

УДК 579.67:637.5:664.8

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-1\(59\)-2381-2393](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-1(59)-2381-2393)

Крупей Кристина Сергіївна кандидат біологічних наук, доцент, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя, <https://orcid.org/0000-0003-1522-1060>

Рильський Олександр Федорович доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології біологічного факультету, Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, <http://orcid.org/0000-0002-9631-1828>

Бондаренко Ганна Юріївна магістр 2 року навчання II медичного факультету спеціальності 224 «Технології медичної діагностики та лікування», Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ МІКРОБІОТИ СВІЖОГО М'ЯСА ПІСЛЯ МАРИНУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ

Анотація. Використання натуральних маринадів, які ефективно пригнічують розвиток патогенних й умовно-патогенних мікроорганізмів, є важливим напрямом забезпечення мікробіологічної безпеки м'яса. Дослідження показало, що маринад № 1 (цибуля ріпчаста, сіль і мелений чорний перець) має найсильнішу антимікробну дію на мікробіоту курячого філе, яловичини та свинини. Зокрема у свинині після 3-х годин зберігання в холодильнику кількість мікроорганізмів була в 19 разів меншою, ніж у контрольних зразках без маринування ($5 \pm 0,04$ КУО/см² проти $95 \pm 1,52$ у контролі). Через 24 години зберігання ця різниця залишалася значною – в 4,5 раза меншою за контроль ($21 \pm 0,37$ КУО/см²). Заморожування маринованої свинини за рецептом № 1 також знижувало кількість бактерій у 2,4 раза у порівнянні з контролем ($39 \pm 1,52$ КУО/см²). **Цибулевий маринад** суттєво зменшив загальну кількість мікроорганізмів, але сприяв збереженню стійких грампозитивних форм, що зумовило вищу морфологічну різноманітність колоній.

Маринад № 2 (кефірний) показав менш виражений ефект на динаміку мікробіоти. У курячому філе кількість мікроорганізмів, після 3-х годин перебування зразків м'яса у холодильнику, збільшилася в 1,4 раза відносно контролю, а через 24 години – в 3,2 раза. Після розморожування курячого філе кількість бактерій була також на 40 % вищою, ніж у контролі ($153 \pm 4,28$ КУО/см²). Аналогічна тенденція була виявлена у яловичині: після 24-х годин зберігання в морозильній камері кількість бактерій збільшилася в 8 разів у

порівнянні з контролем, що пов'язано з активацією мікробіоти кефіру після розморожування. **Маринад з кефіром** переважно пригнічував грамнегативних бактерій і не впливав на життєздатність грампозитивних коків, ймовірно представників молочнокислих бактерій. Дріжджі в мазках з колоній мікроорганізмів, а також у мазках-відбитках, виявлені не були.

Маринад № 3 (томатний) мав помірний антимікробний вплив: після 3-х годин зберігання в холодильнику кількість бактерій у курячому філе знизилася в 3,2 раза у порівнянні з контролем, однак через 24 години вона зросла і стала в 1,9 раза вищою за контроль ($122 \pm 3,29$ КУО/см²). Після 24-х годин заморожування кількість бактерій залишалася приблизно на рівні зразків, що зберігалися у холодильнику 3 години. **Томатний маринад** сприяв збереженню переважно грампозитивних коків і мав помірний антимікробний ефект, незначно впливаючи на морфологічне різноманіття мікробіоти.

Ключові слова: мікробіота, свіже м'ясо, маринад, температура, харчова мікробіологія.

Krupiei Krystyna Serhiivna PhD in Biological Sciences, Assistant Professor, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhia, <https://orcid.org/0000-0003-1522-1060>

Rylsky Oleksandr Fedorovych Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of General and Applied Ecology and Zoology, Faculty of Biology, Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, <http://orcid.org/0000-0002-9631-1828>

Bondarenko Hanna Yuriivna Master's Degree Student (2nd year of study), Faculty of Medicine II, specialty 224 "Medical Diagnostic and Treatment Technologies", Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhia

QUANTITATIVE ANALYSIS OF MICROBIOTA DYNAMICS IN FRESH MEAT AFTER MARINATION AND STORAGE UNDER DIFFERENT TEMPERATURE CONDITIONS

Abstract. The use of natural marinades that effectively inhibit the growth of pathogenic and opportunistic microorganisms is an important approach to ensuring the microbiological safety of meat. The study demonstrated that marinade No. 1 (onion, salt, and ground black pepper) exhibits the strongest antimicrobial effect on the microbiota of chicken fillet, beef, and pork. Specifically, in pork stored in the refrigerator for 3 hours, the microbial count was 19 times lower than in the non-marinated control samples (5 ± 0.04 CFU/cm² vs. 95 ± 1.52 in the control). After 24 hours of storage, this difference remained significant, being 4.5 times lower than the control (21 ± 0.37 CFU/cm²). Freezing pork marinated with recipe No. 1 also reduced the

bacterial count by 2.4 times compared to the control (39 ± 1.52 CFU/cm²). The onion-based marinade significantly decreased the total microbial load but contributed to the preservation of resistant Gram-positive forms, resulting in greater morphological diversity of colonies.

