

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

07.01 – КМР. 1822 “С” 2022.07.12. 090 ПЗ

НУБІП України

БОНДАРЕНКО ОЛЕКСІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

НУБІП України

УДК 636.521:636.2

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан факультету тваринництва та водних біоресурсів  
Кононенко Р.В.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

Завідувач кафедри біології тварин  
Сахачкий М.І.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Розвиток мікробіоти преміальних яловичих стейків сухої витримки»

НУБІП України

Спеціальність 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»  
(код і назва)

НУБІП України

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми  
д. с.-г. н., професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

А.В. Лихач  
(підпис) (ПІБ)

НУБІП України

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи  
к. с.-г. н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

Ю.В. Осадча  
(підпис) (ПІБ)

Виконав  
Бондаренко Олексій Анатолійович  
(підпис) (ПІБ студента)

НУБІП України

КІЇВ – 2023

НУБІП України



## Реферат

М'ясо здорової тварини у процесі післязабійного оброблення туш контамується мікроорганізмами різних видів, подальший розвиток яких залежить від умов зберігання відрубів. Роль різних видів бактерій у процесах псування м'яса добре досліджена, однак дискусійним залишається питання щодо впливу мікробіоти на якість і ефективність процесу дозрівання яловичини. Мікробіота витриманого м'яса може містити молочнокислі, мезофільні та психротрофні бактерії, присутність яких у великих кількостях спричиняє брак яловичих стейків і призводить до економічних збитків. Тому актуальним є дослідження динаміки розвитку мікробіоти преміальних яловичих стейків сухої витримки. Для цього проведено комплекс досліджень з вивчення кількісного і якісного складу мікрофлори яловичих туш, відрубів та стейків з яловичини, а також ліполітичної та протеолітичної активності виділених психротрофних мікроорганізмів у процесі їх сухої витримки яловичини. Об'єктом досліджень були яловичі відруби та преміальні яловичі стейки сухої витримки, а саме стейк «Ті-Боун» (*T-Bone*) сухої витримки 21+ день.

Результати досліджень показали, що психротрофні мікроорганізми охолодженої яловичини у процесі сухого дозрівання становлять основну домінуючу мікрофлору, а це, в свою чергу, вказує на головну роль даної групи мікробіоти у виникненні мікробіологічних вад яловичини загалом та стейків, як кінцевого продовольчого продукту, зокрема. Група психротрофних мікроорганізмів, виявлених на поверхні остиглих яловичих відрубів (1 доба) була в 12,4 рази меншою порівняно з групою КМАФАнМ. Однак, через активніші темпи розмноження за даної температури кількість психротрофних мікроорганізмів на 14 добу сухої витримки була вже більшою в 1,7 рази ( $p < 0,05$ ).

Під час постановки відрубів на суху витримку, найбільш активними щодо ліполізу і протеолізу виявились такі психротрофні роди бактерій, як *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибова мікрофлора. Ці мікроорганізми продукували, в середньому в 60–70 % випадків ліполітичні і протеолітичні ферменти. Найменш ліполітично і протеолітично активні

виявилися бактерії родів *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП, які продукували 22,6–35,1 % випадків вище згадуванні ферменти. Так, кількість культур, які проявляють ліполітичні і протеолітичні властивості серед бактерій родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибів, практично в 2 рази більша, ніж у бактерій *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП. Найбільш ліполітично та протеолітично активні роди *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та гриби проявляли ліполітичні та протеолітичні властивості в 88,5–96,4 % випадків.

Доведено, що збільшення кількості виділених ліполітично і протеолітично активних культур із яловичих відрубів упродовж їх сухої витримки (до 21 доби), вказує на те, що за цих умов психротрофи не припиняють свого розвитку, але адаптують свій метаболізм до нових умов середовища – багатих на жир і білок. Внаслідок цього більша кількість культур психротрофної мікрофлори, яка виділена з охолодженої і примороженої яловичини продукують ліполітичні та протеолітичні ферменти.

Доведено, що суха витримка яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» з початковим умістом МАФАНМ в межах  $7,0-8,0 \times 10^4$  КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні та психротрофних бактерій  $5,0-7,0 \times 10^3$  КУО/см<sup>3</sup> за температури  $3,0 \pm 0,2$  °С можлива лише упродовж 14 діб, надалі мікробіологічні показники перевищують допустимі нормативи і відруби яловичини є небезпечними для використання. Тому під час застосування технології сухого дозрівання яловичих відрубів за температури 3,0 °С необхідно, в першу чергу, досягати зниження початкового обсіменіння туш мікроорганізмами, особливо бактерій родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибів, за рахунок покращення ветеринарно-санітарних умов заготівлі м'яса в м'ясопереробних підприємствах.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	4
<b>РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ</b>	14
1.1. Види витримки м'яса та їх вплив на його якість	14
1.2. Біохімічні процеси в м'язовій тканині у процесі дозрівання стейків	25
1.3. Технологічні та мікробіологічні фактори, які впливають на перебіг процесу дозрівання та якість яловичих стейків	30
<b>РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	39
2.1. Матеріали досліджень	39
2.2. Методика досліджень	41
<b>РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ</b>	45
3.1. Рівень контамінації яловичини під час технологічного циклу забою та переробки	45
3.2. Характеристика кількісних змін мікрофлори яловичих стейків «Ті-Боун» сухої витримки	49
3.3. Дослідження ліполітичних і протеолітичних властивостей психротрофних мікроорганізмів виділених з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун»	55
<b>РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ</b>	60
<b>ВИСНОВКИ</b>	64
<b>ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	66
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	67

## ВСТУП

**Актуальність теми.** М'ясо є основним продуктом харчування людини, оскільки містить 55 білків з високою біологічною цінністю, ліпиди, мікроелементи – залізо та цинк, а також вітамін В<sub>12</sub> [128]. Такий високий вміст поживних речовин у поєднанні з впливом факторів навколишнього середовища – температури, атмосферного кисню, ендогенних ферментів, вологи та світла робить м'ясо чудовим субстратом для росту та розмноження численних видів мікроорганізмів [29, 118].

М'ясо здорової тварини у процесі післязайного оброблення туш контамінується мікроорганізмами різних видів, подальший розвиток яких залежить від умов зберігання відрубів [111, 114]. Роль різних видів бактерій у процесах псування м'яса добре досліджена [130], однак дискусійним залишається питання щодо впливу мікробіоти на якість і ефективність процесу дозрівання яловичини [111]. Мікробіота витриманого м'яса може містити молочнокислі, мезофільні та психротрофні бактерії, присутність яких у великих кількостях спричиняє брак яловичих стейків і призводить до економічних збитків [126].

На ніжність, соковитість, смак та аромат яловичих стейків впливають порода великої рогатої худоби, вік тварин, тип корму, а також тривалість та умови дозрівання відрубів [79]. Окрім властивостей зберігання м'яса, процес дозрівання також покращує сенсорні властивості стейків, що робить його предметом багатьох досліджень протягом останніх десятиліть [117]. Такі фактори, як температура, відносна вологість повітря, вплив примусового руху повітря, тривалість дозрівання, а також видовий та кількісний склад мікроорганізмів, присутніх на поверхні відрубів, впливають на процес дозрівання та визначають якість кінцевого продукту [90]. Тому актуальним є дослідження динаміки розвитку мікробіоти преміальних яловичих стейків сухої витримки.

**Мета і завдання роботи.** Метою роботи було дослідження динаміки розвитку мікробіоти преміальних яловичих стейків сухої витримки.

Для досягнення поставленої мети ставилися наступні завдання:

– дослідити рівень контамінації яловичини під час технологічного циклу забою та переробки;

– вивчити динаміку розвитку мікробіоти стейку «Ті-Боун» у процесі сухої витримки;

– з'ясувати ліполітичні властивості психротрофних мікроорганізмів виділених з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун»;

– з'ясувати протеолітичні властивості психротрофних мікроорганізмів виділених з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун».

*Предметом досліджень* були яловичі туші та яловичі відруби стейку «Ті-Боун».

*Об'єктом досліджень* були мікробіологічні показники (рівень контамінації яловичини, кількісні зміни мікрофлори яловичих стейків «Ті-Боун»

у процесі сухої витримки), фізіологічні параметри (ліполітичні та протеолітичні властивості психротрофних мікроорганізмів виділених з яловичих відрубів).

