ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Кваліфікаційна робота
бакалавра

На тему:

МІКРОБІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
MICROBIOLOGICAL SAFETY OF FOOD PRODUCTS

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1011
спеціальності 101 Екологія
освітньо-професійної програми
Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування
Семененко Т.Д.

Керівник, завідувач кафедри
загальної та прикладної екології і зоології,
професор, д.б.н. Рильський О.Ф.

Рецензент,
доцент, к.б.н., Домбровський К.О.

Запоріжжя – 2025

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології,

д.б.н., проф. Рильський О.Ф.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Семененко Тимура Дмитровича

1. Тема роботи: Вплив температури зберігання харчових продуктів на динаміку мікробіоти.
керівник роботи Рильський Олександр Федорович, д.б.н., професор
кафедри загальної та прикладної екології і зоології _____
затверджена наказом ЗНУ від «29 січня» 2025р. № 160-С
2. Строк подання студентом роботи: червень 2025 р.
3. Вихідні дані до роботи: дані про стан різних харчових продуктів різних марок за різних температурних режимів
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): провести аналіз літературних джерел з даної теми; охарактеризувати мікробіологічні дані щодо вивчаємих продуктів; дослідити особливості вихідних даних взалежності від вхідних; провести порівняльний аналіз отриманих результатів; розробити рекомендації щодо покращення .
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 2 таблиці, 6 рисунків.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім’я, по-батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н.М. к.с-г.н., доцент		

7. Дата видачі завдання: 15 жовтня 2024 року

1. У даній роботі було поставлено такі основні завдання: Проаналізувати вплив температурних умов зберігання на кількісний та якісний склад мікробіоти свіжого та пастеризованого молока; визначити зміни мікробіологічного складу сирів за різних температур зберігання (холодильник, кімнатна температура); порівняти мікробіологічні показники м’яса різних видів залежно від умов зберігання**.** Оцінити характер розвитку мікробіоти у м’ясі під час зберігання та розморожування, з особливою увагою до патогенної мікрофлори. Надати науково обґрунтовані рекомендації щодо безпечного зберігання продуктів.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	01.10.2024 – 25.10.2024	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	25.10.2024 – 30.10.2024	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	30.10.2024 – 04.11.2024	Виконано
4.	Проведення дослідження. Оформлення результатів експерименту.	06.11.2024- 21.11.2024	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	21.11.24 –18.05.25 19.05.2025	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи.	Червень 2025	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	19.06.2025	Виконано

Студент (-ка) _____ Т. Д. Семененко

Керівник роботи _____ О. Ф. Рильський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Н. М. Притула

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота виконана на 49 сторінках друкованого тексту, містить 3 таблиці, 6 рисунків, а також список із 43 використаних літературних джерел, серед яких наукові статті, монографії, методичні рекомендації та сучасні зарубіжні дослідження.

Об’єктом дослідження є харчові продукти тваринного походження, зокрема зразки м’яса, молока та сиру, які зазнають мікробіологічних змін. Предметом дослідження виступає мікробіота харчових продуктів її кількісна динаміка та зміни залежно від температурного режиму зберігання.

Метою дослідження є вивчення впливу температури зберігання на мікробіологічний стан харчових продуктів, встановлення закономірностей росту мікроорганізмів та обґрунтування умов, за яких продукти залишаються безпечними для споживання. Методи дослідження включають: аналіз наукової літератури з мікробіології та харчової безпеки; лабораторне моделювання умов зберігання; відбір проб та підготовка зразків до аналізу. У процесі роботи було здійснено порівняльний аналіз мікробіологічного стану досліджуваних продуктів за різних температур. Найбільш виражене зростання кількості мікроорганізмів спостерігалося у зразках м’яса, тоді як молоко і сир характеризувалися повільнішими темпами мікробіологічних змін.

У висновках наведено рекомендації щодо оптимальних умов зберігання харчових продуктів, що ґрунтуються на експериментальних результатах. Кваліфікаційна робота має практичне значення, оскільки результати можуть бути використані у діяльності харчових підприємств, лабораторій контролю якості, закладів громадського харчування, а також у навчальному процесі профільних освітніх закладів.

ПРОДУКТИ, МІКРОБІОЛОГІЯ, МОЛОКО, М’ЯСО, ТЕМПЕРАТУРА, ВИСІВ

ABSTRACT

The qualification work is completed on 49 pages of printed text, contains 3 tables, 6 figures, as well as a list of 43 used literary sources, including scientific articles, monographs, methodological recommendations and modern foreign studies.

The object of the study is food products of animal origin, in particular samples of meat, milk and cheese, which undergo microbiological changes.

The subject of the study is the microbiota of food products - its quantitative dynamics and changes depending on the storage temperature.

The purpose of the study is to study the influence of storage temperature on the microbiological state of food products, establish the patterns of growth of microorganisms and substantiate the conditions under which products remain safe for consumption. The research methods include: analysis of scientific literature on microbiology and food safety; laboratory modeling of storage conditions; sampling and preparation of samples for analysis; deep and surface method of seeding on nutrient media; counting colony-forming units (CFU) and their analysis in dynamics depending on the type of product and temperature. In the process of work, a comparative analysis of the microbiological state of the studied products at different temperatures was carried out. The most pronounced increase in the number of microorganisms was observed in meat samples, while milk and cheese were characterized by slower rates of microbiological changes.

The conclusions provide recommendations on optimal storage conditions for food products, based on experimental results. Qualification work is of practical importance, since the results can be used in the activities of food enterprises, quality control laboratories, public catering establishments, as well as in the educational process of specialized educational institutions.

PRODUCTS, MICROBIOLOGY, MILK, MEAT,TEMPERATURE, SOWIN

ЗМІСТ

ВСТУП 7

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 9

1.1 Загальний огляд 9

1.2 Екзогенне обсіменіння м’яса мікроорганізмами 10

1.3 Мікрофлора охолодженого м’яса 13

1.4 Мікрофлора замороженого м’яса 15

1.5 Псування м’яса 16

1.6 М’ясо птиці 17

1.7 Молоко 18

1.8 Вади питного молока 20

1.9 Сири 21

1.10 Вплив первинної мікрофлори молока на якість сирів 22

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 24

2.1 Досліджувані продукти та підготовка 24

2.2 Методи використані у роботі 25

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 28

4ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .. 39

4.1 Питання організації охорони праці та безпека у лабораторії 39

4.2 Техніка безпеки роботи за компьютером 41

ВИСНОВКИ 43

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 45

ВСТУП

В умовах нестабільного електропостачання в Україні, забезпечення безпеки харчових продуктів стає особливо важливим завданням. Температура зберігання є одним із ключових чинників, що впливає на мікробіологічну стабільність м’ясної та молочної продукції. У цьому дослідженні автори дослідили вплив різних температурних режимів (холодильна й морозильна камери, кімнатне зберігання) на кількісний склад мікробіоти свіжого м’яса (куряче філе, свинина, яловичина), молока (свіже та пастеризоване) і твердого сиру. Зберігання харчових продуктів за умов порушення стабільного енергопостачання є актуальною проблемою в Україні, де через регулярні відключення електроенергії у зв’язку з постійними обстрілами енергоінфраструктури, виникають труднощі із дотриманням температурного режиму в холодильній та морозильній камерах. Це призводить до активного розмноження мікроорганізмів в продуктах, що не лише зменшує термін їх придатності, але й підвищує ризик харчових отруєнь. На жаль, ступінь впливу різних температурних умов зберігання продуктів на якісний і кількісний склад бактерій залишається недостатньо вивченим.

Основні завдання:

1. Проаналізувати вплив температурних умов зберігання на кількісний та якісний склад мікробіоти свіжого та пастеризованого молока.
2. Визначити зміни мікробіологічного складу сирів за різних температур зберігання (холодильник, кімнатна температура).
3. Порівняти мікробіологічні показники м’яса різних видів (курятина, яловичина, свинина) залежно від умов зберігання (кімнатна температура, холодильник, морозильна камера).
4. Оцінити характер розвитку мікробіоти у м’ясі під час зберігання та розморожування, з особливою увагою до патогенної мікрофлори.

Надати науково обґрунтовані рекомендації щодо безпечного зберігання

молочних і м’ясних продуктів з метою зменшення бактеріального обсіменіння та ризику харчових отруєнь.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оцінки впливу температурних умов зберігання продуктів на мікробіоту в умовах нестабільного енергопостачання в Україні, що є важливим аспектом забезпечення харчової безпеки. Зв’язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.

Мета: дослідити вплив температурних умов зберігання харчових продуктів на динаміку мікробіоти та оцінити ризики мікробіологічного забруднення в умовах нестабільного енергопостачання.

Об’єкт дослідження: мікробіота харчових продуктів (м’яса, молока, сиру) при різних температурах зберігання. Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, полягає в недостатньому вивченні впливу температури зберігання на мікробіоту м’ясних і молочних продуктів та відсутність конкретних рекомендацій щодо безпечного їх збереження за умов частих відключень електроенергії.

Новизна: вперше вивчено зміни в кількісному складі мікроорганізмів у м’ясі, молоці та сирах при певних температурах зберігання (у різних частинах холодильника та в морозильній камері).

Апробація основних положень кваліфікаційної роботи здійснювалася на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт та здобула перемогу зі спеціальності «Екологія» у 2024/2025 н.р. За матеріалами дослідження опубліковано 1 друковану працю: Крупєй К.С., Рильський О.Ф., Семененко Т.Д. «Вплив температури зберігання харчових продуктів на динаміку мікробіоти». Науково-практичний журнал «Екологічні науки» (Запоріжжя, 2025 р., №57). Також хід роботи та частково результати були висвітлені у телепрограмі «Екофактор» від 27 листопада 2024 року, телеканалу «МТМ Запоріжжя».

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальний огляд

Мікрофлору харчових продуктів (сучасний термін – мікробіота) поділяють на специфічну і неспецифічну. Специфічна мікробіота – це сукупність мікроорганізмів, які визначають характерні властивості продуктів, зокрема їхній смак, текстуру, аромат і харчову цінність. Наприклад, молочнокислі бактерії, що входять до складу кисломолочних продуктів і квашених овочів, сприяють ферментаційним процесам, формуючи особливий смак і властивості. Неспецифічна мікробіота харчових продуктів, до якої належать сапрофіти, патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, формується зазвичай з мікробіоти довкілля. Часто вона містить мікроорганізми, що можуть спричиняти псування продуктів. Ступінь мікробної контамінації залежить від умов заготівлі, транспортування, зберігання та обробки продукту, а також від дотримання санітарних норм [1]. Мікроорганізми, такі як *Salmonella, Shigella, Escherichia coli, Campylobacter, Bacillus cereus, Listeria monocytogenes, Clostridium perfringens*, а також *Staphylococcus aureus, Cl. botulinum*, можуть викликати харчові отруєння та бактеріальні токсикози, відповідно. Свіже молоко, наприклад, може містити *Mycobacterium bovis, Brucella, Coxiella burnetti, Proteus*, патогенні стрептококи і стафілококи, вірус кліщового енцефаліту, і навіть ротавірус, які потрапляють від інфікованих тварин [3]. Ротавірусна інфекція є основною причиною тяжких гастроентеритів у дітей до п’яти років, спричиняючи осмотичну діарею через мальабсорбцію вуглеводів та дицукридазну недостатність [2]. М’ясо також піддається забрудненню бактеріями під час обробки та зберігання, включаючи *Cl. perfringens, B. cereus, E. coli, Streptococcus faecalis, Campylobacter* тощо [1, 3, 4]. Температура зберігання є ключовим фактором у забезпеченні мікробіологічної безпеки харчових продуктів. Невідповідний температурний режим створює сприятливі умови для розмноження безлічі

небезпечних мікроорганізмів.