Marinade No. 2 (kefir-based) exhibited a less pronounced effect on the dynamics of the microbiota. In chicken fillet, the microbial count increased by 1.4 times after 3 hours of refrigerated storage compared to the control and by 3.2 times after 24 hours. Following thawing, the bacterial count in chicken fillet was also 40 % higher than in the control (153 ± 4.28 CFU/cm²). A similar trend was observed in beef: after 24 hours of freezing, the bacterial count increased eightfold compared to the control, which is associated with the activation of kefir microbiota after thawing. The kefir marinade primarily suppressed Gram-negative bacteria and did not affect the viability of Gram-positive cocci, likely representatives of lactic acid bacteria. Yeasts were not detected in microbial colony smears or imprint samples.

Marinade No. 3 (tomato-based) exhibited a moderate antimicrobial effect: after 3 hours of refrigerated storage, the bacterial count in chicken fillet decreased 3.2 times compared to the control, but after 24 hours, it increased to 1.9 times higher than the control (122 ± 3.29 CFU/cm²). After 24 hours of freezing, the bacterial count remained approximately at the level of samples stored for 3 hours in the refrigerator. The tomato marinade predominantly preserved Gram-positive cocci and demonstrated a moderate antimicrobial effect, with only a slight impact on the morphological diversity of the microbiota.

Keywords: microbiota, fresh meat, marinade, temperature, food microbiology.

Постановка проблеми. Воєнний стан в Україні створює значні виклики для забезпечення збереження якості харчових продуктів. Часті планові та аварійні відключення електроенергії негативно впливають на умови зберігання харчових продуктів, особливо свіжого м'яса, що призводить до швидкої мікробіологічної контамінації та псування продуктів. Це створює загрозу безпеці харчування та економічні збитки. Тому дослідження ефективних методів подовження термінів зберігання м'яса за нестабільних температурних режимів, зокрема із застосуванням натуральних маринадів із протимікробними властивостями, є надзвичайно важливим для забезпечення якості та безпеки харчової продукції в складних умовах сьогодення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Свіже м'ясо є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, тому питання його мікробіологічної безпеки під час зберігання та обробки є надзвичайно актуальним. Одним із перспективних напрямів є застосування натуральних спецій з антимікробними властивостями для подовження терміну зберігання та покращення санітарного стану м'ясної продукції. Останні дослідження А. О. Міхеєва засвідчують також протигрибковий потенціал рослинних та ефірних олій як альтернативи синтетичним препаратам у лікуванні мікозів і запобіганні мікробіологічному псуванню харчових продуктів [1].

М'язова тканина клінічно здорових тварин зазвичай є стерильною, однак за умов ослаблення фізіологічного стану – таких як голодування, стрес або хвороби – можливе ендогенне інфікування внаслідок проникнення мікробіоти з кишківника. Крім того, під час забою та первинної обробки туш відбувається екзогенне обсіменіння м'яса з інструментів, поверхонь, рук працівників чи вмісту шлунково-кишкового тракту, що призводить до формування різноманітної за складом і кількістю мікробіоти. Інтенсивність мікробного обсіменіння залежить від низки факторів, зокрема ступеня знекровлення, умов охолодження, санітарного стану виробництва та своєчасності технологічних операцій [2, 3]. У попередній роботі автори показали, що нестабільність температурного режиму зберігання значно впливає на мікробіологічну якість м'яса, молока та сиру, спричиняючи багаторазове зростання бактеріального обсіменіння вже протягом перших діб [4]. Проте в зазначеному та безлічі інших дослідженнях [5, 6] науковці недостатньо приділяли уваги впливу натуральних антимікробних агентів, зокрема спецій, на мікробіологічну безпеку та якість м'яса за різних температурних умов зберігання, що й обумовлює важливість й практичну значущість подальшого вивчення цієї проблеми. Подібні роботи обмежуються вивченням лише деяких маринадів (соусів) на мікробіоту. Так, J. Björkroth показала, що буферна здатність м'яса (особливо курячого філе) нейтралізує кислий маринад і призводить до дисоціації ліпофільних кислот, роблячи їх антимікробний ефект не дійсним [7]. Тому подальше комплексне дослідження є необхідним для підвищення безпеки та якості харчових продуктів.