*Методи дослідження:* мікробіологічні – визначення рівня контамінації яловичих туш, динаміки розвитку мікробіоти на яловичих відрубках у процесі їх

сухого дозрівання; *фізіологічні* – вивчення ліполітичних та протеолітичних властивостей психротрофних мікроорганізмів виділених з яловичих відрубів;

*аналітичні* – огляд літератури, узагальнення результатів досліджень; *біометричні* – визначення середніх арифметичних значень, їх похибок,

достовірності різниці між середніми арифметичними двох вибірок.

**Теоретична цінність отриманих результатів.** Встановлено, що

психротрофні мікроорганізми охолодженої яловичини у процесі сухого дозрівання становлять основну домінуючу мікрофлору, а це, в свою чергу, вказує

на головну роль даної групи мікробіоти у виникненні мікробіологічних вад яловичини загалом та стейків, як кінцевого продовольчого продукту, зокрема.

Група психротрофних мікроорганізмів, виявлених на поверхні остиглих яловичих відрубів (1 доба) була в 12,4 рази меншою порівняно з групою КМАФАнМ. Однак, через активніший темп розмноження за даної температури

кількість психротрофних мікроорганізмів на 14 добу сухої витримки була вже більшою в 1,7 рази ( $p < 0,05$ ).

Виявлено, що під час постановки відрубів на суху витримку, найбільш активні щодо ліполізу і протеолізу – це такі психротрофні роди бактерій, як *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибова мікрофлора. Ці мікроорганізми продукували, в середньому в 60–70 % випадків ліполітичні і протеолітичні ферменти. Найменш ліполітично і протеолітично активні виявилися бактерії родів *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП, які продукували 22,6–35,1 % випадків вище згадуванні ферменти. Також дані дослідження виявили, що ліполітична і протеолітична активність у психротрофних мікроорганізмів корелює між собою.

Доведено, що збільшення кількості виділених ліполітично і протеолітично активних культур із яловичих відрубів упродовж їх сухої витримки (до 21 доби), вказує на те, що за цих умов психротрофи не припиняють свого розвитку, але адаптують свій метаболізм до нових умов середовища – багатих на жир і білок. Внаслідок цього більша кількість культур психротрофної мікрофлори, яка виділена з охолодженої і примороженої яловичини продукують ліполітичні та протеолітичні ферменти.

**Прикладна значущість.** Встановлено, що суха витримка яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» з початковим умістом МАФАМ в межах  $7,0\text{--}8,0 \times 10^4$  КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні та психротрофних бактерій  $5,0\text{--}7,0 \times 10^3$  КУО/см<sup>3</sup> за температури  $3,0 \pm 0,2$  °C можлива лише упродовж 14 діб, надалі мікробіологічні показники перевищують допустимі нормативи і відруби яловичини є небезпечними для використання. Виявлено, що під час постановки відрубів на дозрівання, кількість культур, які проявляють ліполітичні і протеолітичні властивості серед бактерій родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибів, практично в 2 рази більша, ніж у бактерій *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП. Найбільш ліполітично та протеолітично активні роди *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та гриби проявляли ліполітичні та протеолітичні властивості в 88,5–96,4 % випадків. Тому під час застосування технології сухого

дозрівання яловичих відрубів за температури 3,0 °С необхідно, в першу чергу, досягати зниження початкового обсіменіння туш мікроорганізмами, а особливо родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибів, за рахунок покращення ветеринарно-санітарних умов заготівлі м'яса в м'ясопереробних підприємствах.

**Особистий внесок.** Магістрантом самостійно проведено науково-виробничі, експериментальні дослідження та здійснено їх статистичну обробку і аналіз, а також зібрано та узагальнені літературні дані. Самостійно описано та узагальнено одержані результати, сформульовано висновки та пропозиції виробництву.

**Структура та обсяг роботи.** Випускна робота складається із вступу, огляду літератури, загальної методики та основних методів досліджень, результатів дослідження та їх обговорення, висновків, пропозицій виробництву та списку використаних літературних джерел. Робота викладена на 81 сторінці комп'ютерного тексту, містить 4 таблиці та 4 рисунки. Список використаної літератури налічує 130 джерело з яких 109 латинською.

## РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

## 1.1. Види витримки м'яса та їх вплив на його якість

Століттями суха витримка була традиційним способом консервації та розм'якшення яловичини. Потім, близько 50 років тому, із появою вакуумного пакування разом із підвищенням ефективності переробки та транспортування яловичини, процес сухої витримки майже втратив свою актуальність. Однак останнім часом у світі спостерігається підвищений інтерес до процесу сухої витримки яловичини, а елітні ресторани в багатьох країнах включають стейки сухої витримки. Оскільки попит на яловичину сухої витримки зростає, вона створила велику нішу на ринку громадського харчування [39].

Загалом існує два способи витримки яловичини: вологий і сухий, які сприяють розвитку смаку, аромату та ніжності м'яса [66]. Коли яловичина витримується у вологому стані, її поміщають у вакуумну упаковку та зберігають у контрольованому середовищі упродовж певного періоду часу. Суха витримка – це процес підвішування туш яловичини, субпримальних туш або розміщення неупакованих первинних відрубів у холодильному приміщенні (рис. 1.1) і витримувannya упродовж кількох тижнів або навіть місяців при контрольованій температурі, відносній вологості та потоці повітря [22, 109].

Ключовим ефектом сухої витримки є концентрація смаку, який можна описати лише як «яловичина сухої витримки». Під час процесу сухого дозрівання м'ясо вбирає соки, відбувається хімічне розщеплення білкових і жирових компонентів, що призводить до більш інтенсивного горіхового та м'ясного смаку. Крім того, під час дозрівання природні ферменти яловичини розщеплюють білки та сполучну тканину в м'язах, що призводить отримання до більш ніжної яловичини [78].



**Рис. 1.1.** Холодильники для сухої яловичини: а – типове приміщення для

сухої витримки; б – камера для сухої витримки; с – холодильник для дозрівання  
 м'яса.

Процес сухої витримки дорощий порівняно з іншими звичайними методами обробки через високу усадку під час дозрівання, втрату обрізки, ризик забруднення та вимоги до умов витримки та простору. Це дуже трудомісткий процес, який потребує особливого догляду з боку технолога, зокрема через наявність у яловичині великої кількості рівномірно розподіленого жиру. Тому для сухої витримки відбирають лише вищий сорт яловичини з необхідною мрамуровістю [49, 96], щоб гарантувати кінцевий продукт зі стабільним смаком і соковитістю. Яловичі туші з помірною мрамуровістю відносять до сорту US Choice, який ще називають Top Choice, а туші з легкою мрамуровістю – до сорту

US Select. Для сухої витримки зазвичай обирають яловичину вищого класу якості, а саме USDA Choice і USDA Prime [107].

Продукти з сухої яловичини преміум-класу зазвичай отримують від великої рогатої худоби, яку годують зерном, завдяки більшій мarmorовості м'яса. Marmorований малюнок, необхідний для успішної сухої витримки, означає, що тільки яловичина вищого сорту може бути витримана в сухому стані. Marmorовість додає смак і є одним із головних критеріїв оцінки якості яловичих стейків. Коли мarmorові стейки смажаться на грилі, частинки жиру розчиняються в м'ясі, роблячи їх ніжними та соковитими з характерним маслянистим смаком. Крім того, низка досліджень показала, що вплив жиру на м'якість пов'язаний зі сполучними тканинами старої яловичини: відкладення жирової тканини корейки між пучками м'язових волокон частково порушують стільникову структуру ендомізю, перимізій розділений на більш тонкі колагенові волокна [89].

Для виготовлення типових стейків використовуються найбільш типові парні види яловичини сухої витримки, такі як корейка (корейка та філе), верхня частина філе, яловичі ребра (короткі ребра та рібай-рол). Найніжнішим і найдорожчим шматком яловичини є вирізка (також відома як смажене філе, стейк з філе та філе міньйон) – це м'яз у первинній частині корейки, який складається з двох різних частин: короткої корейки та вирізки, що створює її унікальну довгасту форму. Стейк «Портерхаус» виготовляється з тієї частини короткої корейки, яка ближче до відділу філе, оскільки має вирізку шириною щонайменше 1,25 дюйма паралельно хребту стейка («Т»-частина кістки). «Ті-боун» стейк – так називаються інші стейки з короткої корейки. Цей стейк високо цінується в провідних стейк-хаусах, оскільки дана нарізка складається з найбільших порцій вирізки стейку «Портерхаус» та стейка Нью-Йорк [87].

