

біоконсервантів сосисок є культури молочнокислих мікроорганізмів спеціально розроблених штамів, які здатні пригнічувати розвиток мікроорганізмів псування і продовжувати термін зберігання сосисок [1, 2].

Мета дослідження визначити хімічний склад сосисок «Віденські з філе курки» за обробки стартовими культурами молочнокислих бактерій перед вакуумною упаковкою.

Матеріали і методи. Для проведення досліду було виготовлено партію сосисок «Віденські з філе курки» першого гатунку на м'ясопереробному підприємстві Закарпатської області в кількості 60 вакуумних упаковок по 200 г в кожній, які було поділено на 3 варіанти. Перший варіант (20 упаковок) контрольний, другий варіант (20 упаковок) перед вакуумною упаковкою обробляли спреєм культури SafePro BLC-48 (*Lactobacillus curvatus*) з розрахунку 5×10^6 КУО/см² поверхні, третій варіант (20 упаковок) перед вакуумною упаковкою обробляли спреєм суміші культур SafePro BLC-48 (*Lactobacillus curvatus*) + Vactoferm Rubis (*Lactococcus lactis subsp. Lactis*) з розрахунку 5×10^6 КУО/см² поверхні. В досліді використано закваски молочнокислих бактерій ТОВ «Хр. Хансен, Київ, Україна». Усі варіанти сосисок зберігали в умовах холодильника до появи ознак псування.

Дослідження виконано в умовах Закарпатської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби, м. Ужгород.

Результати. Обробка сосисок «Віденські з філе курки» перед вакуумною упаковкою стартовою культурою молочнокислих бактерій SafePro BLC-48 чи сумішшю стартових культур SafePro BLC-48 + Vactoferm Rubis не впливала на хімічний склад сосисок на першу та 18-ту добу зберігання порівняно з контрольною партією, яка обробці не підлягала.

При цьому за вмістом вологи, білку, жиру, та золи у сосиски дослідних варіантів не відрізнялись між собою. У сосисках контрольного варіанту на 21-шу добу зберігання було виявлено ознаки псування і вони в подальших дослідженнях не використовувались. Сосиски дослідних варіантів зберігали до 30-ї доби без ознак псування. При цьому їх хімічний склад знаходився на рівні показників, характерних для якісного продукту. На 36-ту добу зберігання в сосисках обох варіантів, оброблених стартовими культурами, були виявлені ознаки псування такі як поява соку та його помутніння і розшарування вакуумної упаковки.

Висновки. Обробка сосисок «Віденські з філе курки» перед вакуумною упаковкою стартовою культурою SafePro BLC-48 чи сумішшю стартових культур SafePro BLC-48 + Vactoferm Rubis за зберігання в охолодженому вигляді забезпечує стабільність їх хімічного складу, характерного для якісного продукту протягом 30-ти діб, що дозволяє збільшити термін зберігання сосисок в охолодженому вигляді на 12 діб.

Бібліографічний список:

1. Darbandi, A., Asadi, A., Mahdizade Ari, M., Ohadi, E., Talebi, M., Halaj Zadeh, M., Darb Emamie, A., Ghanavati, R., & Kakanj, M. (2022). Bacteriocins: properties and potential use as antimicrobials. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 36(1), e24093. [doi:10.1002/jcla.24093](https://doi.org/10.1002/jcla.24093)
2. Rahman, M., Islam, R., Hasan, S., Zzaman, W., Rana, M. R., Ahmed, S., Roy, M., Sayem, A., Matin, A., Raposo, A., Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., & Sunny, A. R. (2022). A comprehensive review on bio-preservation of bread: an approach to adopt wholesome strategies. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(3), 319. doi:[10.3390/foods11030319](https://doi.org/10.3390/foods11030319)
3. Rocha, J. M., Kovacevik, B., Veličkovska, S. K., Tamame, M., & Teixeira, J. A. (2024). Diversity of microorganisms and their metabolites in food. *Microorganisms*, 12(1), 205. doi:[10.3390/microorganisms12010205](https://doi.org/10.3390/microorganisms12010205)

УДК 579:637.1

ЦИРКУЛЯЦІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ, СТІЙКИХ ДО АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ, ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ТА РИЗИК ЇХ ПЕРЕДАЧІ ДО КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ

Мартиненко О.А., здобувач PhD, Національний університет біоресурсів і

природокористування України, м. Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8239-258>

Якубчак О.М., доктор ветеринарних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9390-6578>

Молоко є важливим джерелом поживних речовин, білків, вуглеводів, молочного жиру та біологічно активних речовин. Тому молоко є необхідним компонентом раціону харчування людини. Відмінний хімічний склад та фізичні властивості роблять молоко сприятливим середовищем для існування та розмноження мікроорганізмів.