Мета. Кількісний аналіз динаміки мікробіоти свіжого м'яса різних видів (курячого філе, яловичини та свинини) після обробки натуральними маринадами та зберігання за різних температурних режимів для визначення впливу цих чинників на мікробіологічну безпеку продукції.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктом дослідження було свіже м'ясо різного походження: куряче філе, яловичина та свинина (по 600 г кожного), придбане в одному з фірмових магазинів м. Запоріжжя (t в холодильній камері магазину була +1 °C). Дослідження контрольних зразків проводили протягом 2-х годин після доставлення м'яса до лабораторії для визначення початкового рівня бактеріального обсіменіння. Після чого кожний зразок розділяли на 6 частин (по 100 г) та проводили маринування різними спеціями за 3-ма рецептами (по 2 зразки кожного виду м'яса на 1 тип маринаду, див. табл. 1).

Спеції підбирали за принципом наявності антимікробного ефекту, описаного в науковій літературі. До складу томатного соку (стерилізованого) входив томатний сік (відновлений з концентрованого томатного пюре та/або концентрованої томатної пасти), а також сіль кухонна (0,54 %). До закінчення терміну придатності на час проведення дослідження – 11 місяців. Склад кефіру (2,5 % жиру) включав: молоко коров'яче незбиране, молоко коров'яче знежирене, симбіотична закваска на кефірних грибках. Кількість життєздатних молочнокислих бактерій не менше 10^7 КУО в см^3 , дріжджів – не менше 10^3

КУО/см³ наприкінці строку придатності (при проведенні дослідження до закінчення терміну придатності було 18 діб). У кефірний маринад мелений чорний перець не додавали з метою перевірки антагоністичної активності молочнокислих бактерій і дріжджів на мікробіоту м'яса. Оброблені зразки розподіляли на дві групи: одна частина зберігалася в холодильнику ($t = +4\text{ }^{\circ}\text{C}$); інша – в морозильній камері ($t = -16\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Таблиця 1

Рецепти маринадів свіжого м'яса

№ з/п	Інгредієнти (на 200 г м'яса)
№ 1 Цибулевий	50 г подрібненої ріпчастої цибулі, 3 г кухонної солі та 0,2-0,3 г меленого чорного перцю (на кінчику ножа).
№ 2 Кефірний	2 г кухонної солі, 170 мл кефіру (2,5 %).
№ 3 Томатний	50 г подрібненої ріпчастої цибулі, 3 г кухонної солі та 0,2-0,3 г меленого чорного перцю (на кінчику ножа), 0,5 зубчика часнику, 150 мл томатного соку.

Проміжне мікробіологічне дослідження зразків, що зберігалися у холодильнику, проводили через 3 години після маринування. Остаточне дослідження всіх зразків (із холодильника та морозильної камери) проводили через 24 години. Розморозували м'ясо за кімнатної температури.