Харчові продукти являють собою складні системи, що містять різноманітні компоненти: білки, жири, вуглеводи, мінерали, вітаміни та ферменти. У процесі зберігання кожен із цих елементів може зазнавати значних змін, що нерідко призводить до погіршення поживної цінності та смакових характеристик продукту, а в деяких випадках – до його повної непридатності для вживання. Окрім цього, можуть спостерігатися фізичні, анатомічні й морфологічні трансформації, а також зменшення маси, що здебільшого відбувається через захворювання та мікробіологічне забруднення [5,6].

Для підвищення харчової та біологічної цінності продуктів до їх складу вводять білкові інгредієнти як тваринного, так і рослинного походження, наприклад, знежирене молоко, казеїн або білки сої.

Використання полімерних пакувальних матеріалів у м’ясопереробній галузі дає змогу ефективно захистити продукти від мікроорганізмів і негативних зовнішніх впливів, таких як світло, коливання температури й вологості, кисень, механічні пошкодження та хімічні забруднення. Це значно подовжує термін придатності продукції, допомагає зберегти її якість і запобігає псуванню, особливо під час транспортування та реалізації [7].

1.2 Екзогенне обсіменіння м’яса мікроорганізмами

Під час забою тварин, обробки туш і транспортування відбувається забруднення м'яса мікроорганізмами. Основними джерелами цього процесу є шкіра тварин, шлунково-кишковий тракт, обладнання, робочий інвентар, повітря, вода, а також руки та одяг працівників. Ступінь мікробного забруднення напряму залежить від дотримання санітарних норм та технологічних правил обробки туш [8].

Основні джерела забруднення в забійному цеху. Під час знекровлення, коли серце ще працює, у відкритих судинах створюється негативний тиск, що сприяє частковому всмоктуванню забрудненої крові та мікроорганізмів із поверхні шкіри, які потрапляють у м'язову тканину. Значну роль у забрудненні м’яса відіграє процес зняття шкур. На кожному квадратному сантиметрі шкірного покриву може міститися до 600 мільйонів мікроорганізмів і більше. Найбільше забруднення спостерігається у весняний та осінній періоди. Під час відділення шкури забруднення передається на поверхню туші. Ступінь обсіменіння залежить від методу зняття: механізовані установки для великої рогатої худоби спричиняють більше забруднення, тоді як підвісні системи значно його знижують [9, 10].

Додатковими джерелами мікробного обсіменіння є руки працівників та інструменти, на яких можуть міститися мільйони мікроорганізмів. Щоб зменшити ризик забруднення, необхідно регулярно дезінфікувати робочі поверхні, руки та інструменти, використовуючи розчини на основі хлорного вапна [5,11]. Повітря в забійному цеху також містить значну кількість мікроорганізмів, зокрема гнильні бактерії, грамнегативні палички, гриби, актиноміцети та різні кокові мікроорганізми. Основним джерелом мікробного забруднення повітря є тварини, особливо під час оглушення, знекровлення та зняття шкур. Для поліпшення санітарного стану перед забоєм рекомендується миття тварин із застосуванням хімічних дезінфекційних засобів. Це дозволяє знизити рівень мікроорганізмів у 20-90 разів [7, 12].

Особливості обробки туш. При переробці туш свиней застосовуються такі методи, як шпарення та обпалювання. Обпалювання значно зменшує мікробне забруднення, тоді як у процесі шпарення вода у шпарильних чанах накопичує мікроорганізми, які можуть повторно забруднювати туші та внутрішні органи. Для мінімізації цього ризику рекомендується використання пароповітряної обробки в безперервних установках, що дозволяє зменшити мікробне обсіменіння до 200 – 400 разів [8, 13].

Одним із найбільш критичних етапів є нутрування – видалення

внутрішніх органів. У цей момент туша може значно забруднитися мікроорганізмами з рук працівників, інструментів та одягу. Якщо при нутруванні порушується цілісність шлунково-кишкового тракту, то вміст кишечника потрапляє на м’ясо, що різко підвищує рівень забруднення. Проникнення мікробів у глибші шари м'язової тканини через порізи ножем пришвидшує псування м’яса [4, 14, 15].

Після нутрування туші піддаються зачистці. Існує два основних методи:

— Суха зачистка – видалення залишків внутрішніх органів, крові та інших забруднень механічним шляхом. У результаті цього процесу фасції підсихають, а на поверхні м’яса утворюється захисна кірка, яка перешкоджає розвитку мікроорганізмів.

— Мокра зачистка – промивання туш теплою водою або спеціальними щітками. Цей метод ефективно видаляє забруднення, проте водночас сприяє перерозподілу мікробів по поверхні туші, уповільнює утворення захисної кірки та полегшує проникнення мікроорганізмів у тканини [11, 16]. Хоча мокра зачистка може негативно впливати на санітарний стан м’яса та його стійкість під час зберігання, повністю відмовитися від неї неможливо. Тому важливо суворо дотримуватись технологічних інструкцій первинної переробки та обмежувати використання мокрої зачистки лише для сильно забруднених ділянок туш, віддаючи перевагу сухій обробці при незначних забрудненнях [17].

Таблиця 1.1 – Відповідність свіжості молока та результатів бактеріоскопічної проби

Ступінь свіжості м'яса	Показники бактеріоскопічної проби (в полі зору мікроскопа)
Свіжіше	Мікроорганізми не виявляються або є лише одиничні (до 10 клітин) коки і палички. Слідів розпаду м'язової тканини немає.
Сумнівна свіжість	Виявляється не більше 30 коків або паличок, а також сліди розпаду м'язової тканини: ядра м'язових

	волокон в стані розпаду, покреслена волокон слабо помітна
Не свіже	Виявляється понад 30 коків або паличок. Спостерігається значний розпад м'язової тканини: майже повне зникнення ядер і повне зникнення покреслених м'язових волокон

Таблиця 1.2 – Температурний режим та псування м’яса

Температура, 0С	Термін появи зростання, дні		Термін появи ознак псувань м'яса, дні
	бактерії	цвіль	
-0,5 -1,1	7	14	14
Від -3,3 до -2,2	7	14	24
Від -5,5 до -4,4	25	25	43
	135	65	155

1.3 Мікрофлора охолодженого м’яса

М'ясні продукти можуть зберігатися у двох основних станах – охолодженому або замороженому. Протягом процесу зберігання у цих станах спостерігаються зміни в складі мікрофлори, як у кількісному, так і в якісному аспектах [7, 18].

Охолодженим вважають м'ясо, яке може зберігатися не більше трьох тижнів за температурним режимом 0-4°С. Вплив низької температури на мікроорганізми залежить від їхньої температурної групи. Термофільні та

частина мезофільних бактерій гинуть під впливом холоду, тоді як інші мезофіли уповільнюють свій розвиток і перебувають у стані анабіозу. До таких належать представники родин *Enterobacteriaceae ma Bacillaceae* [19].

Психрофільні мікроорганізми активно розвиваються в умовах низьких температур, навіть при 0°C або трохи нижче. Також у м'ясі можуть бути присутні психротрофні бактерії, які здатні до росту в холодному середовищі, хоча оптимальними для них є температури в діапазоні 20–30°C. Їхній розвиток у холодному середовищі відбувається за тими ж принципами, що й за помірної температури, але всі стадії росту значно уповільнюються [17, 20].

На початковому етапі зберігання мікрофлора м'яса залишається відносно стабільною. Цей період називається лаг-фазою, під час якої мікроорганізми адаптуються до нових умов. Тривалість цієї фази залежить від багатьох факторів: початкового рівня обсіменіння мікробами, температурного режиму, швидкості охолодження м'яса. Якщо м'ясо отримане від здорових тварин, забитих із дотриманням санітарних норм, цей період може тривати 3-5 діб. В іншому випадку, коли рівень бактеріального обсіменіння високий, розмноження мікроорганізмів починається вже в першу добу [21].

Після завершення лаг-фази відбувається активне розмноження мікроорганізмів, здатних до розвитку при низькій температурі. Згодом психрофільні та психротрофні бактерії стають домінуючими. Одночасно гинуть ті мікроорганізми, що не пристосовані до холоду. В умовах правильного температурно-вологісного режиму основну частину мікрофлори охолодженого м'яса становлять неспороутворюючі грамнегативні бактерії родів *Pseudomonas i Achromobacter*, а також дріжджі й плісняві гриби [22].

Бактерії роду Pseudomonas мають здатність пригнічувати ріст інших мікроорганізмів та активно розмножуються, поступово складаючи близько 90% загальної мікрофлори охолодженого м'яса. Вони виробляють ферменти, що розкладають білки та жири, а також утворюють слиз. У разі тривалого зберігання понад допустимий термін ці мікроорганізми спричиняють псування продукту, запускаючи процеси гниття [3, 23].

Варто зазначити, що в охолодженому м'ясі можуть зберігати життєздатність такі небезпечні патогени, як золотистий стафілокок, сальмонели та збудник ботулізму [24].

На сьогодні процес охолодження м'яса відбувається одразу після забою тварин. Використання сучасних морозильних установок тунельного типу дозволяє швидко знизити температуру, що суттєво уповільнює розмноження мікроорганізмів, особливо за умов низького санітарного рівня виробництва.

1.4 Мікрофлора замороженого м’яса

Заморожене м’ясо – це свіжа продукція, підготовлена для тривалого зберігання. Відповідно до сучасних технологічних стандартів, оптимальна температура для зберігання такого м’яса не повинна перевищувати -12°C, а рівень відносної вологості має становити 90-95%. Тривалість зберігання яловичини та баранини першої категорії при температурі -12°C становить до 6 місяців, тоді як за умов -18°C цей термін подовжується до 12 місяців [25].

Найкращим температурним режимом для тривалого зберігання м’ясної продукції вважається -18°C, оскільки при цьому повністю припиняється розмноження мікроорганізмів та їх ферментативна активність. Якщо температура перевищує цей рівень, якість м’яса може погіршуватися. У деяких випадках допускається зберігання при -12°C, однак у такому разі харчові властивості продукту будуть нижчими [17, 26].

Замороження може здійснюватися різними способами: цілими тушами (наприклад, козлятина чи телятина), напівтушами (як у випадку зі свининою або яловичиною), четвертинами (для яловичини) або окремими шматками м’яса [11, 27].

Під час процесу заморожування та подальшого зберігання відбувається поступове знищення більшості мікроорганізмів. Головними факторами, що

негативно впливають на бактерії, є низька температура, підвищення концентрації розчинених речовин та зниження вологості м’ясного продукту.

При заморожуванні вода, що міститься у м’ясі, кристалізується. Якщо процес охолодження відбувається швидко, утворюються дрібні кристали льоду, що рівномірно розподіляються всередині та зовні клітин. У разі повільного заморожування формуються великі кристали, які пошкоджують клітинні оболонки м’язових волокон. Через це змінюється структура м’яса, зменшується його вологість і підвищується концентрація розчинених речовин, що, своєю чергою, сприяє загибелі мікроорганізмів [28, 29].