Якщо вирізку видаляють і продають окремо як смажене філе та стейк з філе, шматок, що залишився, продається як «Стрип-стейк. Поперечна кістка – це довгий вузький шматок «Ті-боуну» або стейка «Портерхаус». Цей стейк зазвичай має достатню кількість мarmorовості (крихітні плями жиру, переплетені в

м'язях), що надає нарізці гарного смаку та ніжності. Ця нарізка має багато псевдонімів, зокрема стейк «Нью-Йорк», стейк «Канзас-Сіті», «Клуб» стейк без кісток або стейки «Амбасадор». Вирізка перетинає стегино, тому один кінець дуже схожий на дорогу портерхаус. Стейки без кісток можна приготувати з будь-якої верхньої частини філе [87].

Реберні стейки нарізають з будь-яких ребер первинної форми, з кісткою або без неї. Ця нарізка є однією з найвідоміших, перш за все завдяки популярності смажених ребер з кісткою, також відомих як «рібай». Стейк рібай з кісткою також називають стейком «Рібай», стейком «Ковбой», стейком «Спенсер», стейком «Прайм Ріб» або стейком «Саратога» [87].

Таким чином, сухе дозрівання зазвичай виконується з первинними продуктами на кістці. Для сухої витримки відбирають туші зрілості «А» зі слабкою або більш високою мрамуровістю.

Основні фактори, які слід враховувати при проведенні сухого дозрівання яловичини, включають термін витримки, температуру зберігання, відносну вологість і потік повітря. Усі ці фактори необхідно ретельно контролювати та узгоджувати, щоб отримати чудовий продукт із оптимальною ніжністю та концентрацією смаку.

**Тривалість витримки.** Існують різні думки щодо тривалості сухого дозрівання яловичини. Численними дослідженнями показано, що найпоширеніший діапазон для сухої витримки становить від 14 до 40 днів. Lepper-Bilie A. N. та ін. [76] стверджують, що більшість продукту витримують 21 день. Виявляється, що витримка протягом 28 днів не збільшує суттєво унікальних компонентів сухого витриманого смаку порівняно з витримкою протягом 21 дня [41]. Тоді як за даними Smith R. D. та ін. [107], стейки, витримані протягом 21 дня, отримали найвищу оцінку рівня смаку яловичини порівняно з усіма іншими періодами витримки. Водночас, дозрівання більше 21 доби зумовлює однаковий рівень оцінки смаку яловичини, як і 14 днів витримки.

Встановлено, що мінімальний час для дозрівання яловичини, яка забезпечує гарні результати, становить 28 днів. USMEF [116] також припускає, що оптимальний діапазон часу для сухої витримки яловичини складає від 14 до 70 днів, тоді як бажаний діапазон від 28 до 55 днів може також бути прийнятним.

Згідно з Perry N. [96], процес дозрівання повинен складати 50–80 діб. Також повідомлялося, що 120-добовий процес витримки в сухому стані не покращує смак яловичини на тих же рівнях, що спостерігалися між 35 і 80 добами.

Останнім часом між технологами проходять «змагання» з пошуку нових смаків стейків через довший час витримки яловичих відрубів: 35, 42, 56, 75 і більше

днів. «Сезон» у Сан-Франциско витримує яловичину до 90 днів, «Pat LaFrieda» у Нью-Джерсі – 120 діб, «Eleven Madison Park» – 140 діб; і в «Mario Batali's Ca페ino» в Лас-Вегасі представлені стейки з витримкою 180–240 днів [71].

Однак подовжена суха витримка понад 100 днів є надзвичайно особистим уподобанням гурманів.

**Температура.** Швидкість дозрівання яловичини також залежить від температури. Для досягнення такого ж рівня м'якості, як 2 тижні при 5 °С, знадобиться приблизно 4 тижні при –0,5 °С. Яку б температуру не було обрано,

швидкість покращення ніжності є найвищою на ранніх стадіях дозрівання та зменшується з часом [24].

У літературі в основному повідомляється, що оптимальна температура сухої витримки яловичини становить від 0° до 4°С, оскільки температура зберігання яловичини, витриманої в сухому стані, не повинна відрізнитися від температури яловичини, витриманої у вологому стані [22, 96, 102, 81, 83].

Температура витримки має вирішальне значення для сухого дозрівання. Якщо температура підвищена, ферментативні процеси, задіяні у процесі, працюватимуть досить добре та покращуватимуть смакові якості. Однак більш

високі температури також сприяють швидшому росту бактерій, що призводить до появи сторонніх запахів, тому старіння зазвичай проводиться при якомога

нижчій температурі без заморожування м'яса [37, 102]. Якщо температура сухої витримки нижча температури замерзання м'яса, ферментативні процеси,

пов'язані із дозріванням, сповільнюються, тому ідеальна температура для тривалої витримки становить  $-0,5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Якщо продукт витримується лише 1–2 тижні, прийнятними можуть бути вищі температури від 2 до 3  $^{\circ}\text{C}$  [96].

**Відносна вологість.** Контрольована відносна вологість повітря відіграє вирішальну роль у процесі сухої витримки, оскільки занадто висока вологість сприяє росту бактерій, що призводить до появи неприємних присмаків. Хоча м'ясо може підніти, створюючи неприємну липку поверхню. Якщо вологість занадто низька, це обмежить ріст бактерій, але сприятиме більшій втраті ваги через випаровування, і яловичина занадто швидко висихатиме, а отже, стейк буде менш соковитим [96]. Рекомендується відносна вологість від 61 % до 85 %, а фактичну відносну вологість слід реєструвати щодня протягом процесу витримки [41]. Існує обмежена кількість опублікованих досліджень, які порівнювали вплив різних рівнів відносної вологості на яловичину сухої витримки. Дослідження в цій області використовували відносну вологість приблизно 75 % [32], 78 % [121] та 80 % [22, 96, 107].

**Рух повітря.** Достатній рух повітря у приміщеннях чи камерах сухої витримки яловичини є необхідною умовою технологічного процесу. Якщо рух повітря недостатній, м'ясо не може виділити необхідну вологу для досягнення процесу сушіння, а якщо повітря занадто багато, м'ясо висохне занадто швидко, що збільшує втрати кінцевого продукту при обрізці [102]. USMEF [116] рекомендує, щоб діапазон повітряного потоку становив 0,5–2 м/с та швидкість від 0,2 до 1,6 м/с безпосередньо над продуктом. Швидкість і потік повітря повинні підтримуватися рівномірними упродовж усього процесу, і це найбільш критично на початку процесу сухої витримки яловичини. Повітряний потік можна контролювати за допомогою правильно розробленої холодильної установки, дротяних решіток з нержавіючої сталі, перфорованих полиць, додаткових вентиляторів, систем фільтрації повітря та ультрафіолетового світла [27].

Потрібне збільшення повітряного потоку навколо камери для витримки, щоб переконатися, що свіжа яловичина висихає якомога швидше. Використовуючи кілька вентиляторів, встановлених на стелі, можна виштовхувати повітря в різних напрямках по кімнаті [96]. Щоб запобігти псуванню, порції м'яса повинні бути належним чином відокремлені одна від одної, щоб забезпечити ефективний і контрольований потік повітря між кожною порцією [116]. Первинні шматки, призначені для витримки в сухому стані, слід розміщувати жирною стороною вниз на полиці, щоб повітря могло циркулювати з усіх боків кожного шматка. У випадку кісток у відрубках, таких як коротка поперечина, відріз повинен лежати на величній кістці [24].

Враховуючи ці результати, такі параметри, як 28–55 днів витримки за температури від 0 °C до 4 °C, відносної вологості 75–80 % і швидкості руху повітря 0,5–2 м/с, є доцільними для яловичини сухого дозрівання, оскільки це пригнічує мікробіологічні забруднення, покращує м'якість і аромат стейків. Таким чином, немає наукових досліджень, які б оцінювали вплив різних температур витримки, відносної вологості та швидкості повітря на якість і смак сухої витриманої яловичини, а також обмежені літературні дані щодо тривалості сухої витримки.

**Мікробіота.** Суха витримка яловичини передбачає обмеження росту бактерій і стимулювання росту корисної цвілі. Упродовж усього процесу сухої витримки яловичини на поверхні м'яса з'являються цвілі *Thamnidium*. *Thamnidium*, який є найбільш бажаним, має вигляд блідо-сірих плям, які називаються «вусами», на жирових частинах витриманої яловичини. Ці мікроорганізми важливі, оскільки їх ферменти здатні проникати в м'ясо. Фактично *Thamnidium* вивільняє протеази та створює колагенолітичні ферменти, які руйнують м'язову та сполучну тканини. У результаті ці дії забезпечують м'якість і смак сухої витриманої яловичини [97].