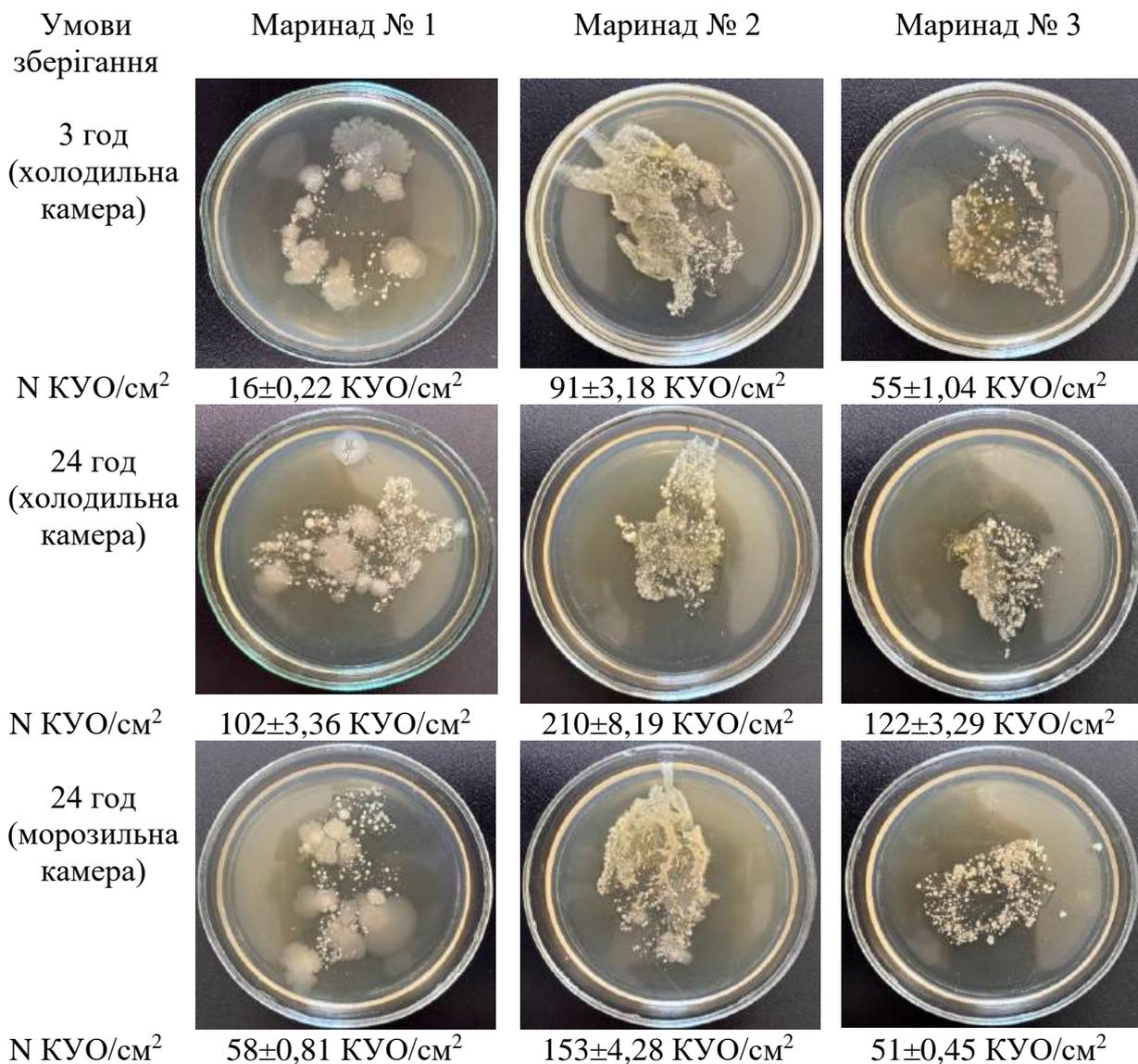
Для вивчення мікробного обсіменіння контрольних та дослідних зразків з кожного зразка зрізали верхній шар м'яса та з глибини вирізали шматок площею 25 см². Після чого притискали зразок до поверхні стерильного остиглого МПА. Далі знежирене стерильне предметне скло щільно прикладали до м'язової тканини в місці зрізу, отриманого з глибини зразка м'яса, мазки-відбитки висушували на повітрі, фіксували над полум'ям спиртівки, забарвлювали за Грамом і досліджували мікроскопічно з метою оцінки морфологічних і тинкторіальних властивостей мікроорганізмів [8–10].

Контрольні та дослідні зразки інкубували в термостаті за $t\ 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 24 годин. Після інкубації здійснювали підрахунок колонієутворюючих одиниць (КУО), перераховували їх кількість на 1 см² поверхні та проводили культуральну характеристику домінантних колоній.

Виклад основного матеріалу. Кількісний аналіз динаміки мікробіоти свіжого маринованого м'яса за різних температурних режимів зберігання. У контрольних зразках свіжого м'яса (до маринування) загальне мікробне обсіменіння було незначне: у курячому філе $65 \pm 1,43$ КУО/см², у яловичині – майже в 1,8 раза менше, а у свинині – в 1,5 раза більше ($37 \pm 0,88$ та $95 \pm 1,52$ КУО/см², відповідно, див. рис. 1).

Рис. 1. Кількість КУО/см² в контрольних зразках свіжого м'яса

Маринад № 1 проявив виражену антимікробну дію на мікробіоту всіх видів м'яса, маринад № 3 – помірну (див. рис. 2–4).

Рис. 2. Кількість (N) КУО/см² в курячому філе після маринування та зберігання за різних температурних режимів

Так, через 3 години перебування свіжого курячого філе в холодильнику, замаринованого за 1-м рецептом, кількість мікроорганізмів зменшилася в 4 рази ($16 \pm 0,22$ КУО/см²). Через 24 години КУО/см² було майже в 1,6 раза більше – $102 \pm 3,36$. Після 24-х годин зберігання курячого філе в морозильній камері кількісний склад мікробіоти майже не змінився у порівнянні з контролем ($58 \pm 0,81$ КУО/см²). Такі результати, ймовірно, можна пояснити антимікробною дією чорного меленого перцю та цибулі ріпчастої у маринаді № 1.