Чим нижчою є температура заморожування, тим швидше відбувається відмирання мікробів. Інтенсивність цього процесу напряму залежить від температурного режиму. Наприклад, якщо замороження відбувається швидко при температурі від -18°C до -20°C, знищується значно більше мікроорганізмів, ніж при поступовому заморожуванні до -12°C [9, 30].

1.5 Псування м’яса

Псування м'яса виникає в результаті діяльності мікроорганізмів, що активно розвиваються під час його зберігання. До основних видів псування відносяться ослизнення, гниття, бродіння, зміни пігментації та пліснявіння.

Ослизніння – це один із процесів псування охолодженого м’яса, що розвивається до кінця його зберігання. На поверхні м’яса утворюється слизовий наліт сіро-зеленого або сірого кольору. Основними збудниками цього процесу є бактерії роду *Pseudomonas* – грамнегативні палички, які мають високу ферментативну активність. Вони накопичуються на поверхні м’яса і проникають у його тканини через сполучну тканину. Внаслідок ослизнення розпадаються білки й жири, що призводить до зниження якості продукту. Швидкість розвитку ослизнення залежить від температури

зберігання, вологості повітря та початкового рівня забрудненості м’яса мікроорганізмами. Якщо температура та вологість знижуються, ослизнення сповільнюється, а з високим рівнем мікробного обсіменіння процес розвивається швидше [31].

Гниття наступає, коли охолоджене м'ясо з ознаками ослизнення зберігається занадто довго. В основному гниття викликають аеробні і факультативно-анаеробні бактерії. За низьких температур (близько 0°C) гниття зумовлюють психрофільні бактерії роду *Pseudomonas*, а при зберіганні при високих температурах – мезофільні бактерії, такі як *Proteus*, бацили картопляно-сінної групи та клостридії. Під час гниття відбувається руйнування білків і накопичення шкідливих продуктів розпаду – аміаку, сірководню, фенолу, скатолу, індолу, меркаптанів та первинних амінів. Ці сполуки мають різкий неприємний запах і отруйні властивості [8, 11, 32].

Кисле бродіння зазвичай розвивається в субпродуктах, що містять багато глікогену (наприклад, печінка чи серце), рідше – в м’язових тканинах. В результаті цього процесу м'ясо набуває кислий запах, сірий або зеленуватий колір, а тканини стають м’якими та втрачають пружність. Основними збудниками є психротрофні молочнокислі бактерії та дріжджі, які зброджують вуглеводи, утворюючи органічні кислоти [33].

Пігментація характеризується появою пігментних плям на поверхні м’яса, які утворюються внаслідок накопичення пігментоутворюючих аеробних бактерій. Наприклад, *Ps. prodigiosum* утворює червоні плями, *Ps.aeruginosa* – сині, а *Ps. fluorescens* – зелені. Поява таких плям вказує на серйозні порушення санітарно-гігієнічних умов на підприємстві [34].

1.6 М’ясо птиці

Мікробіологічний стан охолоджених тушок птиці залежить від

технологічних умов їхнього виробництва та способу охолодження. Напівпотрошені тушки зазвичай мають вищий рівень бактеріального обсіменіння порівняно з потрошеними. Це пояснюється тим, що при напівпотрошенні часто трапляється розрив кишечника, що спричиняє потрапляння кишкових бактерій на поверхню тушки [35].

Додатковим фактором ризику є пошкодження шкіри під час видалення оперення, оскільки це створює сприятливі умови для проникнення мікроорганізмів у м’язову тканину. Після забою та первинної обробки на кожному квадратному сантиметрі шкірного покриву курячої тушки може міститися кілька тисяч бактерій. Під час холодильного зберігання при температурі +4…+5°С протягом перших двох-трьох діб кількість мікроорганізмів зростає помірно, але надалі їхнє розмноження прискорюється. На 4–6-ту добу концентрація бактерій досягає сотень тисяч і навіть мільйонів на 1 см² поверхні тушки (за даними І. П. Паніва та С. А. Любянецького) [36].

Мікрофлора птиці, що зберігається за температури +1…+2°С, до моменту появи ознак псування (наприклад, стороннього запаху) переважно представлена аеробними безспоровими бактеріями. Основну частку (70 -75%) серед них становлять паличкоподібні мікроорганізми роду *Pseudomonas*, а також *Acinetobacter* і *Moraxella*. Крім того, зустрічаються факультативно-анаеробні бактерії, такі як *Aeromonas, Enterobacter*, кишкова паличка та протей. У м’ясі птиці нерідко виявляють і *Salmonella*, що становить загрозу для здоров’я людини [37].

1.7 Молоко

Навіть за дотримання всіх санітарно-гігієнічних норм у свіжовидоєному молоці зазвичай присутня певна кількість бактерій. Якщо ж умови гігієни під час доїння не були належним чином забезпечені, рівень мікробного

обсіменіння може бути значно вищим. Основними джерелами забруднення є поверхня вимені, сосковий канал, руки працівників, доїльне обладнання, тара для збору молока, а також частинки пилу, що знаходяться в повітрі.

Мікрофлора сирого молока є досить різноманітною й містить мікроорганізми, що можуть викликати зміну його властивостей, зокрема впливати на білки та жири, змінювати консистенцію чи забарвлення (спричиняти посиніння або почервоніння). Крім того, молоко може бути джерелом патогенних бактерій, що провокують різні інфекційні хвороби, такі як туберкульоз, бруцельоз або дизентерія, а також збудників харчових отруєнь, зокрема *Staphylococcus aureus* та *Salmonella* [14, 38].

Під час зберігання молока склад його мікрофлори, а також загальна кількість мікроорганізмів змінюються, що значною мірою залежить від температурного режиму та тривалості зберігання перед споживанням або переробкою [21].

Свіже молоко містить антимікробні речовини, такі як лактеніни та лізоцими, які протягом перших годин після доїння перешкоджають розмноженню бактерій і сприяють знищенню частини з них. Час, упродовж якого зберігається здатність молока пригнічувати розвиток мікробів, називається бактерицидною фазою [27].Температура свіжовидоєного молока становить приблизно +35°С. Якщо молоко зберігається при +30°С, бактерицидна фаза триває не більше трьох годин. При охолодженні до +10°С цей період подовжується до 20 годин, при +5°С – до 36 годин, а при 0°С – до двох діб. Щоб зберегти молоко свіжим якомога довше, його слід швидко охолодити після доїння.

Основним завданням пастеризації молока є знищення патогенних мікроорганізмів і зменшення загальної кількості сапрофітних бактерій. Ефективність цього процесу значною мірою визначається складом і кількістю мікрофлори, зокрема термостійких бактерій. Чим більше таких мікроорганізмів міститься в молоці, тим менша ефективність термічної обробки [11, 39].

Зазвичай молоко для пиття піддають пастеризації при температурі +76°С із витримкою від 15 до 20 хвилин. Після цього в ньому можуть залишатися молочнокислі стрептококи фекального походження (ентерококи). Щоб уповільнити процес скисання, пастеризоване молоко швидко охолоджують до +4…+6°С.

Термін зберігання пастеризованого молока при температурі +2…+6°С становить 36 годин. Якщо молоко зберігається довше за допустимий час, залишкова мікрофлора спричиняє появу сторонніх запахів – прогірклого, фруктового або сірководневого [28, 40].

Стерилізоване молоко слід зберігати в місці, захищеному від сонячного світла, при температурному режимі від 1 до 20 °С. Термін зберігання залежить від упаковки: у комбінованих або полімерних пакетах воно придатне до вживання до 10 діб, у пакетах «Tetra Brik Aseptic» – до 20 діб, а в пляшках – не більше 2 місяців з моменту виробництва. Для транспортування необхідно забезпечити умови, що дозволяють зберегти якість продукту. Це досягається використанням авторефрижераторів або транспортних засобів з ізотермічним кузовом. У разі перевезення відкритим транспортом ящики з молоком обов’язково повинні бути накриті брезентом або подібним захисним матеріалом [12, 41].

1.8 Вади питного молока

При порушенні технологічного процесу виробництва та недотриманні термінів зберігання в питному молоці можуть з’являтися різноманітні дефекти, зумовлені діяльністю мікрофлори. Вони поділяються на три основні групи: порушення консистенції, зміни смакових характеристик та комбіновані дефекти [42].

Порушення консистенції: згортання молока без підвищення рівня

кислотності спричиняється активністю спороутворюючих мезофільних гнилісних бактерій, зокрема представників групи *Bacillus subtilis*, а також термофільних мікроорганізмів, таких як *Bacillus circulans* та *Bacillus coagulans*. Даний дефект обумовлений впливом термостійких ферментів психрофільних бактерій, які накопичуються у сирому молоці внаслідок тривалого зберігання за низьких температур.

Кислотне згортання молока відбувається через недостатню герметичність упаковки або недотримання режиму термічної обробки. Основною причиною цього явища є розмноження термостійких та молочнокислих бактерій під час зберігання в звичайних умовах [17, 43].

Порушення смаку: гіркуватий присмак молока виникає через утворення пептонів внаслідок діяльності протеолітичних мікроорганізмів.

Прогірклий смак з’являється через активність маслянокислих бактерій, які руйнують білкові та жирові сполуки молока, сприяючи утворенню масляної кислоти [23].

Дефекти змішаного типу: одним із найбільш виражених комбінованих дефектів є так зване «бродіння молока», викликане діяльністю анаеробних газоутворюючих клостридій *Clostridium perfringens* [15].

1.9 Сири

Характеристики сиру, зокрема його смак, запах, структура та малюнок, формуються під впливом складних біохімічних процесів, у яких головну роль відіграють мікроорганізми. Важливим фактором, що визначає якість кінцевого продукту, є якість молока, особливо його мікробіологічна чистота – ступінь засміченості небажаними мікроорганізмами, які можуть негативно впливати на процеси сироваріння [7, 26].

Для виготовлення сиру здебільшого використовують пастеризоване

молоко. Процес згортання білків у ньому відбувається шляхом внесення молочнокислих бактерій та додавання сичужного ферменту.

Виробництво кожного різновиду сиру передбачає застосування специфічних технологічних прийомів і режимів, які або сприяють розвитку корисної мікрофлори, або гальмують ріст небажаних бактерій. Окрім бактерій закваски, у сирній масі можуть бути залишкові мікроорганізми пастеризованого молока, а також ті, що потрапили з навколишнього середовища. До них належать кишкові палички, гнильні та маслянокислі бактерії, дріжджові гриби [44].

У перші дні дозрівання активне розмноження молочнокислих бактерій призводить до збільшення їхньої кількості до мільярдів клітин у кожному грамі сиру. Ці мікроорганізми перетворюють молочний цукор на молочну кислоту, а деякі види також утворюють оцтову кислоту, вуглекислий газ і водень. Внаслідок накопичення кислот пригнічується ріст сторонніх бактерій. До завершення процесу дозрівання чисельність молочнокислих бактерій поступово зменшується, особливо швидко відмирають стрептококи.

Поява сирних «вічок» пов’язана з утворенням вуглекислого газу, який продукується молочнокислими та пропіоновокислими бактеріями. Однак, якщо на початкових етапах визрівання сиру починають активно розмножуватися кишкові палички, а на пізніх – маслянокислі бактерії, це може викликати небажане газоутворення (CO_2 і H_2), що спричиняє утворення тріщин, здуття та деформацію малюнка сиру [1, 11, 45].