Мезофільні аеробні мікроорганізми складають основну частину мікробіоти молока. Ця група бактерій є санітарно-показовими індикаторами якості молочних продуктів. Наявність санітарно-показових мікроорганізмів у перевищених кількостях може свідчити про неналежну якість температурної обробки, правильність виконання санітарно-гігієнічних процедур під час переробки молока, транспортування та зберігання.

Молоко-сировина, що надходить на переробне підприємство може містити різноманітні мікроорганізми, зокрема, умовно-патогенні чи патогенні. Однак чинні нормативні документи передбачають, зазвичай, контроль МАФАМ, БГКП, *E.coli*, *S.aureus* та бактерії роду *Salmonella*.

Однак у молоці можуть міститися інші клінічно значимі мікроорганізми, такі як *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter spp*, *Enterococcus faecium* тощо. Вони заслуговують особливої уваги, оскільки можуть потрапляти у харчовий ланцюг з молочними продуктами та становити загрозу для життя та здоров'я людей.

У лютому 2017 року Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) опублікувала перелік патогенів, для яких терміново потрібне нове ефективне лікування. Цей широкий список містить групу патогенних бактерій під «пріоритетом» і отримав назву «ESKAPE».

Патогени ESKAPE (акронім *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *A. baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Enterobacter*) – це група патогенних бактерій, стійких до множинних лікарських засобів, які здебільшого викликають нозокоміальні (набуті в лікарні) інфекції. ESKAPE – це група з 6 високопатогенних бактерій, пов'язаних з важкими нозокоміальними інфекціями.

Мета. Виділити та ідентифікувати бактерії упродовж технологічного виробництва сиру та встановити ймовірні шляхи потрапляння мікроорганізмів.

Матеріали та методи. Зразки відбирались у ТОВ «Гайсинський молокозавод», що розташований в м. Гайсин Вінницької області.

Відбирали молоко на різних технологічних етапах виробництва: до бактофуги, після бактофуги, суміш нормалізована з танку, пастеризовану суміш, суміш підготовлену до зсідання з сировиготовлювача, сир «Український» та «Буковинський» після пресування.

Для відбору зразків молока використовували стерильний одноразовий пластиковий посуд, об'ємом 100 см³. Місце відбору фламбували та першу порцію молока зливали в окрему ємність, далі відбирали зразки для досліджень у одноразову стерильну ємність, що щільно закривалася. Усі зразки одразу після відбору були розміщені у контейнер з температурою 2 °C та доставлені протягом 2,5 годин до лабораторії ТОВ «Експертний центр діагностики та лабораторного супроводу «Біолайтс», м. Тернопіль (акредитація згідно ISO/IEC 17025).

Мікробіологічний аналіз молока проводили шляхом посіву на селективні та не селективні поживні середовища (Бейд-Паркер агар, КЛД агар Ендо, псевдомонадний агар, ентерокок агар, *Bacillus cereus* агар, кров'яний агар) методом секторних посівів з ідентифікацією методом MALDI-TOF (Bruker Biotyper). Принцип методу: виявлення наявних мікроорганізмів у будь-яких групах харчових продуктів, кормів та води шляхом накопичення та висіву на диференційні середовища для аеробних і анаеробних мікроорганізмів з ідентифікацією на MALDI-TOF.

Результати досліджень. Всього було проаналізовано 40 зразків, 36 зразків з яких – це зразки молочних продуктів. Додатково дослідили 2 зразки води та розсіл до та після пастеризації.

У зразках молочних продуктів всього було виявлено 43 види мікроорганізмів, такі як: *Escherichia coli*, *Kurthia gibsonii*, *Acinetobacter baumannii*, *Lactococcus lactis*, *Enterobacter bugandensis*, *Hafnia alvei*, *Acinetobacter nosocomialis*, *Lactococcus garvieae*, *Citrobacter freundii*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Enterobacter kobei*, *Enterococcus faecalis*, *Citrobacter braaki*, *Macrococcus caseolyticus*, *Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecium*, *Enterobacter ludwigii*, *Staphylococcus chromogenes*, *Streptococcus gallolyticus*, *Chryseobacterium bovis*, *Buttiauxella gaviniae*, *Aeromonas media*, *Citrobacter koseri*, *Lelliottia amnigena*, *Streptococcus parauberis*, *Citrobacter gillenii*, *Acinetobacter pittii*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter xiangfangensis*, *Pseudomonas putida*, *Enterobacter hormaechei*, *Klebsiella variicola*, *Micrococcus luteus*, *Corynebacterium flavescens*, *Staphylococcus hominis*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Enterobacter asburiae*.