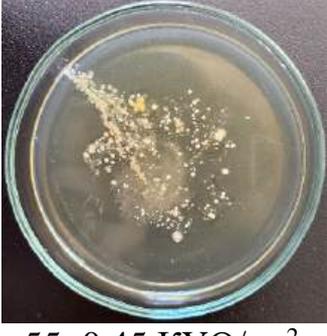
Умови зберігання	Маринад № 1	Маринад № 2	Маринад № 3
3 год (холодильна камера)			
N КУО/см ²	$17 \pm 0,18$ КУО/см ²	$45 \pm 1,08$ КУО/см ²	$38 \pm 0,49$ КУО/см ²
24 год (холодильна камера)			
N КУО/см ²	$40 \pm 0,68$ КУО/см ²	$61 \pm 1,46$ КУО/см ²	$112 \pm 2,35$ КУО/см ²
24 год (морозильна камера)			
N КУО/см ²	$28 \pm 0,50$ КУО/см ²	$298 \pm 12,21$ КУО/см ²	$55 \pm 0,45$ КУО/см ²

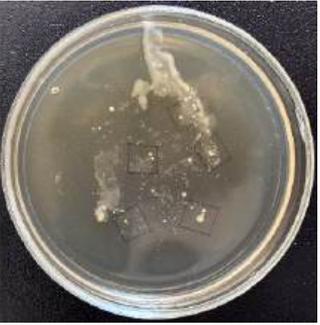
Рис. 3. Кількість (N) КУО/см² у яловичині після маринування та зберігання за різних температурних режимів

Після маринування курячого філе за 2-м рецептом (з кефіром) кількість мікроорганізмів зростає в 1,4 та 3,2 рази, відповідно, при збереженні м'яса в холодильнику 3 та 24 години. Заморожування курячого філе також призвело до

інтенсифікації розмноження бактерій у 1,4 раза ($153 \pm 4,28$ КУО/см²) після розморожування.

Маринад з томатом майже не вплинув на мікробіоту м'яса (курячого філе), але кількість мікроорганізмів у порівнянні з контролем дещо знизилася, окрім зразків, які перебували в холодильнику 24 години (кількість КУО/см² була в 1,9 раза більшою – $122 \pm 3,29$).

Подібна тенденція кількісного вмісту мікробіоти спостерігалася і при вивченні яловичини. Після маринування за 1-м рецептом і збереження зразків у холодильнику 3 години кількість КУО зменшилася у 2,2 раза у порівнянні з контролем ($17 \pm 0,18$ КУО/см²). Навіть після розморожування зразків яловичини кількість КУО була в 1,3 раза менше ніж в контролі. Проте через 24 години перебування м'яса в холодильнику число колоній мікроорганізмів наблизилося до контрольних показників. Після маринування яловичини кефірним маринадом (№ 2) спостерігалася помірне наростання мікробіологічної контамінації при збереженні зразків у холодильнику протягом доби. Цікавими виявилися результати дослідження зразків яловичини, замариновані кефіром, що зберігалися добу в морозильній камері (кількість КУО/см² була в 8 разів більшою за контроль). Це можна пояснити тим, що при заморожуванні бактерії не гинуть повністю, а входять у стан анабіозу. Після розморожування (особливо повільного), за кімнатної температури – мікроорганізми кефіру можуть масово активізуватися, викликаючи сплеск росту. Це явище називається «спалах росту після стресу» – характерне для деяких молочнокислих та психрофільних бактерій.

Умови зберігання	Маринад № 1	Маринад № 2	Маринад № 3
3 год (холодильна камера)			
N КУО/см ²	$5 \pm 0,04$ КУО/см ²	$42 \pm 1,21$ КУО/см ²	$30 \pm 1,14$ КУО/см ²
24 год (холодильна камера)			
N КУО/см ²	$21 \pm 0,37$ КУО/см ²	$82 \pm 2,54$ КУО/см ²	$43 \pm 0,81$ КУО/см ²

24 год
(морозильна
камера)



N КУО/см² $39 \pm 1,52$ КУО/см² $420 \pm 17,64$ КУО/см² $36 \pm 0,79$ КУО/см²

Рис. 4. Кількість (N) КУО/см² у свинині після маринування та зберігання за різних температурних режимів

Крім того, кристали льоду пошкоджують тканини м'яса, вивільняючи білки та інші нутрієнти. Після розморожування поверхня стає кращим «живильним середовищем» – мікроорганізми розмножуються активніше, ніж у зразках, що лише охолоджувались. При маринуванні яловичини томатним маринадом (№ 3) та збереженні в холодильнику 3 години відмінностей від контролю (кількість КУО) не було, а через 24 години «холодильного збереження» КУО/см² стало в 3 рази більше ($112 \pm 2,35$). Після заморожування на 24 години та вивчення мікробіоти розморожених зразків яловичини кількість бактерій зросла в 1,5 раза (подібна тенденція була і при маринуванні томатним маринадом курячого філе). Ймовірно, через 24 години перебування замаринованого м'яса в холодильнику, кількість КУО збільшилася через вміст вуглеводів і органічних кислот у помідорах, які деякі мікроорганізми можуть використовувати як джерело енергії.