1.10 Вплив первинної мікрофлори молока на якість сирів

У процесі виробництва сирів стандартної оцінки молока недостатньо для визначення його придатності до сироваріння. Молоко може втратити цю властивість через потрапляння в нього антимікробних речовин, зокрема

антибіотиків, мийних і дезінфекційних засобів, консервантів (наприклад, перекису водню чи формаліну). Якщо в молоці містяться інгібітори бактеріального росту, це уповільнює молочнокисле бродіння та призводить до порушення технологічного процесу виготовлення сиру. У таких умовах з'являється ризик розмноження небажаної мікрофлори, зокрема кишкової палички, маслянокислих бактерій і патогенних мікроорганізмів, таких як стафілококи. Тому молоко, призначене для сироваріння, обов'язково перевіряють на відсутність інгібіторів бактеріального росту [43].

Особливу загрозу для якості сиру становлять маслянокислі бактерії, оскільки їхні спори стійкі до пастеризації, яка застосовується в сироварінні. Основним джерелом їхнього потрапляння в молоко є силос. У високоякісному силосі концентрація спор клостридій може становити від кількох сотень до десятків тисяч на грам, тоді як у неякісному цей показник сягає десятків і сотень мільйонів. Згодом бактерії потрапляють у гній, де активно розмножуються. Таким чином, існує пряма залежність між якістю кормів для тварин, санітарними умовами під час отримання молока та ризиком появи дефектів сиру, спричинених маслянокислим бродінням. Найвища концентрація спор цих бактерій у молоці спостерігається навесні (березень-квітень), що пов'язано зі зниженням якості силосу та погіршенням санітарного стану ферм у цей період [34].

Щоб мінімізувати забруднення молока спорами маслянокислих бактерій, рекомендується впроваджувати різні профілактичні заходи. До них належать заміна силосу сіном, використання спеціальних бактеріальних заквасок під час силосування кормів. Такі закваски сприяють не лише стримуванню розвитку небажаних бактерій у силосі, а й зменшенню втрат поживних речовин, що позитивно впливає на якість молока та виробленого з нього сиру [18, 31].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Досліджувані продукти та підготовка

Інформація про молочні продукти, які обрали для дослідження, представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика досліджених молочних продуктів

Продукт	Характеристика
Свіже молоко (№ 1)	Молоко коров'яче свіже (засівання зразка здійснювали через 4 години після доїння).
Пастеризоване молоко (№ 2)	Молоко коров'яче питне пастеризоване з масовою часткою жиру 2,5 %. Примітка: 8 днів до закінчення терміну придатності.
Сир № 1	Сир твердий сичужний, нарізаний, з молока коров'ячого пастеризованого, з масовою часткою жиру не менше 44 %. Примітка: 2 місяці до закінчення терміну придатності.
Сир № 2	Сир твердий «голландський брусковий» з молока коров'ячого незбираного та знежиреного. Масова частка жиру – близько 45 %. Примітка: 3 місяці до закінчення терміну придатності.

Примітка: фабричне філе курчат-бройлерів (напівфабрикат, натуральне, охолоджене, фасоване та запаковане в захисному середовищі) досліджували за 4 дні до закінчення терміну придатності. Також було обрано матеріали у вигляді свіжої свинини та яловичини. Різні види м'яса були обрані за критерієм розповсюдженості, ціновим критерієм та популярності.

Всі контрольні зразки харчових продуктів зберігали 2 години за температури (t) 4 °С перед засіванням. Дослід проводили в 3-х кратній

повторності. Після засівання контрольних зразків, дослідні проби на 3 доби поміщали у різні частини холодильної камери (м’ясо – на середню полицю (t була 5 °С) та морозильну камеру (t = -16 °С), молоко та сир – на нижню та верхню полиці (t складала 5,5 та 4 °С, відповідно). Також один зразок кожного продукту зберігали за кімнатної температури (20 °С). На 3-ю добу проводили аналогічні дослідження, як і з контролем. Проби м’яса з морозильної камери розморожували протягом 3-х годин за кімнатної температури [1, 2].

2.2 Методи використані у роботі

Всі дослідження проводилися на основі м’ясопептонного агару. Для приготування нам знадобився наступний інвентар: електрична плита, дистильована вода, суха основа речовина-агар, скляна колба з ватно-марлевою пробкою та термозахисні рукавички. Витримуємо колбу з м'ясо-пептонним агаром у киплячій водяній бані до повного розплавлення агару, періодично помішуємо колбу з агаром для рівномірного нагрівання та швидкого результату, попередньо одягнувши рукавички. Охолоджуємо до температури 45-50 ° С і розливають у стерильні чашки Петрі шаром 4-5 мм. Після застигання м'ясо-пептонний агар підсушують при температурі (37±1) С протягом 45-60 хв. Робота проводиться із дотриманням правил асептики.

У такому вигляді м'ясо-пептонний агар можна зберігати протягом 10 діб за температури 2-8°С. М'ясо-пептонний агар забезпечує зростання штамів бактерій як відповідних колоній через 18-20 год інкубації при температурі 37°С.

Підсумкова кількість бактерій підраховувалася методом геметрично рівного розділення поля чашки Петрі на сектори (також з урахуванням щільності колоній). КУО підраховували за допомогою формули:

КУО/мл = (Кількість колоній×Коефіцієнт розведення) / Об’єм посіву (мл)

Чашковий метод підрахунку використовується для оцінки кількості наявних клітин, ґрунтуючись на їхній здатності утворювати колонії за визначених умов температури, часу та живильного середовища. Теоретично, одна життєздатна клітина може ініціювати формування колонії через процес реплікації. Однак у природних умовах клітини рідко існують окремо – найчастіше колонії виникають із скупчень клітин, що осіли разом. Додатково, чимало бактерій розмножуються у вигляді ланцюжків (наприклад, Streptococcus) або агрегатів (наприклад, Staphylococcus). Через це метод визначення мікробного числа за ДЕЯ, як правило, недооцінює реальну кількість живих клітин у зразку. Це пояснюється тим, що підрахунок колонієутворюючих одиниць (КУО) базується на припущенні, що кожна колонія розвивається з окремої життєздатної мікроорганізмової клітини [1, 2, 5, 11].

Глибинний метод засівання у мікробіології використовується для визначення кількості мікроорганізмів у рідких зразках та їх рівномірного розподілу всередині агарового середовища. Цей метод передбачає змішування досліджуваного зразка із розплавленим і охолодженим до 45-50°C агаровим середовищем, після чого суміш виливають у стерильні чашки Петрі та залишають для застигання. Під час інкубації в термостаті при оптимальній температурі для досліджуваних мікроорганізмів (зазвичай 37°C протягом 24-48 годин) мікроорганізми розмножуються як у товщі середовища, так і на його поверхні. Колонії аеробних бактерій зростають переважно ближче до поверхні, а анаеробні або факультативно-анаеробні мікроорганізми розташовуються глибше в товщі агару. Оцінка результатів включає підрахунок колоній та їх ідентифікацію за морфологічними ознаками. Глибинний метод дозволяє визначати кількість життєздатних мікроорганізмів у досліджуваному матеріалі та є особливо корисним для аналізу рідких зразків, таких як вода, молоко, фармацевтичні препарати. Основні переваги методу – рівномірний розподіл мікроорганізмів у середовищі та можливість дослідження як аеробних, так і анаеробних форм. Проте він має і недоліки,

зокрема, складність у підрахунку колоній через їхній ріст у товщі агару та можливість теплового пошкодження термочутливих мікроорганізмів під час змішування з гарячим середовищем. Цей метод широко застосовується у санітарно-гігієнічному контролі, харчовій промисловості, фармацевтиці та медичній мікробіології [2, 16].

Метод відбитків у мікробіології використовується для оцінки мікробного забруднення поверхонь, рук, одягу, обладнання або дослідження біоплівок. Він ґрунтується на перенесенні мікроорганізмів з досліджуваної поверхні безпосередньо на живильне середовище. Для цього використовують чашки Петрі з агаром або спеціальні контактні пластини з рельєфною поверхнею. Перед проведенням дослідження агарове середовище повинно бути рівним і не пересушеним. Досліджувану поверхню обережно притискають до агару на кілька секунд, уникаючи зміщення або ковзання, щоб не спотворити відбиток. Після зняття відбитка чашки інкубують у термостаті при оптимальній температурі для можливих мікроорганізмів, зазвичай 37°C протягом 24-48 годин. Після інкубації оцінюють ріст колоній за кількістю, розміром, формою та пігментацією, що дає змогу визначити рівень контамінації або ідентифікувати потенційно небезпечні патогени. Метод простий, не вимагає складного обладнання і дозволяє швидко оцінити мікробне забруднення. Однак він має обмеження, оскільки дозволяє досліджувати лише поверхневі шари мікроорганізмів і не підходить для оцінки внутрішнього мікробного забруднення матеріалів [1, 2, 3, 7].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослідження мікробіоти м’яса. З середньої частини кожної проби свіжого м’яса (куряче філе (фабричне), свинина та яловичина) стерильними ножицями і скальпелем відрізали 1 г і поміщали у стерильні бюкси. Далі вміст переносили до стерильної ступки і розтирали за допомогою товкачика. Потім додавали до гомогенату 10 мл автоклавованого фізіологічного розчину та ретельно перемішували. Після цього 0,2 мл отриманої суспензії вносили у чашку Петрі і додавали 10-12 мл розплавленого та охолодженого до 45 °С м’ясопептонного агару (далі – МПА). Обережно розподіляли суміш по дну чашки і залишали охолоджуватися. Після охолодження чашку перевертали і поміщали в термостат при температурі 37 °С на 24 години. Кількість мікроорганізмів визначали у 1 г (1 мл) досліджуваного зразка шляхом перерахунку колонієутворюючих одиниць (далі – КУО), що виросли, з урахуванням відповідного розведення та об’єму матеріалу, який засівали глибинним методом. Для мікроскопічного аналізу з середньої частини м’яса (контролю та дослідних зразків) робили мазки-відбитки з подальшим забарвленням метиленовим синім [2, 3, 4, 6].

Дослідження мікробіоти молока. Молоко розводили 1:10 та засівали по 0,2 мл/чашку (глибинним методом) з подальшим перерахуванням КУО на 1 мл [6, 7]. Всі зразки молока засівали додатково поверхневим методом без попереднього розведення (одноразовою інокуляційною петлею на 10 мкл). Цей метод використовується для висіву мікроорганізмів на щільні живильні середовища з метою підрахунку колонієутворюючих одиниць (КУО), вивчення морфології колоній або отримання чистої культури. Для проведення методу використовують стерильні чашки Петрі з відповідним агаровим середовищем, яке перед нанесенням зразка повинно бути сухим. Стерильну інокуляційну петлю ємністю 10 мкл занурюють у рідкий зразок (суспензію мікроорганізмів, біологічний матеріал, рідке живильне середовище після

культивування), після чого рівномірно розподіляють пробу по поверхні агару за допомогою петлі або спеціального шпателя. При необхідності використовують метод послідовного штрихового висіву для отримання ізольованих колоній. Чашки Петрі інкубують у термостаті при оптимальній температурі для досліджуваного мікроорганізму, зазвичай 37°C для патогенних бактерій, протягом 18-24 годин. Після інкубації підраховують кількість колоній, оцінюють їх морфологію, пігментацію, форму, розмір та, за потреби, проводять подальшу ідентифікацію методами мікроскопії, біохімічних тестів або молекулярної діагностики. Метод є простим і швидким у виконанні, не потребує серійних розведень і дозволяє отримати ізольовані колонії. Водночас він ефективний лише для зразків з помірною концентрацією мікроорганізмів, оскільки занадто густий або занадто розріджений посів може ускладнити підрахунок колоній. Також цей метод менш точний у визначенні кількості КУО порівняно з методами серійних розведень.