Ріст цвілі *Thamnidium* може початися через 3 тижні після початку процесу витримки [97]. Цвілеві гриби родів *Rhizopus* і *Mucor* також часто розвиваються на яловичих відрубках під час сухої витримки, однак вони пов'язані з

інфекційними захворюваннями людини і не забезпечують жодних сприятливих характеристик для дозрівання м'яса [97].

Сухі витримані м'ясні продукти повинні бути перевірені на пліснявиння. Тестування передбачає видалення 100-грамової порції дозрілого м'яса без обрізки, на якому є видима пліснява, якщо вона є, і відправлення в лабораторію.

Якщо тестування на наявність цвіль показує, що результати позитивні, необхідно провести підтвердження того, що цвіль є *Thamnidium* [97].

За даними Campbell R.E. [32], сухі витримані стейки мають більшу кількість аеробних колоній, однак тривалість сухого дозрівання не впливає на

аеробні показники. Відсутність відповіді на тривалість дозрівання в сухому стані, можливо, була спричинена пригніченням росту мікроорганізмів через висихання поверхні відрубів та досить низькими температурами зберігання.

Крім того, сухе дозрівання яловичини залежить від зменшення активності води на поверхні, щоб мінімізувати ріст бактерій. [24]. Зразки яловичини сухої витримки тривалістю 14 і 35 діб мають нижчу ( $P < 0,05$ ) активність води, ніж зразки вологої витримки тривалістю 35 днів, оскільки активність води зменшується шляхом фізичного її видалення під час сушіння [107].

Витримані стейки нарізають безпосередньо перед продажем, тому що обрізані та упаковані сухі витримані м'ясні шматки зазвичай мають термін придатності від 2 до 3 діб. Щоб підтвердити корисність продуктів як сухої, так і вологої витримки, термін придатності повинен бути підтверджений тестуванням на *Enterobacteriaceae* та *E.coli*. Критичними межами придатності для цих цілей є мікробіологічні межі *Enterobacteriaceae* – 1000 КУО/г і *E.coli* – 10 КУО/г [97].

Порівняно з цим, Університет Вісконсінського центру валідації м'ясних процесів [115] повідомив, що загальні *E.coli*, *coliforms* та *Enterobacteriaceae* були виявлені на 69 % (3,7 КУО/см<sup>2</sup>), 84 % (5,8 КУО/см<sup>2</sup>) і 93 % (7,3 КУО/см<sup>2</sup>), відповідно, туш яловичини, відібраних перед витримкою в сухому стані. Але загальні *E. coli*, *coliforms* та *Enterobacteriaceae* були виявлені лише на 8 % (0,17 КУО/см<sup>2</sup>), 17% (0,23 КУО/см<sup>2</sup>) та 37 % (4,9 КУО/см<sup>2</sup>) відповідно, з 6-денних проб

сухих туш. Таким чином, сухе дозрівання яловичини може бути ефективною інтервенційною профілактикою *E. coli*.

**Смак яловичини сухої витримки.** Ключовим ефектом сухої витримки є концентрація смаку, яку можна описати лише як «яловичина сухої витримки».

Смак сухої витриманої яловичини описують як м'ясний, маслянистий, горіховий та/або земляний. Під час процесу сухого дозрівання соки вбираються в м'ясо та відбувається хімічне розщеплення білкових і жирних компонентів, що призводить до більш інтенсивного горіхового та м'ясного смаку [32, 41, 102, 121].

З дозріванням яловичини м'ясо демонструє значну зміну рівня попередників смаку. Поліпшення смаку яловичини, витриманої в сухому стані, може включати відновлення цукрів, вивільнення вільних амінокислот, пептидів і розщеплення рибонуклеотидів з утворенням IMP, GMP, інозину та гіпоксантину в м'ясі під час посмертного дозрівання [59, 108]. Багато з цих змін пов'язані з гідролітичною активністю, хоча активність різних гідролаз, таких як кальцій-залежна, кальцаїнова протеїназа, яка бере участь у фрагментації м'язової структури, і катепсини, залучені у продукування смакових пептидів, можуть відігравати важливу роль у тимчасових змінах формування смаку в м'ясі [108].

Ферменти, які містяться в яловичині, розщеплюють білки до пептидів і вільних амінокислот під час тривалого дозрівання. Вивільнені алифатичні амінокислоти, що відповідають за солодкий смак, такі як ті, що містять атом сірки (Cys і Met), а також Glu і Asp, пов'язані зі смаком «умамі». Крім того, вуглеводи розкладаються на цукри, які надають солодкий смак, тоді як жири та жироподібні мембранні молекули розкладаються до ароматичних жирних кислот. Усі ці продукти розпаду сприяють інтенсивному м'ясному, горіховому та ароматному смаку приготованих стейків із сухою витримкою [36, 96].

Під час приготування попередники смаку також реагують один з одним, утворюючи нові молекули або летючі сполуки, які ще більше збагачують аромат. З хімічної точки зору розумно, що яловичина сухої витримки може містити інші попередники смаку або летючі ароматичні сполуки, ніж яловичина вологої

витримки [27]. Більшість досліджень смаку яловичини сухої витримки присвячені сенсорним властивостям, на які впливають процеси витримки (сухої порівняно з вологою) [22, 41, 72, 107, 121].

Сенсорні аналізи сухої та вологої витриманої яловичини показали суперечливі результати. Яловичина сухої витримки мала більш м'ясний смак, ніж зразки вологої витримки або незрілі зразки, тоді як яловичина вологої витримки мала більш інтенсивний кислий смак з металевим відтінком і сильний кривавий/сироватковий смак [32, 63, 121]. Зразки стейків сухої витримки мають вищі бали за типовими характеристиками порівняно зі зразками вологої витримки, наприклад «умами» та горіховий запах [41]. Ці результати показують, що суха витримка дає більш ароматну яловичину, ніж волога витримка.

Однак деякі дослідження виявили відсутність відмінностей у смаках сухої та вологої витримки, які оцінювали експерти споживачі [22, 63, 64, 77, 105, 107].

Періоди витримки у вологому стані до або після витримки в сухому стані мало впливають на розвиток аромату [32]. Ці дослідження вказують на те, що деякі споживачі більше знайомі зі смаками вологої витримки, але ті, хто визнав або віддав перевагу ароматам сухої витримки, були готові платити більше за цей продукт [41].

Деякі дослідження задокументували, що смак яловичини сухої витримки починає розвиватися через 14 днів і згодом посилюється, горіховий аромат відчувається у стейків сухої витримки тривалістю 14 або 21 днів. Чим довше відруб витримується, тим інтенсивнішими та складнішими стають смаки, починаючи від легкої горіхової нотки до легкого грибного та «умами». Після 45 днів дозрівання з'являються яскраві нотки блакитного сиру. За словами Matsuishi M. [85] суха витримка протягом 20 днів дає солодкий, схожий на молоко аромат, який покращує смак стейку, а волога витримка пригнічує розвиток бажаного витриманого смаку та аромату. Крім того, за даними Lepper-Blilie A.N. [77], загальний смак витриманого продукту посилюється або концентрується зі збільшенням тривалості витримки.

Під час витримки, як сухої так і вологої, можуть виникати небажані присмаки та аромати, головним чином через вплив мікробного росту, згіркнення жиру та адсорбції сторонніх запахів, якщо вони присутні в приміщенні для дозрівання яловичини [13].

**Ніжність яловичини сухої витримки.** Тривалість сухої витримки впливає на ніжність стейків. Так, стейки з витримкою 14 діб характеризуються кращою сенсорною м'якістю порівняно з витриманими упродовж 7 діб [32]. Також є свідчення про те, що ніжнішими на смак є стейки з витримкою 28 діб [77]. За даними Gudjónsdóttir et al. [54], м'язи частково денатуруються під час сухої витримки понад 21 добу. Крім того, іншими дослідженнями було показано, що стейки за сухої витримки тривалістю 21 доба, за ніжністю не відрізнялися від тих, які витримували 14 діб [32]. Твердження щодо постійного покращення ніжності із подовшенням терміну дозрівання яловичини, як сухої так і вологої витримки [32], не співпадає з даними ряду досліджень, які не виявили значних покращень ніжності стейків після 11 або 14 діб витримки [63, 105, 121].