Під час експерименту було досліджено воду та розсіл, до та після пастеризації. Результати досліджень свідчать про контамінацію розсолу різними бактеріями, зокрема, *Klebsiella pneumoniae*, яку ми попередньо виявили у всіх зразках сиру після пресування. Також розсіл як до, так і після пастеризації містить *Escherichia coli* у досить високій концентрації, а саме: 2×10^5 .

Під час проведення експерименту, відзначаємо, що молоко-сировина, яка надходить на переробку, містить 18 видів мікроорганізмів, серед яких бактерії фекального забруднення – *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter ludwigii*, *Citrobacter braaki*, *Enterobacter kobei*, так і збудники маститів корів: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* тощо. Особливе занепокоєння викликають бактерії, що мають клінічне значення для людей, що здатні викликати різні інфекційні захворювання, такі як *Lactococcus garvieae*, *Acinetobacter baumannii*, *Enterobacter bugandensis*, *Enterobacter ludwigii*. Небезпечним є факт, що *Acinetobacter baumannii* фіксується на першому етапі – у молоці до бактофугування, у одному зразку, а потім з'являється на заключних стадіях технологічного процесу, у 3 зразках, що частіше ніж на початку. Цей факт свідчить про можливу циркуляцію даних бактерій у середині молопереробного підприємства.

Також важливо відзначити, що *Acinetobacter baumannii* зберігає свою життєздатність у сирі після 30 діб зберігання, навіть за наявності солі у продукті. Це свідчить про ризик передачі *Acinetobacter baumannii* до споживача під час споживання їжі.

Відомо, що *Acinetobacter baumannii* є збудником інфекцій дихальних шляхів, крові, черевної порожнини, сечовивідних шляхів, травматичної інфекції, інфекції центральної нервової системи, шкірних інфекцій, що супроводжуються ризиком важких ускладнень. Дана бактерія дуже стійка до антибіотиків та дезінфектантів. Бактерії *Acinetobacter spp.* мають стійкість до карбапенемів і колістину, а також ці збудники можуть передавати гени резистентності іншим бактеріям.

Enterococcus faecalis виділявся на всіх етапах технологічного процесу, крім суміші, підготовленої до зсідання, всього 18 разів. *Enterococcus faecium* виділявся впродовж експерименту 8 разів, на початку технологічного процесу (до бактофугування та після бактофугування) та у кінці технологічного процесу (сир після пресування, сир після дозрівання). Поряд з тим, що ентерококи є одними із зовнішніх збудників маститу. Крім того, ці умовно-патогенні бактерії є частиною нормальної фізіологічної кишкової флори людей і тварин.

Також на кінцевому етапі ідентифіковані бактерії, що не були виділені на попередніх етапах переробки молока: *Micrococcus luteus*, *Corynebacterium flavescens*, *Staphylococcus hominis*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Enterobacter asburiae*. *Corynebacterium flavescens*, ймовірно за все, входять до складу заквасочних культур мікроорганізмів, які додаються під час виготовлення сиру.

За результатами наших досліджень виявлено високу концентрацію *Escherichia coli* 10^3 – 10^4 , хоча у зразках суміші, підготовленої до зсідання, цей мікроорганізм був виділений лише у одному зразку у низькій концентрації. Аналогічна картина спостерігається і з *Klebsiella pneumoniae*, яка була ідентифікована у сирі після пресування, хоча на попередніх етапах цієї бактерії виявлено не було. Ймовірніше за все, контамінований бактеріями розсіл потрапив у продукт на кінцевих стадіях виробництва.

Висновки. Дані експерименту свідчать про те, що технологічний процес виробництва сиру не забезпечує повного знищення сторонніх мікроорганізмів, що потрапляють у технологічний ланцюг з молока-сировини. Однак пастеризація, заквашування та інші технологічні процеси роблять бактерії більш чутливими до антибіотиків, хоча стійкість до окремих антибіотиків все ж зберігається.

Під час переробки молока фіксується внутрішня контамінація умовно-патогенними мікроорганізмами, що мають клінічне значення та вірулентність, такі як *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli* тощо.

У молоці-сировині (на першій стадії) було виділено 18 видів мікроорганізмів, однак до кінцевого етапу було виділено ще 25 видів бактерій, що свідчить про контамінацію та циркуляцію бактерій під час переробки.

Всього під час переробки було виділено та ідентифіковано 43 види різних мікроорганізмів, серед яких є бактерії, що входять до переліку патогенів ESKAPE, які визнані ВООЗ як нозокоміальні (внутрішньолікарняні) інфекції та такі, що мають природну та набуту стійкість до антибіотиків.