Мікробіоту сиру досліджували методом відбитків. Контрольний та досліджувані зразки поміщали у профламбований металевий лоток, прикладали стерильний трафарет розміром 5×5 см, вирізали профлабованим скальпелем по трафарету шматок сиру та поміщали на 3-5 секунд на поверхню МПА. Чашки інкубували разом з іншими зразками харчових продуктів протягом доби в термостаті за температури 37 °C. На наступну добу підраховували кількість колоній, що виросли на місці відбитку сиру, та проводили перерахунок на 1 $см^2$ [2, 6, 7].

Виклад основного матеріалу. Температура зберігання є ключовим чинником, який визначає характер та інтенсивність мікробіологічних процесів у харчових продуктах. Куряче філе (контроль) було найбільш збагачене на мікроорганізми (2610 КУО/г) (див. рис. 3.1, 3.2).



Рис. 3.1 – Початок етапу забарвлення відбитків з м’яса.

Наявність помірної кількості бактерій у свіжому м’ясі є нормою і не викликає занепокоєння при дотриманні належних умов подальшого зберігання. У свіжій яловичині мікроорганізмів було вдвічі менше, а свинина виявилася майже без обсіменіння – бактерій було в 4,5 раза менше ніж у курячому філе. У контрольних мазках-відбитках м’яса домінували палички та подекуди коки. В курячому філе поодиноко зустрічалися бактерії, які мали вигляд крил чайки, що характерно для морфології кампілобактерій.

При зберіганні дослідних зразків у холодильній і морозильній камерах протягом 3-х діб відбулися суттєві відмінності в кількісному та якісному складі мікроорганізмів. В холодильнику у всіх зразках бактерії почали інтенсивно розмножуватися. У курячому філе та яловичині їх стало у 15 разів більше порівняно з контролем, у свинині – у 38 разів. [2, 44].

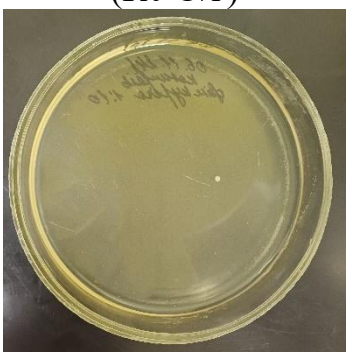
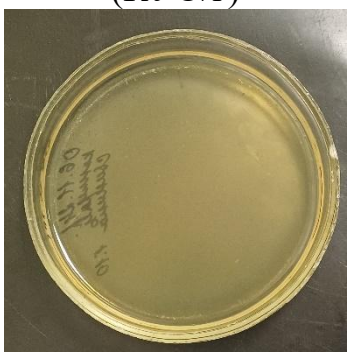
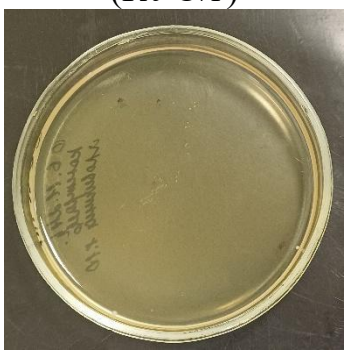
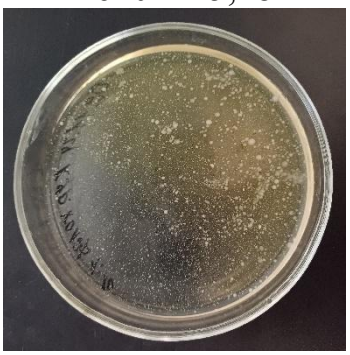
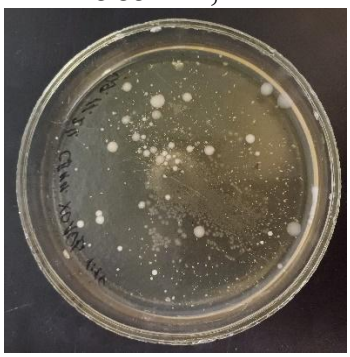
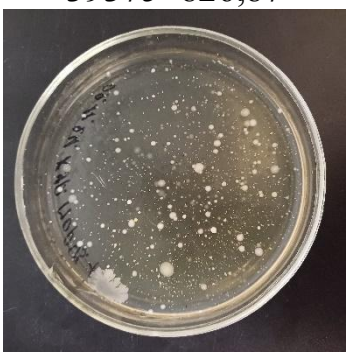
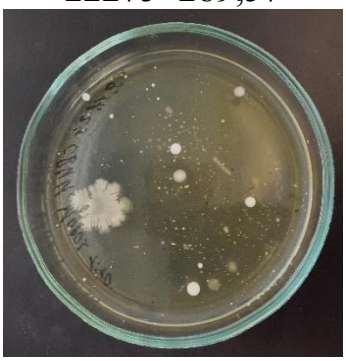
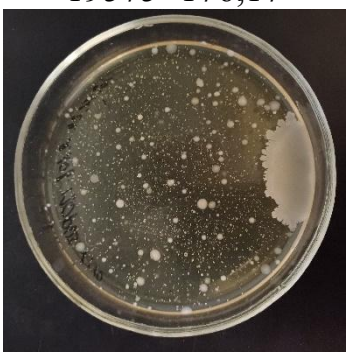
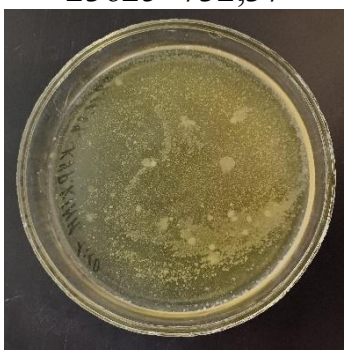
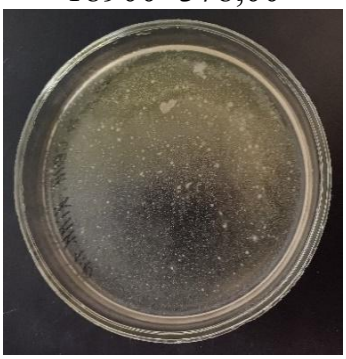
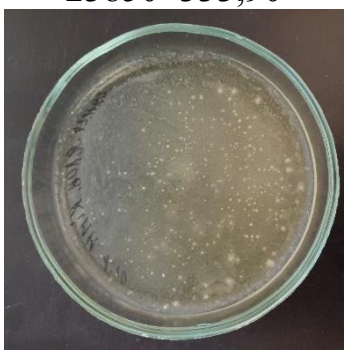
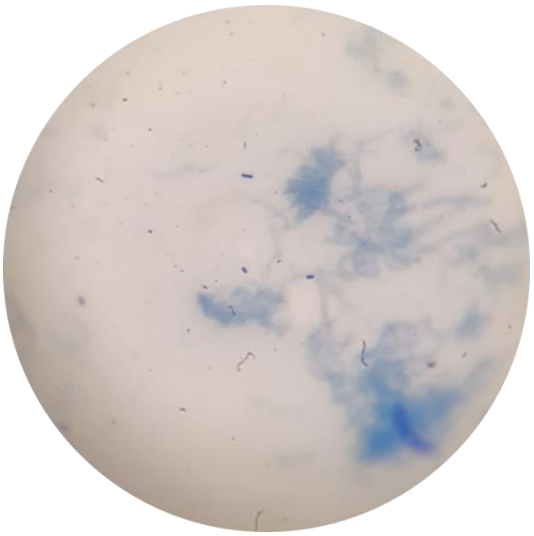
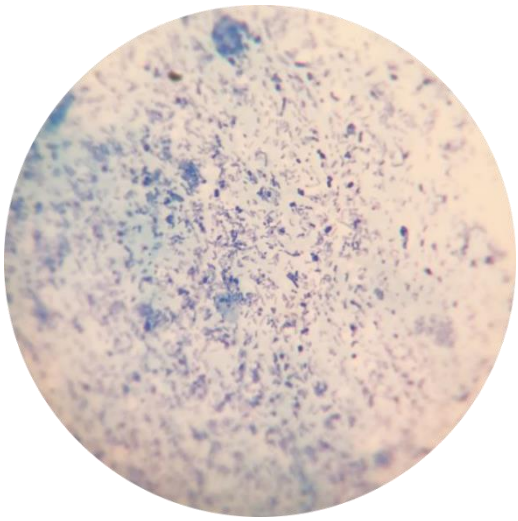
Умови зберігання	Куряче філе (КУО/г)	Свинина (КУО/г)	Яловичина (КУО/г)
Контроль (1-ша доба)			
	2610±125,28	585±11,11	1260±37,80
Холодильна камера			
	39375±826,87	22275±289,57	19575±176,17
Морозильна камера			
	23625±732,37	18900±378,00	23850±333,90
Кімнатна темп.			
	3900375±23402,25	4155525±37399,72	4043475±44478,22

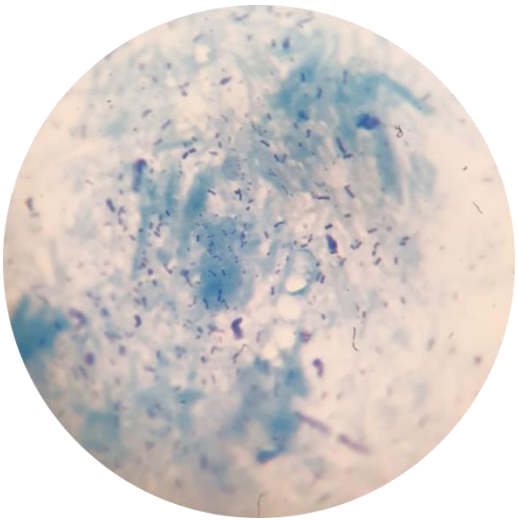
Рис. 3.2 – Вплив температури зберігання м’яса на динаміку мікробіоти



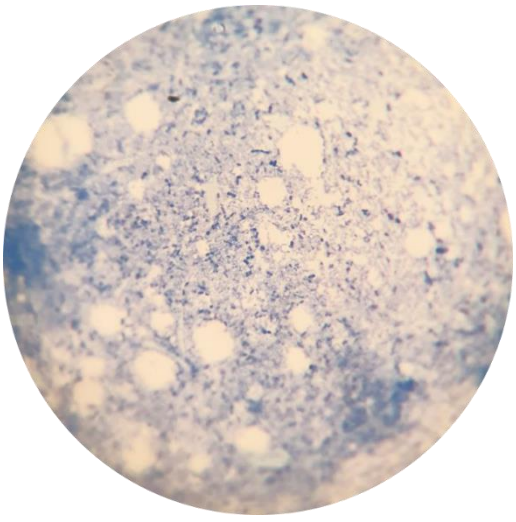
Куряче філе (контроль)



Куряче філе (холодильна камера)



Куряче філе (морозильна камера)



Куряче філе (кімнатна температура)

Рис. 3.3 – Мікробіота курячого філе (мазки-відбитки)

За кімнатної температури на 3-ю добу активно йшли процеси гниття і кількість бактерій обчислювалася млн в 1 г м’яса. При мікроскопії мазків-відбитків домінувала кокова мікробіота. Подібна тенденція інтенсифікації розмноження бактерій за різних температур була відмічена й у дослідах з молочними продуктами (див. рис. 3.3, 3.4). Свіже молоко було майже в 31 раз більш збагачене бактеріями ніж пастеризоване. За кімнатної температури свіже молоко скисало швидше, в ньому домінували лактобактерії та стрептококи, а в пастеризованому – дріжджі. На рис. 3.3 в останньому стовпчику представлені результати засівання молока поверхневим методом (КУО не підраховували) [2].