Найбільш активну протимікробну дію проявив маринад № 1 на свинину: після збереження замаринованих зразків в холодильнику кількість мікроорганізмів була в 19 раз менше ніж в контролі, а після 24-х годинного перебування за тих же температурних умов – в 4,5 рази менше ($5 \pm 0,04$ та $21 \pm 0,37$ КУО/см², відповідно). Збереження зразків свинини добу в морозильній камері, замаринованих за 1-м рецептом, також призвело до зниження бактерій у 2,4 рази ($39 \pm 1,52$ КУО/см²). Аналогічні результати були отримані й при вивченні інших видів свіжого м'яса (див. вище). Вірогідно, це пов'язано з тим, що цибуля ріпчаста (як і часник) є джерелом аліцину та інших сірковмісних сполук, які мають виражену бактерицидну дію, а чорний перець містить піперин, що також володіє протимікробними властивостями та посилює дію інших компонентів маринаду. Неочікуваним виявилися результати вивчення впливу кефірного маринаду на мікробіоту свинини. Через 3 години зберігання замаринованих зразків в холодильнику мікроорганізмів стало у 2,3 рази менше, потім їх ріст і розмноження помірно збільшувалися, але все одно показники не досягали контрольних значень. У тих зразках свинини, які зберігалися добу в морозильнику, відмічена різка інтенсифікація розмноження ($420 \pm 17,64$ КУО/см²), що в 4,4 рази більше за контрольний показник (така сама тенденція відмічена і при дослідженні цього різновиду маринаду на яловичині). Томатний маринад (№ 3) проявив однакову

дію на всі зразки свіжого м'яса. На початку (після 3-х годин перебування зразків в холодильнику) кількість бактерій була в 3,2 раза менше, а через 24 години – у 2,2 раза. Після заморожування (протягом доби) кількість КУО була як і в зразках свинини, що зберігалися в холодильнику 3 години.

Отже, за результатами дослідження, маринад № 1 (цибуля ріпчаста, сіль та мелений чорний перець) виявився найефективнішим у зниженні мікробіологічного забруднення м'яса різних видів, особливо свинини, зберігаючи антимікробну дію навіть при заморожуванні. Натомість маринади з кефіром та томатом незначно або помірно впливали на мікробіоту, а заморожування іноді сприяло активації росту мікроорганізмів після розморожування (особливо при маринуванні кефіром), що свідчить про важливість вибору природних антимікробних домішок, у тому числі спецій, та режимів зберігання для забезпечення безпеки і якості м'ясної продукції.

Культуральні, морфологічні й тинкторіальні властивості мікроорганізмів зі зразків маринованого м'яса, що зберігалися за різних температурних умов. При вивченні культуральних властивостей мікроорганізмів з контрольних зразків м'яса, а також після маринування різними спеціями та зберігання за різних температурних режимів, виявили 3 домінуючих типи колоній: круглі напівпрозорі, жовті неправильної форми та круглі молочно кольору. Детальний культуральний, морфологічний і тинкторіальний опис домінуючих колоній з деяких зразків м'яса (маринованого курячого філе, що зберігалось в холодильнику 24 години) представлений в табл. 2.

Всі колонії, що виростили з контрольних і дослідних зразків курячого філе, мали плоский рельєф. Більшість з них була однорідної структури та м'якої консистенції. Розмір домінуючих колоній складав від 4 до 25 мм.

Таблиця 2

Культуральний опис домінуючих колоній мікроорганізмів, вирощених з маринованого курячого філе, що зберігалось в холодильній камері 24 години

№ КУО	Форма	Характер країв	Колір	Структура	Консистенція	Розмір (мм)
Маринад № 1						
1.1	неправильна	хвилястий	жовтий	однорідна	м'яка	7
1.2	кругла	волокнистий	молочний	однорідна	м'яка	25
1.3	неправильна	суцільний	напівпрозорий	однорідна	м'яка	13
Маринад № 2						
2.1	неправильна	хвилястий	блідо-жовтий	грубозерниста	напівщільна	14
2.2	кругла	суцільний	білий	однорідна	м'яка	6
2.3	кругла	суцільний	напівпрозорий	однорідна	м'яка	4
Маринад № 3						
3.1	кругла	суцільний	напівпрозорий	однорідна	м'яка	5
3.2	неправильна	хвилястий	жовтий	грубозерниста	напівщільна	7
3.3	неправильна	хвилястий	прозорий	однорідна	м'яка	5