Ступінь покращення ніжності яловичини під час дозрівання залежить від температури. Для досягнення однакового рівня ніжності потрібна суха витримка 2 тижні при 5 °C або приблизно 4 тижні при -0,5 °C. Яку б температуру не було обрано, швидкість покращення ніжності стейків найвища на ранніх стадіях дозрівання яловичини та зменшується з часом [24, 97].

Хоча остаточні параметри рН м'яса можуть визначити на ступінь покращення м'якості під час витримки, продукт, вибраний для сухого дозрівання, має походити з туш із кінцевим рН від 5,4 до 5,7. М'язи, які були скорочені холодом або теплом, не дозрівають так ефективно, як зазвичай охолоджене м'ясо [97, 116]. Максимальна м'якість при витримці яловичини різниться залежно від м'язів і кольору худоби. Загалом темна яловичина дозріває гірше, ніж м'ясо світлішого кольору. Крім того, ефект м'якості від дозрівання яловичини більш очевидний у м'ясі старших тварин порівняно з м'ясом молодих тварин [32, 77].

Дослідження показали, що під час сухої витримки спостерігається покращення соковитості. Стейки значно соковитіші після 21-добової витримки, ніж після 14-добової, що, у свою чергу, дало стейки, які були соковитішими, ніж ті, які не витримали 7 діб [32]. Стейки сухої витримки характеризуються вищою соковитістю порівняно із вологою витримки. В'ялене витримане м'ясо стає ще соковитим після варіння [41, 71].

**Соковитість яловичини сухої витримки.** Соковитість витриманої яловичини забезпечується втратою вологоутримуючої здатності, в результаті чого під час жування виділяється більше соку із стейків. Смак і сама тканина стають більш концентрованими через втрату вологи під час витримки, фактично збільшують співвідношення жиру, і цей концентрований жир покращує смак [32, 41, 71].

Відомо, що кінцева м'якість і смак стейків залежать від ступеня зміни та ослаблення міофібрилярних структур і в основному пояснюються ендогенними протеолітичними ферментами [66]. Зокрема  $\text{Ca}^{++}$  залежна активність протеази є визначальною для тендеризації в результаті дозрівання яловичини [69]. Найвища активність ферменту спостерігається протягом перших 7 діб дозрівання, а до 14 днів яловичина досягає найбільшого ступеня ніжності [93, 96].

**Втрата вологи яловичиною у процесі сухої витримки.** Взаємодія процесу дозрівання та його тривалості впливає на усадку (втрату вологи) і загальний відсоток товарного виходу кінцевого продукту. За сухої витримки відруби втрачають більше вологи ніж за вологої [41, 72, 121]. У процесі сухого дозрівання яловичини до 14-добової витримки втрачається до 5 % початкової ваги туші. Загальна усадка зростає зі збільшенням тривалості витримки. Після 7-добової витримки м'ясо зберігає світлий колір, але з часом воно темніє та стає сухішим. Після 21 доби стейк втрачає 10 % своєї ваги через випаровування (рис.

1.2). Вода просочується з передньої та задньої частин м'яса, але жир і кістки з боків стейка роблять боки водонепроникними. Після 30-добової витримки стейк набуває смакових і текстурних властивостей, властивих сухому м'ясу: він дуже ніжний, зі смаком змащеного маслом попкорну та рідкісної смаженої яловичини.

До 30-ї доби витримки стейк втрачає 15 % своєї загальної ваги, а до 50-ї – 23 %. При витримці 90 днів на поверхні м'яса видно білі смуги, хорошої плісняви. Скоринка, яка утворюється навколо м'яса, захищає його так само, як це робить шкірка з сиром. Після 120-добової витримки стейк втрачає 35% своєї початкової ваги. Стейк, витриманий так довго, має дуже дивовижний смак, а також дуже дорогий, тому він для тих, хто дійсно цінує інтенсивний смак яловичини [68].



**Three weeks aged  
Weight lost -10%**



**Aged 30 days  
Weight lost -15%**



**Aged 50 days  
Weight lost -23%**



**Aged 120 days  
Weight lost -35%**

**Рис. 1.2.** Втрата ваги корейки у процесі сухої витримки.

Втрата ваги стейками під час сухої витримки інколи відбувається у величезних масштабах залежно від температури повітряного потоку та відносної

вологості технологічного приміщення чи камери [96]. За даними DeGreer S.L. [41], використання корейки з кісткою матиме економічні переваги щодо втрати ваги та обрізки порівняно з продуктом без кістки. Таким чином, сухе дозрівання зазвичай виконується з первинними продуктами на кістці. Тому що видалення кісток із відрубу посилює рух вологи. Відруби з тонким зовнішнім жировим покривом втрачають більше вологи, ніж яловичина з важким жировим покривом, оскільки жир захищає м'ясо від зневоднення. Виявлено, що яловичина сухої витримки зазнає менших втрат вологи при варінні та коротшого часу приготування, ніж яловичина у вологій витримки [121].

**Вихід готового продукту.** У міру подовження тривалості сухої витримки яловичини кількість обрізів збільшується [32, 41, 107]. Під час витримки яловичини від 7 до 21 доби на зовнішній стороні корейки утворюється скоринка дуже схожа на консистенцію в'яленої яловичини. Цей шар зрізають, залишаючи стейки, які вирізняються ніжністю та смаком [41]. Smith R.D. та ін. [107] виявили, що корейки за сухої витримки, для всіх чотирьох різних періодів витримки мали значно нижчий загальний товарний вихід, ніж їхні аналоги за вологій витримки. За витримки 28 і 35 діб стейки «Рібай» давали найнижчий відсоток виходу готового продукту (63,5 і 61,7 % відповідно) і мали найвищий відсоток обрізі (24,2 і 22,8 % відповідно), що очікувано зі збільшенням періоду витримки [72]. Загальний товарний вихід для ребер знижується з 72,2 до 63,5 % за подовження тривалості витримки від 14 до 35 днів. На вихід біфштексів впливає тип нарізки (зазвичай рібай з кісткою > корейка з кісткою > верхнє філе без кісток [72] і клас якості USDA Choice зазвичай менше, ніж Select [41, 107]).

Дослідження, проведені Smith R.D. та ін. [107] показали значне збільшення часу, необхідного для переробки сухої корейки порівняно з вологою витримкою на стейки та інші товарні продукти (суха витримка – 331,6 с на корейку; волога витримка – 243,1 с на корейку). Значна частина цього збільшеного часу обробки була зумовлена видаленням висушеної та знебарвленої пісної скоринки та жиру із сухої витримки порівняно з вологою витримкою. Існує тенденція до збільшення часу обробки зі збільшенням тривалості дозрівання. Easter M. A. та

ін. [72] також повідомляти про значне збільшення часу, необхідного для нарізання риба з кісткою, філе з кісткою та верхньої частини філе для продуктів сухої витримки порівняно з продуктами вологої витримки.

## 1.2. Біохімічні процеси в м'язовій тканині у процесі дозрівання

### стейків

Після забою тварин в їх організмі зупиняються природні процеси життєдіяльності, такі як кровообіг, окиснювальні реакції, надходження кисню, уповільнюється синтезі припиняється виробництво енергії. У м'ясоцитах прогресують ферментативні процеси, внаслідок чого відбувається розщеплення клітинних та тканинних компонентів, змінюються якісні характеристики м'яса (механічна цінність, вологостримуюча здатність, смак, колір та аромат), а також стійкість м'яса до мікробіологічних процесів.

За зміни рН м'яса створюються умови, які сприяють дії різних тканинних протеолітичних ферментних систем, що призводять до покращення консистенції м'язової тканини і підвищення перетравності продукту тваринними ферментами. За цього важливе значення відводиться дії двох ферментних систем: ферментів, які відповідають за скорочення та розслаблення м'язів, і системі гідролітичних ферментів, які каталізують процеси розпаду компонентів тваринних тканин. Ці процеси взаємопов'язані, але їх роль на відповідних етапах розвитку автолізу різниться. Відомо, що дозрівання м'язової тканини проходить у чотири стадії: післязабійне розслаблення м'язів, початок посмертного залякання, посмертне залякання і власне дозрівання [35]. Морфологічні зміни м'язів у процесі автолізу дозрівання) розвиваються у такій послідовності:

1) післязабійне розслаблення м'язів – м'язові волокна розтягнуті, розслаблені, набряклі. Розташовуються рівенько одні до одних.