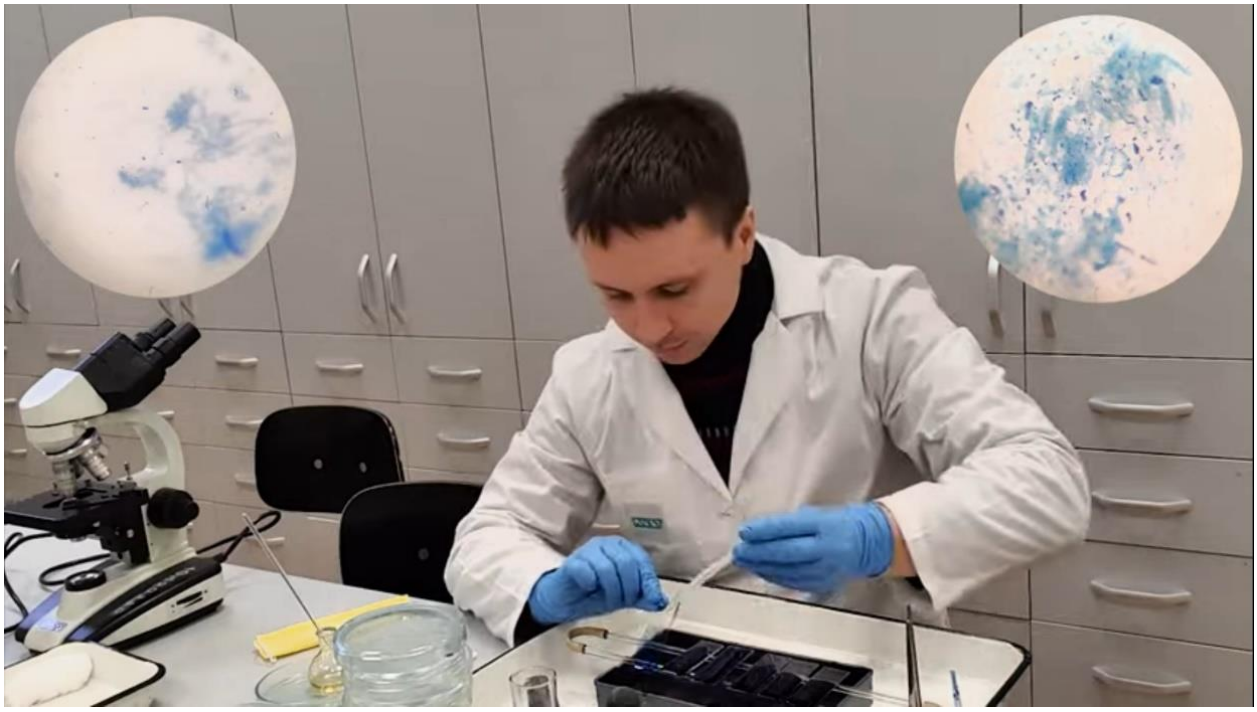


Рис. 3.4 – Забарвлення проводилося метиленовим синім

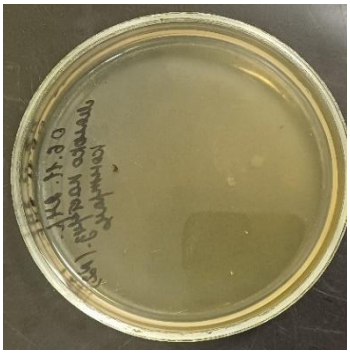
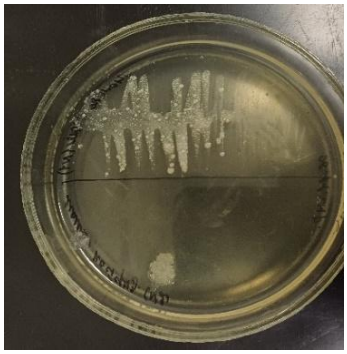
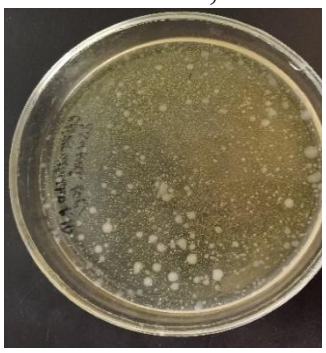
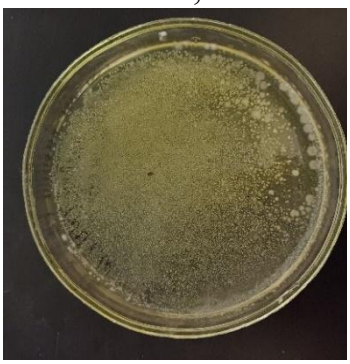
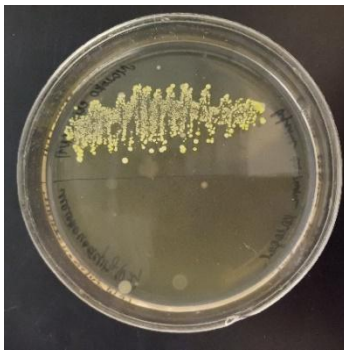
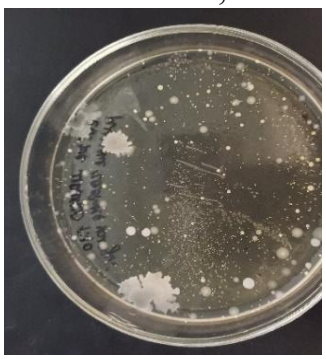
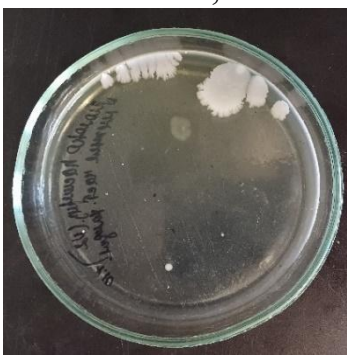
Умови зберігання	Молоко № 1 (КУО/мл)	Молоко № 2 (КУО/мл)	Молоко № 2 і № 1, відповідно
Контроль			
	9250±120,27	300±6,60	-
Кімнатна темп.			
	4732500±52057,50	4649750±13949,25	-
Холодильна камера (верх)			
	13250±212,00	2750±22,20	-
Холодильна камера (низ)			
	20500±348,50	1000±31,00	-

Рис. 3.5 – Вплив температури зберігання молока на динаміку мікробіоти

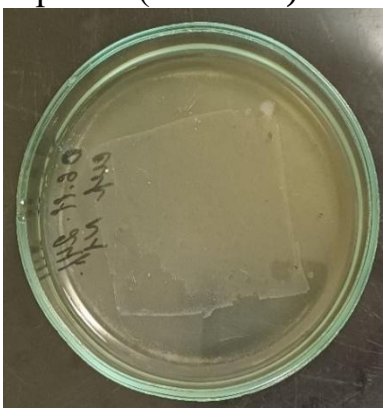
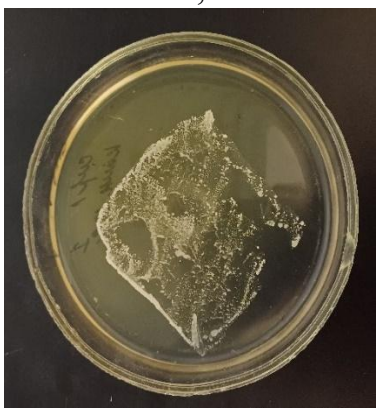
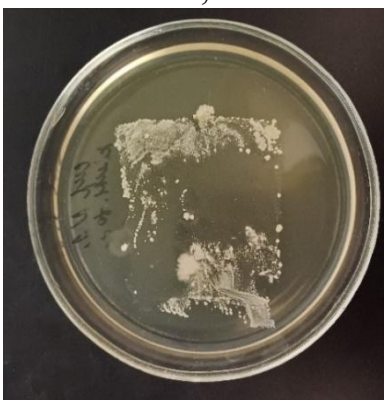
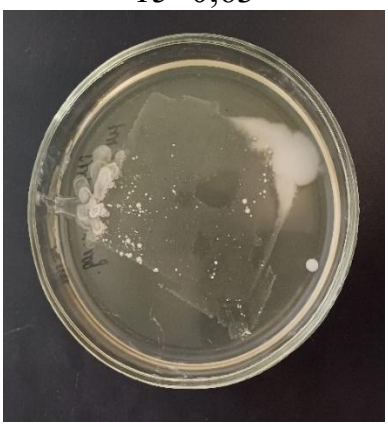
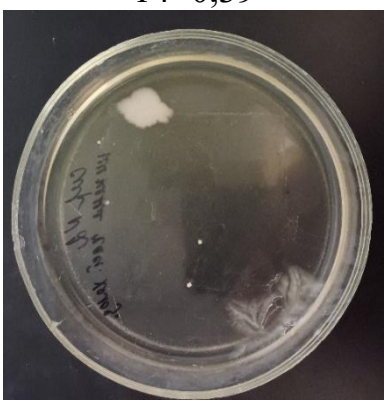
Умови зберігання	Сир № 1 (КУО/см²)	Сир № 2 (КУО/см²)
Контроль		
	6±0,12	9±0,10
Кімнатна температура		
	28±0,36	21±0,18
Холодильна камера (верх)		
	15±0,63	14±0,39
Холодильна камера (низ)		
	17±0,84	14±0,44

Рис. 3.6 – Вплив температури зберігання сиру на динаміку мікробіоти

При зберіганні свіжого молока на верхній полиці у холодильнику кількість бактерій порівняно з контролем збільшилася у 1,5 раза, а на нижній – у 2,2 раза, що вказує на нижчу температуру у верхній частині холодильника (під морозильною камерою).

При зберіганні пастеризованого молока на верхній полиці бактерій було у 9,2 раза більше порівняно з контролем, а на нижній – у 3,3 раза. У зразку, що зберігали ближче до морозильної камери, домінували палички та коки, а у 2-му зразку переважала дріжджова мікробіота, проте за органолептичними властивостями проби не відрізнялися від контролю (колір, запах, смак).

При зберіганні сиру у різних частинах холодильника протягом 3-х діб суттєвих відмінностей не було (інтенсифікація розмноження бактерій, переважно бацилярних форм, відбувалася помірно) (див. рис. 3.6). Кількість мікроорганізмів значно збільшилася порівняно з контролем при зберіганні цього молочного продукту за кімнатної температури (у 4,6 та 2,3 раза для сиру № 1 та № 2, відповідно) [2].