Після маринування зразків м'яса за 2-м рецептом подекуди з'явилися блідо-жовті колонії, які надавали характерний розчинний пігмент, що дифундував в поживне середовище. При забарвленні мазків за Грамом, отриманих із цих колоній, були виявлені Гр- коки. Інші колонії, що вирости після маринування м'яса кефірним маринадом, були представлені Гр+ коками, які за морфологією нагадували *Lactococcus* spp. і *Streptococcus thermophilus*, та подекуди Гр- зігнутими паличками. Дріжджові клітини виявлені не були.

Після маринування зразків свіжого м'яса за 3-м рецептом (томатним) у мазках з колоній, а також мазках-відбитках, переважали Гр+ коки.

Найбільш різноманітною була мікробіота курячого філе після маринування за 1-м рецептом (цибулевим). З домінантною колонією № 1.1 (колір – жовтий, характер країв – хвилястий) були виявлені Гр+ палички і подекуди коки. З колонії № 1.2 (молочна з волокнистими краями) – Гр+ спороутворюючі бацили, а з колонії № 1.3 (напівпрозора, з суцільним характером країв) – Гр+ коки. Хоча загальна кількість колоній після маринування за рецептом № 1 була нижчою у порівнянні з іншими варіантами маринадів, але спостерігалось відносно більше морфотипів, що свідчить про селективний характер антимікробної дії компонентів маринаду – ймовірно, вони пригнічували переважно чутливі види мікроорганізмів (грамнегативні), й не впливали на менш численну, але більш стійку та різноманітну мікробіоту.

Отже, у результаті дослідження було встановлено, що маринування курячого філе за 3-ма рецептами та зберігання за різних температур впливали на кількісний і якісний склад мікроорганізмів. Найсильніший антимікробний ефект мав маринад з цибулею та чорним перцем, який знижував загальну чисельність бактерій, але зберігав морфологічну різноманітність через виживання стійких грампозитивних форм. Кефірний і томатний маринади також зменшували кількість мікроорганізмів, але майже не впливали на грампозитивні коки, що свідчить про селективну дію компонентів маринадів.

Висновки. Маринад № 1 (цибулевий) має найефективнішу антимікробну дію, значно знижуючи кількість мікроорганізмів у курячому філе, яловичині та особливо свинині, як під час холодильного зберігання, так і після заморожування. Маринад № 2 (кефірний) виявився менш ефективним, сприяючи збільшенню бактеріального обсіменіння, особливо після розморожування, при цьому переважно компоненти маринаду пригнічували грампозитивні бактерії і не впливали на життєздатність грампозитивних молочнокислих форм. Маринад № 3 (томатний) продемонстрував помірний антимікробний ефект із початковим зниженням бактеріальної кількості, проте згодом відбулося її збільшення, що свідчить про здатність мікробіоти адаптуватися до його інгредієнтів, формуючи стійкі мікробні угруповання. Таким чином, ефективність маринадів суттєво варіює залежно від їх складу та умов зберігання, що важливо враховувати для забезпечення мікробіологічної безпеки м'яса.

Перспективи використання результатів дослідження полягають у вивченні впливу поєднання інших натуральних маринадів та технологій зберігання на мікробіоту різних видів м'яса, а також дослідженні їхнього впливу на органолептичні властивості і безпеку продукту в умовах реального побутового та промислового використання.

Література:

1. Міхеєв А. О. Перспективи застосування рослинних олій як протигрибкових засобів (Огляд літератури). *Запорізький медичний журнал*. 2017. № 2. С. 221-226. DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2017.2.95745>
2. Мікробіологія харчових виробництв : навч. посіб. / Л. В. Капрельянц та ін. Херсон : Видавець ФОП Грінь Д.С., 2016. 478 с.
3. Соломон А. М., Казмірук Н. М., Тузова С. Д. Мікробіологія харчових виробництв : навч. посіб. для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця : РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.
4. Крупей К. С., Рильський О. Ф., Семененко Т. Д. Вплив температури зберігання харчових продуктів на динаміку мікробіоти. *Екологічні науки*. 2024. № 57. С. 201-208. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.6-57.30>
5. Lopes S. M., da Silva D. C., Tondo E. C. Bactericidal effect of marinades on meats against different pathogens: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. Vol. 62, No 27. P. 7650-7658. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1916734>
6. Janjic J., Ciric J., Grbic S., Boskovic M., Glisic M., Mitrovic R., Baltic M., & Radosavac A. Reduction of microbiota in marinated vacuum-packaged poultry breast fillets. *Scientific Journal "Meat Technology"*. 2019. Vol. 60, No 1. P. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.18485/meattech.2019.60.1.1>
7. Björkroth J. Microbiological ecology of marinated meat products. *Meat Science*. 2005. Vol. 70, No 3. P. 477-480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.018>
8. Кот С. П., Кириченко В. А. Санітарна мікробіологія : методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи студентів зі спеціальностей 7.18010001 та 8.18010001 – «Якість, стандартизація та сертифікація» (затверджено комісією факультету ТВППТСБ Миколаївського національного аграрного університету від 26.11.2015 р., протокол № 3). Миколаїв : МНАУ, 2015. 59 с.
9. Коваленко Н. І., Замазій Т. М. Санітарна мікробіологія : методичні вказівки з дисципліни «Мікробіологія, вірусологія та імунологія» для студентів-магістрів II–III курсів за спеціальністю «Медицина», «Стоматологія» освітньо- кваліфікаційного рівня – «Магістр» (затверджено Вченою радою ХНМУ від 25.02.2021 р., протокол № 3). Харків : ХНМУ, 2021. 48 с.
10. Пирог Т. П., Решетняк Л. Р., Поводзинський В. М., Грегірчак Н. М. Мікробіологія харчових виробництв : навч. посіб. / Т. П. Пирог. Вінниця : Нова Книга, 2007. 464 с.

References:

1. Mikhieiev, A. O. (2017). *Perspektyvy zastosuvannya roslinnykh olii yak protyhyrbkovykh zasobiv* (Ohliad literatury). [Prospects for the use of plant oils as antifungal agents (Literature review)]. *Zaporizkyi medychnyi zhurnal*, 2, 221–226. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2017.2.95745> [in Ukrainian].
2. Kapreliants, L. V., et al. (2016). *Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv: navchalnyi posibnyk* [Microbiology of food production: textbook]. Kherson : Vydavets FOP Hrin D. S. 478 p. [in Ukrainian].

3. Solomon, A. M., Kazmiruk, N. M., & Tuzova, S. D. (2020). *Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv: navchalnyi posibnyk dlia studentiv napriamu pidhotovky "Kharchovi tekhnolohii"* [Microbiology of food production: textbook for students of the "Food Technologies" training program]. Vinnytsia : RVV VNAU. 312 p. [in Ukrainian].
4. Krupiei, K. S., Rylsky, O. F., & Semenenko, T. D. (2024). Vplyv temperatury zberihannia kharchovykh produktiv na dynamiku mikrobioty. [The effect of food storage temperature on microbiota dynamics]. *Ekologichni nauky*, 57, 201–208. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.6-57.30> [in Ukrainian].
5. Lopes, S. M., da Silva, D. C., & Tondo, E. C. (2022). Bactericidal effect of marinades on meats against different pathogens: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(27), 7650–7658. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1916734>
6. Janjic, J., Ciric, J., Grbic, S., Boskovic, M., Glisic, M., Mitrovic, R., Baltic, M., & Radosavac, A. (2019). Reduction of microbiota in marinated vacuum-packaged poultry breast fillets. *Scientific Journal "Meat Technology"*, 60(1), 1–7. <https://doi.org/10.18485/meattech.2019.60.1.1>
7. Björkroth, J. (2005). Microbiological ecology of marinated meat products. *Meat Science*, 70(3), 477–480. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.018>
8. Kot, S. P., & Kyrychenko, V. A. (2015). *Sanitarna mikrobiolohiia: metodychni rekomendatsii do praktychnykh zaniat ta samostiinoi roboty studentiv* [Sanitary microbiology: methodological guidelines for practical classes and independent student work]. Mykolaiv : MNAU. 59 p. [in Ukrainian].
9. Kovalenko, N. I., & Zamazii, T. M. (2021). *Sanitarna mikrobiolohiia: metodychni vkazivky z dystsypliny "Mikrobiolohiia, virusolohiia ta imunolohiia"* [Sanitary microbiology: methodological guidelines for the course "Microbiology, Virology and Immunology"]. Kharkiv : KhNMU. 48 p. [in Ukrainian].
10. Pyroh, T. P., Reshetniak, L. R., Povodzynskyi, V. M., & Hrehirchak, N. M. (2007). *Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv: navchalnyi posibnyk* [Microbiology of food production: textbook]. Vinnytsia : Nova Knyha. 464 p. [in Ukrainian].