Поперечнопосмугованість представлена широкими А-та І-дисками, ядра видовженої форми. В цей період у м'язових волокнах нагромаджується значна кількість АТФ, високий рівень якої підтримується за рахунок ресинтезу та інгібування його розпаду, обумовленого відсутністю дисоційованих іонів Са,

пов'язаних зі 54 структурами саркоплазматичного ретикулула. Актин знаходиться в глобулярній формі і не зв'язаний з міозином, що обумовлює велику кількість гідрофільних центрів і високу вологоутримуючу здатність м'язових білків. Переваги парного м'яса проявляються у властивостях білків сполучної тканини – розварюваність колагену в перші години після забою тварин досягає 20–30% від його початкового стану.

2) початок посмертного скорочення (заклякання) м'язів – характеризується постійним скороченням і дегідратацією міофібрил м'язових волокон.

Міофібрили м'язових волокон у процесі заклякання ущільнюються, стають прямими, відстані між ними збільшуються, I-диски поступово зменшуються і зникають, міофібрили гомогенізуються, мітохондрії набрякають.

Розвиток посмертного заклякання супроводжується певними взаємопов'язаними між собою біохімічними і фізико-хімічними процесами –

зміною рН м'яса в кислу сторону, внаслідок накопичення в м'язах молочної кислоти; виділенням іонів кальцію з каналів саркоплазматичного ретикулула; розвитком АТФ-азної активності міозину і розпадом АТФ; взаємодією міозину з фібрилярним актином з утворенням актоміозинового комплексу [34]. В цій стадії

дозрівання підвищується жорсткість м'яса, зменшуються вологоутримуючі властивості до мінімуму, рН м'язової тканини досягає величини 5,4–5,8 і наближається до ізоелектричної точки білків м'язового волокна (4,7–5,4).

3) Посмертне заклякання м'язів – формування якості м'яса при дозріванні обумовлено комплексом ферментативних і неферментативних процесів, що викликають зміну складу і стану основних компонентів м'яса. На перших стадіях дозрівання відбувається часткова дисоціація актоміозину, однією з причин якої є, очевидно, вплив тканинних протеїназ. При посмертному закляканні і на ранніх стадіях дозрівання актин і міозин піддається протеолітичному розпаду, при цьому різна ступінь деструкції відбувається в білках альфа-актину і десміну, що входять до складу Z-ліній. Жорсткість м'яса при цьому зменшується.

4) Власне дозрівання м'яса – характеризується розвитком в м'язових волокнах деструктивних процесів. Отримані експериментальні дані дослідників

55 дозволяють припустити, що протеоліз основних міофібрилярних білків є ключовим моментом у процесі після забійного дозрівання м'яса. Частина м'язових волокон піддається фрагментації.

Стадія власне дозрівання м'яса супроводжується підвищенням гідрофільності м'язів, збільшенням кількості вільних амінокислот і числа Nкінцевих груп фракції міозину, підвищенням кількості амінного азоту. Часткове або повне руйнування структури Z-ліній, що є причиною розпаду міофібрил, призводить до розм'якшення м'яса. В процесі тривалого дозрівання м'яса відбувається істотне поліпшення його органолептичних і технологічних характеристик [82, 113].

У зв'язку з відсутністю надходження кисиню в організм, ресинтез глікогену в м'ясі після забою відбуватися не може, починається його анаеробний розпад, який проходить шляхом фосфоролізу і амілолізу з утворенням молочної кислоти і глюкози. Швидкість гліколізу можна регулювати, наприклад, введенням натрію хлориду в парне м'ясо – пригнічує процес, застосування електростимуляції прискорює [28, 65].

Стрес, у період перед забоєм тварини, може викликати інтенсивний прижиттєвий розпад глікогену. Через 24 години після забою тварини гліколіз починається, внаслідок вичерпання запасів АТФ та накопичення молочної кислоти, яка пригнічує фосфороліз.

Ферментативний розпад глікогену є пусковим механізмом для розвитку наступних фізико-хімічних і біохімічних процесів, а накопичення молочної кислоти призводить до зміщення рН м'яса в кислу сторону від 7,2–7,4 до 5,4–5,8, у результаті чого:

- збільшується стійкість м'яса до дії гнильних мікроорганізмів;
- знижується розчинність м'язових білків (ізоточка 4,7–5,4), рівень їх гідратації, величина вологозв'язуючих властивостей;
- відбувається набухання колагену сполучної тканини;
- підвищується активність катепсинів (оптимум діяльності 5,3), що викликають гідроліз білків на пізніх стадіях автолізу,

– руйнується бікарбонатна система м'язової тканини з виділенням вуглекислого газу;

– створюються умови для інтенсифікації реакцій кольороутворення, внаслідок переходу в міоглобіні двовалентного заліза в тривалентне;

– змінюється смак м'яса;

– активізується процес окиснення ліпідів.

На першій стадії автолізу важливе значення має кількість у м'ясі енергоємної АТФ, внаслідок дефосфорилування (розпаду) якої проходить процес фосфоролізу глікогену. Одночасно енергія дефосфорилування забезпечує скорочення міофібрилярних білків [2, 3, 19].

Для м'яса, в післязабійний період, характерним є безперервне зниження концентрації АТФ. Внаслідок зменшення запасів АТФ, в м'язових волокнах не вистачає енергії для відновлення стану релаксації волокон, які вже скоротились.

Накопичення молочної (і фосфорної) кислоти, як уже зазначалося, має суттєвий вплив на стан м'язових білків, що в свою чергу, впливає на їх технологічні властивості: консистенцію, вологоутримуючі властивості, емульгуючі та адгезійні показники. Сутність цих змін, в основному, пов'язана з процесом утворення актомиозинового комплексу і залежить від наявності енергії

та іонів кальцію ( $\text{Ca}^{+4}$ ). Безпосередньо після забою тварини кількість АТФ в м'ясі достатньо велика, ( $\text{Ca}^{+4}$ ) пов'язаний з саркоплазматичним ретикулом м'язового волокна, актин знаходиться в глобулярній формі і не зв'язаний з міозином, що обумовлює розслабленість волокон з утворенням великої кількості гідрофільних центрів і високої вологоутримуючої здатності [3, 53, 58, 119].

Зрушення рН м'яса в кислу сторону започатковує механізм перетворення міофібрилярних білків. При цьому:

– змінюється проникність мембран міофібрил;

– іони кальцію виділяються з каналів саркоплазматичного ретикулула,

концентрація їх зростає;

– іони кальцію підвищують АТФ-азну активність міозину;

– глобулярний Г-актин переходить у фібрилярний (Ф-актин), здатний вступати у взаємодію з міозином в присутності енергії розпаду АТФ.

Енергія розпаду АТФ ініціює взаємодію міозину з фібрилярним актином з утворенням актоміозинового комплексу. Результатом скорочення є підвищення жорсткості м'яса, зменшення еластичності та рівня вологоутримуючих властивостей. Зрозумілим є те, що на перших стадіях дозрівання відбувається часткова дисоціація актоміозину, однією з причин якої є збільшення в цей період кількості фосфатів, які легко гідролізуються, а також тканинних протеаз. Слід зазначити, що характер розвитку автолізу в білих і червоних м'язових волокнах м'яса дещо відрізняється. Червоні м'язові волокна, на відміну від білих, характеризуються повільнішим скороченням і тривалішим процесом дозрівання, і як результат – кращі органолептичні та технологічні характеристики м'яса.

На ранніх етапах автолізу м'ясо не має вираженого смаку і запаху, які залежно від температури зберігання з'являються лише на 3–4 добу, у зв'язку з утворенням продуктів ферментативного розпаду білків і пептидів (глутамінова кислота, треонін, сірковмісні амінокислоти), нуклеотидів (інозин, гіпноксантин тощо), вуглеводів (глюкоза, фруктоза, піровиноградна і молочна кислота), ліпідів (низькомолекулярні жирні кислоти), а також креатин, креатинін та інші азотисті екстрактивні речовини.