Ентерококи є мікроорганізмами, які поширені як у навколишньому середовищі, так і в організмах людини та тварин. Їх присутність у різних біотопах пояснюється тим, що вони складають значну частину нормальної мікрофлори кишечника. Варто зазначити, що ентерококи нерідко виявляються у продуктах тваринного походження, зокрема у сирі, м’ясних продуктах та рибі. Це пояснюється їх здатністю витримувати високі температури та виживати в умовах, несприятливих для інших бактерій. Наприклад, у Великобританії було встановлено, що зразки міських стічних вод, сільськогосподарських угідь, удобрених свинячим гноєм, та сільськогосподарських культур із цих земель у 100% випадків містили *Enterococcus*. Поширеність різних видів *Enterococcus* змінюється залежно від географічного регіону. У країнах Західної Європи, таких як Іспанія та Великобританія, домінуючими видами є *E. faecalis* та *E. faecium*, що виявляються як у клінічних, так і в екологічних зразках.

Аналіз клінічних ізолятів ентерококів показав, що їх різноманіття значно менше порівняно з ізолятами, отриманими з навколишнього середовища або організму здорової людини. Це свідчить про високу патогенність *E. faecalis*, який домінує серед клінічних штамів. Причина цього явища, ймовірно, пов'язана з його факторами вірулентності, що забезпечують здатність колонізувати та інфікувати організм людини [17, 34].

Підтвердженням цієї гіпотези є результати досліджень у Данії, які показали, що серед госпіталізованих пацієнтів *E. faecalis* виділяється у 57% випадків, тоді як серед здорових людей його частота становить лише 39-40%. Очевидно, що лікарняне середовище створює сприятливі умови для поширення цих бактерій, що пояснює вищу частоту ентерококових інфекцій у пацієнтів. У звіті Міністерства охорони здоров'я Великобританії наголошується, що ентерококи здатні виживати у лікарняному середовищі протягом тривалого часу, забруднюючи поверхні та предмети навколо пацієнтів.

Таким чином, екологія та поширеність ентерококів свідчать про їхню адаптивність до різних середовищ, включаючи організм людини, продукти харчування та лікарняне середовище. Це робить їх потенційно небезпечними збудниками, що можуть бути причиною як госпітальних інфекцій, так і стоматологічних ускладнень.

На основі проведених досліджень можна окреслити ряд напрямів, які доцільно врахувати при подальшому поглибленні експериментальної частини. Їх реалізація дозволить отримати більш повну та комплексну оцінку впливу температури зберігання на мікробіоту харчових продуктів. Передусім доцільно простежити зміни кількісного та якісного складу мікроорганізмів на пізніших етапах зберігання, наприклад, на 5-ту або 7-му добу, що дасть змогу зафіксувати фазу стабілізації чи загострення мікробного росту та точніше визначити граничні терміни безпечного споживання. Варто також розширити дослідження за рахунок ідентифікації виявлених мікроорганізмів за морфологічними або біохімічними ознаками, зокрема методом Грам-

фарбування чи за допомогою автоматизованих систем. Це дозволить з’ясувати, які саме групи – психрофіли, мезофіли, патогени чи сапрофіти – домінують за певних температурних режимів. Крім того, доцільно оцінити вплив типу упаковки (вакуумної, плівкової, відкритої) на динаміку мікробіоти, оскільки доступ кисню суттєво змінює умови росту аеробних і анаеробних мікроорганізмів. Поряд із мікробіологічним аналізом доцільно також проводити оцінку органолептичних характеристик (запаху, кольору, консистенції), що дозволить простежити кореляцію між зростанням мікробного обсіменіння та появою ознак псування. Розширення асортименту досліджуваних продуктів – наприклад, включення кисломолочних виробів, ковбас чи риби – дозволить порівняти температурну чутливість різних харчових матриць. Перспективним напрямом є також дослідження ефектів повторного охолодження після розморожування, що дозволяє змоделювати порушення холодового ланцюга під час транспортування або зберігання у побутових умовах. Нарешті, для підвищення точності підрахунку колонієутворюючих одиниць доцільно застосовувати додаткові методи, зокрема серійне розведення або мембранну фільтрацію. Реалізація зазначених підходів у подальших дослідженнях дозволить поглибити висновки щодо впливу температури на мікробіоту продуктів та зробити їх ще більш практично значущими [2, 11, 29].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Питання організації охорони праці та безпека у лабораторії

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях у мікробіологічних лабораторіях є надзвичайно важливими аспектами, які забезпечують збереження здоров'я працівників та мінімізацію ризиків, пов’язаних із роботою з мікроорганізмами, хімічними реактивами та спеціалізованим обладнанням. Дотримання норм безпеки сприяє зниженню рівня виробничого травматизму, запобіганню професійним захворюванням і підвищенню загальної ефективності роботи. Основними потенційними небезпеками в мікробіологічній лабораторії є біологічна, хімічна та фізична небезпеки. Біологічна небезпека виникає через ризик зараження працівників патогенними мікроорганізмами, які можуть викликати захворювання різного ступеня тяжкості. Робота з бактеріями, вірусами, грибами та іншими біологічними агентами вимагає суворого дотримання правил стерильності, використання засобів індивідуального захисту, таких як рукавички, халати, маски, захисні окуляри, а також робота в ламінарних шафах для обмеження поширення мікроорганізмів. Хімічна небезпека пов’язана з використанням хімічних реактивів, барвників, консервантів та антисептиків, які можуть спричиняти отруєння, опіки чи алергічні реакції. Важливо зберігати хімічні речовини відповідно до вимог безпеки, працювати з ними у витяжних шафах, дотримуватись інструкцій щодо дозування та уникати контакту з небезпечними сполуками. Фізична небезпека пов’язана з роботою з лабораторним обладнанням, зокрема автоклавами, центрифугами, мікроскопами та інкубаторами, що може призвести до механічних травм, опіків або ураження електричним струмом. Необхідно регулярно перевіряти справність обладнання, проходити навчання з його експлуатації та дотримуватися правил безпечного користування [19, 28].

У мікробіологічній лабораторії важливим аспектом є правильна

організація робочого простору. Робочі поверхні повинні бути чистими, легко дезінфікуватися та мати необхідне маркування для розмежування зон роботи з різними класами небезпечності мікроорганізмів. Усі матеріали та зразки необхідно зберігати відповідно до встановлених норм, а відходи утилізувати згідно з санітарними вимогами. Вентиляція в лабораторії повинна відповідати стандартам безпеки, забезпечуючи ефективний повітрообмін для зниження концентрації потенційно небезпечних аерозолів та випарів. Окрему увагу слід приділяти забезпеченню працівників необхідними засобами індивідуального захисту, такими як спеціальний лабораторний одяг, респіратори, захисні окуляри та рукавички, які повинні регулярно змінюватися та утилізуватися відповідно до вимог безпеки [41].

Для зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій персонал повинен проходити регулярні інструктажі з охорони праці, тренування щодо роботи з небезпечними біологічними матеріалами, а також навчання щодо дій у разі виникнення аварійних ситуацій. До таких ситуацій можна віднести розлив небезпечних біологічних речовин, аварійне відключення електроенергії, займання або витік небезпечних газів. У разі аварії необхідно діяти згідно з протоколами ліквідації наслідків, які передбачають застосування спеціальних дезінфікуючих засобів, евакуацію персоналу у разі загрози життю та своєчасне надання першої допомоги постраждалим.

Особлива увага приділяється роботі з патогенними мікроорганізмами високого рівня небезпеки, які можуть викликати важкі інфекційні захворювання. Для таких досліджень використовуються спеціальні біозахисні бокси, автоклави для стерилізації відходів та спеціальні контейнери для зберігання небезпечних зразків. Важливим етапом у забезпеченні безпеки є контроль за системою вентиляції, адже правильний повітрообмін сприяє зменшенню концентрації потенційно небезпечних аерозолів та запобігає їх поширенню за межі лабораторії. Також необхідно мати аварійні комплекти для надання першої допомоги та чіткі інструкції щодо їх використання [13, 19].

Крім того, усі працівники лабораторії повинні бути ознайомлені з

основами пожежної безпеки, оскільки в лабораторіях можуть використовуватися горючі речовини та відкритий вогонь. У приміщенні повинні бути вогнегасники, засоби пожежогасіння та плани евакуації, які повинні періодично перевірятися. У разі пожежі працівники повинні негайно повідомити відповідальні служби, вимкнути електроприлади та, за можливості, обмежити доступ кисню до осередку займання.

Одним із ключових заходів безпеки є правильне поводження з відходами. Лабораторні відходи, особливо біологічного походження, повинні проходити спеціальну обробку перед утилізацією. Відпрацьовані біологічні зразки підлягають стерилізації в автоклавах або знешкодженню за допомогою хімічних дезінфікуючих засобів. Усі відходи повинні зберігатися у спеціальних контейнерах із відповідним маркуванням та утилізуватися відповідно до вимог санітарних норм [13, 37].

Загалом, дотримання правил охорони праці та безпеки в умовах мікробіологічної лабораторії є обов’язковою умовою запобігання професійним захворюванням і забезпечення збереження здоров'я працівників.

4.2 Техніка безпеки роботи за компьютером

Техніка безпеки роботи за комп’ютером є важливою складовою охорони праці, оскільки тривала робота з електронними пристроями може негативно впливати на здоров’я користувача. Основними ризиками є перевтома очей, порушення зору, біль у спині та шиї, синдром зап’ястного каналу, психоемоційне напруження та вплив електромагнітного випромінювання. Для запобігання негативним наслідкам необхідно дотримуватися основних правил безпеки та організації робочого місця [34, 45].

Оптимальне розташування комп’ютера передбачає правильне встановлення монітора на відстані 50-70 см від очей, при цьому верхній край

екрана повинен бути на рівні або трохи нижче рівня очей. Це допомагає зменшити навантаження на м’язи шиї та запобігти розвитку міопії. Освітлення повинно бути рівномірним, без відблисків на екрані, найкраще використовувати природне світло у поєднанні з додатковими джерелами розсіяного освітлення [22, 31].

Важливим фактором є ергономіка робочого місця. Стіл повинен бути достатньої висоти, щоб руки знаходилися в природному положенні при роботі з клавіатурою. Крісла повинні мати регульовану висоту, підтримку спини та підлокітники для розвантаження рук. Стопи бажано розміщувати на підлозі або на спеціальній підставці, що знижує напругу в ногах.

Правильне положення тіла під час роботи з комп’ютером запобігає розвитку захворювань опорно-рухового апарату. Спина має залишатися рівною, плечі розслабленими, а руки – розташованими під природним кутом у ліктях. Долоні повинні бути вільними, не напруженими, а клавіатура – розташована так, щоб уникати перенапруження зап’ясть. Використання підставки для кистей допомагає знизити ризик розвитку синдрому зап’ястного каналу [31, 44].

Для профілактики загальної втоми рекомендується робити короткі перерви кожні 40-60 хвилин, під час яких виконувати прості фізичні вправи, змінювати положення тіла та розминати м’язи. Також слід підтримувати правильний режим праці та відпочинку, забезпечуючи достатній рівень фізичної активності протягом дня.

