. H. Antibiotic resistance, hemolysis and biogenic amine production assessments of *Leuconostoc* and *Weissella* isolates for kimchi starter development. *LWT-Food Sci Technol*. 2015. Vol. 64. P1078–1084. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.031>.

20. Jung Y. S., Yoon H. H. Quantitative descriptive analysis and consumer acceptance of commercial dry fermented sausages. *J East Asian Soc Diet Life*. 2020. Vol. 30. P. 306–315. <https://doi.org/10.17495/easdl.2020.8.30.4.306>.

21. Karsloğlu B., Çiçek Ü. E., Kolsarici N., Candoğan K. Lipolytic changes in fermented sausages produced with turkey meat: Effects of starter culture and heat treatment. *Korean J Food Sci Anim Resour*. 2014. Vol. 34. P. 40–48. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2014.34.1.40>.



22. Laranjo M., Potes M. E., Elias M. Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Front Microbiol.* 2019. Vol. 10. P. 853. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00853>.

23. Löfblom J., Rosenstein R., Nguyen M. T., Ståhl S., Götz F. *Staphylococcus carnosus*: From starter culture to protein engineering platform. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2017. Vol. 101. P. 8293–8307. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8528-6>.

24. Lorenzo J. M., Gómez M., Fonseca S. Effect of commercial starter cultures on physicochemical characteristics, microbial counts and free fatty acid composition of dry-cured foal sausage. *Food Control.* 2014. Vol. 46. P. 382–389. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.025>.

25. Nie X., Lin S., Zhang Q. Proteolytic characterisation in grass carp sausage inoculated with *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*. *Food Chem.* 2014. Vol. 145. P. 840–844. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.096>.

26. Özogul F., Hamed I. The importance of lactic acid bacteria for the prevention of bacterial growth and their biogenic amines formation: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2018. Vol. 58. P. 1660–1670. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1277972>.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2024 р.

L. Kryzhak, O. Ivanishcheva
Vinnitsia Trade and Economic Institute of DTEU

THE ROLE OF STARTER CULTURES IN THE PRODUCTION OF RAW SAUSAGE

Summary

The article investigates the requirements for microorganisms used in starter cultures for the production of fermented sausages. In particular, scientific studies on the safety of starter cultures, enzyme activity, their effect on colour and the creation of flavour compounds from lipids are summarised and systematised. In addition, the peculiarities of choosing starter cultures, changes in quality (hardness and chewiness) due to changes in texture after the use of starter cultures during the production process are discussed. The role of starter cultures in the microbiological and chemical safety of fermented meat products is investigated, the requirements for starter cultures in fermented sausages and the conditions for improving the food safety of the product are summarised. The activity of enzymes derived from the starter and changes in the sensory properties of sausages are traced. Changes in free fatty and volatile compounds of starter cultures and in the texture profiles of fermented sausages are illustrated. The influence of the proteolytic activity of the starter on the texture profile of fermented sausages is shown. The dependence of the proteolysis activity in fermented sausages on the starter was proved. The results of the study demonstrate the influence of current starter cultures on the physicochemical quality parameters of fermented sausages. The starter in fermented sausages must be able to inhibit the growth of harmful microorganisms, and the starter must be safe for humans. The starter plays an important



role in preserving the red colour, breaking down lipids into free fatty acids and producing volatile compounds that enhance the flavour of fermented sausages. In addition, the proteolytic activity of the starter strain affects the texture profile of fermented sausages. The proteolysis activity in fermented sausages may depend on the starter, and a mixed starter may cause higher activity than a single strain. In the future, it is planned to study the effect of technological modes of production of fermented sausages on the activity of starter cultures and their efficiency.

Key words: quality, safety, technology, starter cultures, raw sausages, microorganisms, inoculation, properties.