Тривалість дозрівання м'яса залежить від виду тварини, частини туші, вгодованості, а також температурного та вологісного режиму зберігання. Як правило, в м'ясі з нормальним розвитком автолізу, його ніжність і вологоутримуюча здатність досягають оптимуму через 5–7 днів зберігання за температури 0–2 °С, а органолептичні показники – до 10–14 днів (для м'яса великої рогатої худоби). У зв'язку з цим тривалість витримки вибирають залежно від способу подальшого технологічного використання сировини. Сировина з 10-добовим періодом дозрівання придатна для виготовлення практично будь-яких видів ковбасних і солоних виробів, а також напівфабрикатів. Найкращий вид сировини для виробництва натуральних напівфабрикатів – м'ясо великої рогатої худоби з періодом витримки 7–10 днів дозрівання. Чорне м'ясо можна

використовувати лише для виробництва емульгованих (варених) ковбас і солоних виробів зі свинини. Білки парного м'яса мають найвищу вологоутримуючу та емульгуючу здатності, а також максимальну розварюваність колагену. Це забезпечує високий вихід готової продукції та знижує вірогідність утворення дефектів під час теплової обробки. У перші години після забою м'ясо містить незначну кількість мікроорганізмів. З економічної точки зору застосування парного м'яса також дає серйозні переваги через відсутність витрат на холодильники та електроенергію. Проте, робота з парним м'ясом вимагає як високої оперативності в технологічному процесі (інтервал від моменту забою до стадії термооброблення готових виробів не повинен перевищувати 3 години), так і застосування спеціальних прийомів, спрямованих на відтермінування початку гліколізу і процесу взаємодії актину з міозином [22, 30].

### 1.3. Технологічні та мікробіологічні фактори, які впливають на перебіг процесу дозрівання та якість яловичих стейків

М'ясо є першим вибором тваринного білка для людини і споживання його постійно зростає по всьому світу. Забруднення м'яса бактеріями та грибами становить загрозу при його споживанні і може привести до харчових отруєнь. Відповідні заходи, такі як охолодження, заморожування, обробка сіллю, нітриди, фосфат, молочна кислота тощо можуть запобігти росту бактерій і грибків у м'ясі, і це забезпечить хорошу мікробіологічну якість м'яса. Внаслідок життєдіяльності великої кількості бактерій, грибів, вірусів та мікропаразитів в охолодженому м'ясі проходить інтенсивне псування. Для сповільнення цих процесів застосовують різні методи. Є традиційні, більш поширені фізичні, хімічні, біологічні. До методів застосування відносяться: холод, високі температури, антисептики, ультрафіолетове і радіоактивне опромінення, СВЧ-нагрівання, сублімаційну сушку, застосування біологічно активних речовин, ферментів або метаболітів мікроорганізмів [14, 51, 106, 110, 120].

Актуальність проблеми безперервного постачання та зберігання м'яса і м'ясної сировини для населення вимагає холодильного зберігання продуктів [46, 48]. Існують чітко визначені показники якості, які характеризують якість технологічних параметрів охолодженого м'яса – це мікробіологічні, органолептичні та фізико-хімічні показники безпечності [23, 47, 91]. Багатьма дослідниками встановлено важливість факту денатурації білків м'язової та сполучної тканини за холодильного зберігання, що має негативний вплив на біологічну цінність і якість м'яса [125]. Думки вчених розділилися щодо позитивного чи негативного впливу на засвоюваність м'яса і м'ясних продуктів внаслідок денатурації білків, що відбувається за умов заморожування і зберігання продукції за низьких температур [50, 55, 74, 101]. Проте денатурація білків також відбувається і при тепловій обробці м'яса та м'ясних продуктів, що необхідно враховувати [112].

Зміна температурних режимів вважається найбільш перспективним методом консервування, тобто це його охолодження, примороження і заморожування з подальшим зберіганням за умов низьких температур. За таких станів зупиняється або сповільнюється розвиток мікрофлори, гальмуються фізико-хімічні і біохімічні процеси, дія протеолітичних ферментів, змінюється і порушується обмін речовин у мікробних клітин. Розвиток мікроорганізмів напряму залежить від різкого зниження температури. Ріст мікроорганізмів, біохімічні процеси, активність ферментів припиняються, якщо температуру знижувати відразу, повільніше проходять і структурні, і хімічні зміни в м'ясі [1, 13, 44, 67].

В умовах клімату України для більшості продуктів тваринного походження, м'ясних і молочних для збереження їх якості і безпечності необхідно використовувати холодильне оброблення за різних температур [8, 15].

Є декілька станів зниження температури при зберіганні м'яса. М'ясо туш і півтуш телятини зберігають охолодженим за температури  $0^{\circ}\text{C}$  при відносній вологості повітря 85 % протягом 12 діб, а яловичини – за температури  $-1^{\circ}\text{C}$  протягом 16 діб. Примороження передбачає зберігання м'яса телятини і

яловичини за температури  $-2$  –  $-3$  °C при відносній вологості повітря 90 % протягом 20 діб, а замороження – за температури  $-12$ ,  $-18$ ,  $-20$ ,  $-25$  °C при відносній вологості повітря 95 % протягом 8 міс., 12 міс., 14 міс. та 18 місяців, відповідно [10].

Приморожене м'ясо отримують за температури  $-2$  °C при різкому інтенсивному охолодженні, при цьому відбувається виморожування води. Перевагою такого способу над охолодженням є те, що не відбувається зміна біохімічних процесів. Такий спосіб зберігання за температури  $-2$  °C не змінює

характеру, м'ясо отримане таким способом стійке при зберіганні. Існує думка що

не відбувається внаслідок зниження кількості мікрофлори на його поверхні.

Зрозуміло, що ціль у всіх одна, максимально зберегти і подовжити термін для м'яса. Більшість процесів псування відбуваються у м'ясній рідині. Якщо рідина

переходить у заморожений стан, припиняються 21 ферментативні, хімічні,

фізичні процеси. Проте при замерзанні рідина у клітинах завдяки фізичним

властивостям збільшується в об'ємі. Відбувається ріст тиску всередині клітин,

так звана сепарація емульсійних систем. На клітину зсередини. При цьому

більша частина вологи, що міститься в тканинах, переходить у твердий стан,

завдяки чому припиняється діяльність мікроорганізмів, різко гальмуються

ферментативні, хімічні та фізичні (утворення кристалів льоду, підвищення

ступеня концентрації тканинної рідини, ріст тиску та збільшення об'єму)

процеси в м'ясі. За рахунок різкого зниження температури досягається ефект

консервування і вода перетворюється у лід [95, 99]. За таких стрімких умов

значна кількість мікрофлори гине і досягається стан заморожування м'ясної

сировини.

Першими гинуть при заморожуванні аеробні психрофільні бактерії, потім

мезофільні. Більш стійкими до дії низьких температур є плісняві гриби і дріжджі.

Після досягання ефекту замороженого м'яса і зберігання його за температури –

$28$  °C відмирання мікроорганізмів, які вижили при цьому, сповільнюється.

Замороження якісної яловичини за температури зберігання мінус  $18$  °C і

мінус  $25$  °C протягом 12 і 24 місяців дозволяє зберегти безпечність м'яса

відповідно вимогам чинних нормативно-правових актів [20, 21]. При заморожуванні відбувається кристалізація рідини при цьому гальмуються всі біохімічні процеси та хімічні реакції, які зумовлюють його псування. А отже заморожування – є найкращими методами консервування м'яса. Також важливим залишається питання, що при тривалому зберіганні змінюється органолептична характеристика м'яса, змінюються показники концентрація рН, концентрація на поверхні солей та ультрафіолетовий спектр світла. Потрібний постійний ветеринарно-санітарний контроль, з проведенням комплексних наукових досліджень з подальшим занесенням результатів до структури відповідних нормативно-правових актів.

Багато показників залежать від способу і умов заморожування. Якісні характеристики замороженого м'яса та економічні показники процесу значною мірою зумовлені характером автолізу м'яса, яке надходить на заморожування. Існують два типи заморожування однофазний і двофазний методи. У першому випадку заморожують парче м'ясо безпосередньо після первинної обробки, у другому – після попереднього охолодження [46].

Неминучим є контамінація м'яса мікроорганізмами за умов будь якого способу. Встановлено, що навіть після охолодження яловичини контамінація мікроорганізмами може сягати 1 млн. бактерій на 1 см<sup>2</sup>. На ступінь бактеріального обсіменіння впливає також відбір матеріалу для проведення дослідження. Потрібно при цьому враховувати ділянку туші; метод відбору (тампоном, губкою тощо); частоту дискретизації; кількість зразків взятих для дослідження [62, 88].

Таким чином, штучне охолодження є вирішальним питанням якості продуктів як основного фактора їх безпеки. Холодильна обробка зупиняє ріст мікроорганізмів у продуктах, а значно знижує їх втрати та не створює небезпеку для споживання [5, 26, 31].