Щодо електромагнітного випромінювання, рекомендується уникати тривалого контакту з екранами, дотримуватися безпечної відстані та використовувати захисні фільтри для зменшення навантаження на очі. Дотримання правил техніки безпеки під час роботи за комп’ютером сприяє збереженню здоров’я, підвищенню працездатності та зниженню ризику професійних захворювань, що є особливо важливим у тривалій науково-дослідній діяльності [11, 35].

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволяє зробити низку важливих висновків щодо впливу температурних умов зберігання на кількісний та якісний склад мікробіоти у молоці, м’ясі та сирі.

1. Вплив температури на мікробіоту молока

Під час зберігання свіжого молока у холодильнику на верхній полиці кількість бактерій зросла у 1,5 раза, а на нижній – у 2,2 раза. Це свідчить про нижчу температуру у верхній частині холодильника, що сповільнює ріст мікроорганізмів.

У випадку пастеризованого молока кількість бактерій на верхній полиці була у 9,2 раза більшою за контроль, а на нижній – у 3,3 раза. Така різниця пояснюється тим, що в пастеризованому молоці відсутня конкурентна мікрофлора, що сприяє розвитку дріжджової мікробіоти. За кімнатної температури свіже молоко скисало швидше, при цьому домінували лактобактерії та стрептококи, а в пастеризованому – дріжджі. Свіже молоко містило у 31 раз більше бактерій, ніж пастеризоване.

2. Особливості розвитку мікробіоти в сирі

Протягом триденного зберігання у холодильнику значних відмінностей у рості мікроорганізмів не виявлено, зростання бацилярної мікробіоти було помірним. В умовах кімнатної температури кількість мікроорганізмів у сирі значно зросла – у 4,6 раза для одного зразка та у 2,3 раза для іншого. Це свідчить про сприятливе середовище для бактерій за відсутності охолодження.

3. Мікробіологічні процеси у м’ясі

У свіжій яловичині бактерій було вдвічі менше, ніж у курячому філе, тоді як свинина містила у 4,5 раза менше мікроорганізмів порівняно з курятиною. При кімнатній температурі вже на третю добу розпочалися активні процеси гниття, а кількість бактерій у м’ясі досягала мільйонів КУО на грам. У мазках-відбитках переважала кокова мікробіота. У курячому філе

поодиноко зустрічалися бактерії, що за морфологією відповідали кампілобактерам.

4. Вплив умов зберігання на м’ясо

При зберіганні у холодильнику кількість бактерій у курячому філе та яловичині зросла у 15 разів, у свинині – у 38 разів. У морозильній камері кількість бактерій у курячому філе та свинині була майже вдвічі меншою порівняно зі зразками з холодильника, проте у яловичині їх стало у 1,2 раза більше. Зростання кількості мікроорганізмів у заморожених продуктах можна пояснити тим, що всі зразки перед аналізом перебували у лабораторії близько 1 години, а також тим, що розморожування сприяє активізації бактерій.

5. Рекомендації щодо безпечного зберігання продуктів

Охолодження уповільнює, але не зупиняє ріст бактерій, тому молочні продукти та м’ясо слід зберігати якомога ближче до морозильної камери. Пастеризоване молоко схильне до швидшого заселення дріжджовими мікроорганізмами, тому його слід зберігати у найхолоднішій частині холодильника. Заморожування не знищує мікроорганізмів, а лише пригнічує їхню активність. Неправильне розморожування може призвести до різкого збільшення бактеріального обсіменіння. Безпечне розморожування слід проводити у холодній воді, щоб мінімізувати ріст патогенних мікроорганізмів.

Таким чином, дослідження підтвердило, що температурні умови відіграють ключову роль у регуляції росту мікроорганізмів у харчових продуктах. Дотримання належного режиму зберігання є критично важливим для запобігання псуванню продуктів та зменшення ризику харчових отруєнь.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Wang H., Kong B., Chen Q. Meat and Meat Products: Explorations of Microbiota, Flavor, and Quality. Foods. 2024. Vol. 13, No 23. ID 3900. DOI: https://doi.org/10.3390/foods13233900

2. Крупєй К.С., Рильський О.Ф., Семененко Т.Д. Вплив температури зберігання харчових продуктів на динаміку мікробіоти. Науково-практичний журнал «Екологічні науки» (Запоріжжя, 2025 р., №57)

3. Usachova O.V., Vorobiova N.V., Silina E.A., Matvieieva T.B. The role of carbohydrate malabsorption syndrome in the pathogenesis of rotavirus diarrhea (a literature review). Zaporozhye Medical Journal. 2024. Vol. 26, No 4. P. 325-330. DOI: https://doi.org/10.14739/2310-1210.2024.4.302524

4. Zhao, S. et al. (2022). Dynamic changes of bacterial communities and microbial network during storage of ready-to-eat chicken under different temperatures. International Journal of Food Microbiology.

5. Li, X. et al. (2021). Effects of storage temperature on bacterial communities in raw meat products.

6. Sun, Y. et al. (2024). Predictive shelf-life modeling of RTE salad under dynamic temperature conditions.

7. Tsakanikas, P. et al. (2019). Assessment of microbial contamination in ready-to-eat green salads using non-invasive sensors at 4, 8 і 12 °C. Postharvest Biology and Technology.

8. Tong, Y. et al. (2023). Metagenomic shifts in refrigerated pasteurized milk: Microbacterium, Actinomycetia, Micrococcus correlation

9. Roesch, L. et al. (2015). Effect of faecal sample storage at 4 °C і 20–25 °C on microbial composition vs –80 °C. Scientific Reports.

10. Wadsö, L. & Galindo-Rocculi, L. (2009). Isothermal microcalorimetry for monitoring microbial spoilage in fruits/овочах під час зберігання.

11. Про затвердження Правил передзабійного ветеринарного огляду

тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м’яса та м’ясних продуктів : Наказ Міністерства аграрної політики України від 07.06.2002 р. № 28 (зі змінами).

12. Котелевич, В. А., Гуральська, С. В., Гончаренко, В. В. Актуальні проблеми якості та безпечності харчових продуктів в контексті продовольчої безпеки в Україні. Scientific Progress & Innovations, 2023. 26(1), 72-80.

13. Левченко, М. В. Вплив температурного режиму охолодження на тривалість зберігання м’ясної сировини. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Технічні науки. 2023.

14. Якубчак, О. М. та ін. Мікробіологічні показники яловичини залежно від режимів і термінів заморожування. *Problems of zooengineering and veterinary medicine*. 2016.

15. Priss, O. et al. Вплив абіотичних факторів на інтенсивність дихання плодово-овочевих культур під час зберігання. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023.

16. Kepko, V. et al. (). The effect of storage temperature on the quality of avocado fruits from different climatic zones. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2023.

17. Дубініна, А. А. et al. Вплив термінів зберігання на мікробіоту та мікобіоту філосфери плодів томатів. Харківський державний університет харчування та торгівлі. 2019.

18. ДСТУ 8381:2015. М’ясо та м’ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень. На заміну ГОСТ 21237-75 ; чинний від 2015-08-21. Вид. офіц. Київ : Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук (ІПР НААН), 2015. 49 с.

19. Temperature and Time Requirements for Food. Controlling growth of foodborne pathogens. Minnesota Department of Health & Minnesota Department of Agriculture.

20. Jing, F. et al. (2022). Effects of storage temperature on microbiota shifts in raw milk biofilm developed on stainless steel. *International Journal of Food Microbiology*.

21. Rossi, L. et al. (2023). The impact of milk storage temperatures on cheese quality and microbial communities at dairy processing plant scale. *Journal of Dairy Science.*

22. Smith, A. et al. (2020). Effect of abattoir, livestock species and storage temperature on bacterial community dynamics of vacuum-packaged red meat. Meat Science.

23. Leonard, S. R. et al. (2021). Seasonality, shelf life and storage atmosphere are main drivers of the microbiome of post-harvest lettuce at 6 °C та 24 °C. Environmental Microbiome.

24. Novak, E. et al. (2024). Effect of the Storage Conditions on the Microbiological Quality in Fruit Mousses for Infants. Applied Sciences.

25. Jaramillo-Jaramillo, A. S. et al. (2024). Effects of storage conditions on the microbiota of fecal samples from dairy cattle. PLOS ONE.

26. Tsakanikas, P. et al. (2019). Unified spectra analysis for microbial contamination in salads при 4, 8, 12 °C і динамічному зберіганні. arXiv. (деталі з розділу: Методика нелінійних сенсорних моделей для прогнозу псування)

27. 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.

28. 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.

29. Пількевич Н. Б., Боярчук О.Д. Мікробіологія харчових продуктів

навчальний посібник для студентів ВНЗ. Луганськ, 2008, 55 с.

30. Solovieva A. V., Zhukova Y. A., Strelnikov L. S., Kalyuzhnaya O. S. Development of composition and technology of new functional foods - koumiss, thane, ayran Topical issues of new drugs development: International Scientific And Practical Conference Of Young Scientists And Student, 21 april, 2016. Kh.: Publishing OfficeNUPh, 2016. P. 373 – 374.

31. Новгородська Н. В. Вплив паратипових факторів на термостійкістьмолока. Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології» ВНАУ. 2019. В. 3 (106). С. 138-146.

32. Кочубей – Литвиненко О.В., Ющенко Н.М.Технологія отримання та первинного оброблення молока: підруч. К.: НУХТ, 2013. С. 211.

33. Kalyuzhna O.S. Development of the laboratory technology of the functionalfood koumiss. Pharmaceutical review. 2015. Vol. 34, №2. P. 17–21.

34. Clarke, S. et al. Cold exposure, gut microbiota and health implications: A narrative review. Science of the Total Environment, 916, 170060. Температурний стрес (холод) порушує α-різноманітність і метаболіти мікробіоти; хоча не про продукти, суттєво для розуміння температурних ефектів. 2024.

35. Poulsen, C. S. et al. (2021). Standard Sample Storage Conditions Have an Impact on Inferred Microbiome Composition and Antimicrobial Resistance Patterns. Microbiology Spectrum.

36. Hindle, F. et al. (2024). Monitoring of food spoilage by high resolution THz analysis. arXiv.

37. Якубчак О.М., Хоменко В.І., Мельничук С.Д., Кравців Р.Й., Микитюк П.В., Козак М.В., Олійник Л.В. Ветеринарно санітарна - експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва: підручник. Київ, 2005. С. 800 .

38. Грегірчак Н.М., Тетеріна С.М., Нечипор Т.М. Мікробіологія, санітарія і гігієна виробництв з основами НАССР: навч. посібн. К.: НУХТ, 2018. С. 274.

39. ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров’яче питне. Загальні технічні умови». Вид. офіц. Київ, 2011. 12 с. (Інформація та документація).

40. ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров’яче. Технічні умови». Вид.офіц. Київ, 2019. 16 с. (Інформація та документація).

41. Капрельянц Л.В., Пилипенко Л.М., Єгорова А.В. Мікробіологія харчових виробництв. Навчальний посібник. Херсон: ФОПГ рінь Д.С., 2016. С. 468

42. Фишер, Кэти; Филлипс, Кэрол (2009). Микробиология. 654 ст

43. Джеймс М. Джей, Мартін Дж. Льоснер, Девід А. Гольден; «Сучасна харчова мікробіологія», 2014 р., 427 стор.