Застосовуючи ту чи іншу температуру для зберігання м'яса і м'ясопродуктів можна загальмувати або сповільнити діяльність мікрофлори. Так в неохолоджених м'ясі і продуктах буде переважати мезофільна аеробна і

факультативно анаеробна мікрофлора [18]. В той же час, при їх зберіганні в охолодженому стані буде домінувати холодолюбива мікрофлора і саме вона буде спричиняти технологічні вади та мати санітарно-гігієнічне значення.

Досліджень, які б показували зміни родового і видового складу психротрофної мікрофлори під час зберігання примороженої чи замороженої яловичини в

доступній науковій літературі обмаль, або вони не характеризують мікробіологічного процесу в цілому. Актуальним є проведення комплексних досліджень, які визначають кількісні і якісні зміни психротрофної мікрофлори

під час зберігання яловичини в примороженому чи замороженому стані. Такий

підхід дозволить виявити найбільш активні види і роди бактерій, що приймають участь у зниженні якості м'яса та дадуть змогу в подальшому розробити превентивні заходи з попередження їх обсіменіння.

Ослизнення з'являється в початковий період зберігання м'ясної сировини і

характеризується утворенням на поверхні м'ясних туш суцільного слизового нальоту, що виникає за дії різних бактерій, зокрема, тощо. Основні збудники

ослизнення – аеробні бактерії, переважно роду *Pseudomonas*. Крім цих аеробних бактерій, на поверхні м'яса, за температури вище 5°C розмножуються мікрококи,

стрептококи, актиноміцети, а також деякі бактерії гниття та інші мезофільні

мікроорганізми, що мають найнижчу мінімальну температуру росту [98]. Під час

зберігання м'яса в анаеробних умовах можуть викликати психрофільні бактерії родів *Lactobacterium*, *Microbacterium* і *Aeromonas*. Спочатку мікроорганізми

утворюють окремі колонії, які потім зливаються у вигляді суцільного слизового

шару. Швидкість появи ослизнення залежить від вологості повітря і температури зберігання [17, 43, 127].

Ослизнене м'ясо втрачає товарний вигляд, смак та аромат, його поверхня стає зволоженою та липкою на дотик. Із червоного забарвленням, м'ясо стає

спочатку блідим, а потім набуває зеленуватого відтінку. За невисоких плюсових

температур термін появи ослизнення залежить від початкового мікробного забруднення поверхні м'яса та відносної вологості повітря. Прискорює

слизоутворення висока відносна вологість повітря. З температури, близькій до  $-1^{\circ}\text{C}$ , утворення слизу різко призупиняється [94].

Таким чином, ослизнення м'яса виникає під час порушення умов зберігання, різких коливаннях температури і вологості, недостатньому охолодженні туш. Найчастіше процеси ослизнення з'являються на поверхні усієї туші або в місцях забруднених кров'ю, в складках поверхні м'яса.

Пліснявіння м'яса – виникає під час появи на поверхні туші плісневих грибів. Розвитку плісняви сприяє висока вологість м'яса і погана вентиляція повітря у місцях його зберігання. Ця вада проявляється утворенням на поверхні м'яса різних за формою і кольором колоній: білих, сіро-зелених, темно-зелених, чорних, оксамитових зі специфічним неприємним та відносно сильним, стійким запахом. Пліснявіння супроводжується розпадом білків з утворенням продуктів лужного розпаду, що створює передумови для розвитку гнильної мікрофлори.

Розпад складових частин м'яса призводить до зміни зовнішнього вигляду та появи затхлого запаху. Оскільки плісневі гриби є типовими аеробами, то розвиток їх обмежується виключно поверхнею м'яса, проникаючи в тканину на глибину не більше 2 мм. Плісені дуже добре розвиваються на дозрілому м'ясі, за рН 5–6. Вони досить стійкі до дії кислого середовища і навіть за рН, близькому до 2, пліснява не гине. На розвиток плісняви впливає швидкість циркуляції повітря в камерах зберігання. Пліснява розвивається, у першу чергу, в тих ділянках туші, де ускладнена циркуляція повітря – на внутрішній поверхні ребер, тощо [122, 123].

Закисання м'яса – викликають кислоутворюючі бактерії у випадках, коли м'ясо погано знекровлене, вологе або зберігається за високих температур. М'ясо втрачає пружність, набуває сірого кольору з неприємним кислим запахом. На такому м'ясі добре розвивається пліснява та слизоутворюючі бактерії [6].

Гнильний розпад м'яса характеризується змінами комплексу органолептичних показників, що залежать від виду мікрофлори, виду тканин та ступеню розвитку незворотних змін. Анаеробний гнильний розпад м'яса обумовлений обсіменінням під час охолодження та зберігання. Процес

починається всередині товстих шарів м'язів, поблизу кісток та суглобів, і розповсюджується по туші дуже швидко. Унаслідок газоутворення відбувається накопичення газів між волокнами та пучками волокон і розривання сполучнотканинних прошарків. М'ясо набуває синьо-червоного або сіро-зеленуватого кольору, пористої структури з різким запахом, рН середовища 8–9.

М'ясо, що заходить у стані аеробного гнилісного псування, має неприємний, але не такий різкий запах, як за анаеробного псування. Реакція середовища лужна (рН 7–8), а консистенція м'яса в'яла. У поверхневих шарах м'ясних туш міститься кисень, тому в них розвиваються в основному аеробні мікроорганізми.

Під час поверхневого розкладання м'яса процес поступово проникає в більш глибокі шари. Характерною ознакою розвитку аеробного гнилісного псування є утворення слизу на поверхні м'ясних туш [4, 6, 127].

Появу на поверхні м'яса забарвлених плям називають пігментацією м'яса.

Цей дефект виникає внаслідок розмноження і утворення на поверхні м'яса колоній пігментованих мікроорганізмів, які можуть призвести до небажаних, різких змін забарвлення і запаху м'яса. Збудниками пігментації є аеробні або факультативно-анаеробні мікроорганізми: *Pseudomonas fluorescens*, *Ps. ruocyanea*, *Ps. Syncyanea*, *Bact. prodigiosum*, сарцини, пігментні дріжджі. Умовою

появи кольорових плям на поверхні туш є їх швидке обсіменіння після забою, тобто до утворення шкірочки підсихання і повного охолодження. На м'ясі утворюються блакитні плями під дією блакитного пігменту піоціаніну, а червоно-строкате забарвлення за впливу *Chromobacterium prodigiosum* [16].

Світіння м'яса – виникає у результаті розмноження на поверхні м'ясної туші фото генних бактерій, які є аеробами, мають здатність до світіння – фосфоресціюють. Обсіменіння м'яса цими бактеріями відбувається найчастіше у морозильних камерах зберігання. Світіння обумовлене наявністю в клітинах бактерій фотогенної речовини (люциферину), який окислюється киснем за участі ферменту люциферази. До групи фотобактерій відносяться не спорові грамнегативні і грампозитивні палички. Фотогенні бактерії не викликають будь-яких змін запаху, консистенції та інших органолептичних показників. Бактерії,

що світяться, уражають не тільки свіже м'ясо, м'ясні напівфабрикати, але і ковбасні вироби. За появи перших ознак гнильного розкладання фосфоресценція припиняється, оскільки протеолітичні бактерії інактивують фосфоресцюючу мікрофлору. М'ясо з фосфоресценцією придатне для споживання, оскільки ті бактерії не утворюють токсинів [7, 42, 129].

Загар м'яса – це комплекс змін, що обумовлюють значне зниження, а іноді повну втрату придатності м'яса до вживання. Загар виявляється виключно під час повільного охолодження м'яса в умовах поганого газообміну та за повільного охолодження та заморожування парного м'яса, частіше – в тушах з добре розвиненою жировою тканиною [73]. Також сприяють розвитку загару недостатня циркуляція охолодженого повітря при транспортуванні туш. Крім того, жир уповільнює охолодження туш та знижує швидкість дифузії газів із внутрішніх шарів тканин. Безпосередньою причиною загару є швидке накопичення кислих продуктів анаеробного гліколізу, які не можуть нейтралізуватися буферними речовинами, що містяться у м'ясі. Основною причиною, яка обумовлює накопичення кислих продуктів анаеробного гліколізу, є висока активність тканинних ферментів. Отже, щоб запобігти псуванню м'яса, його необхідно достатньо швидко охолодити до температури нижче 18–20°C [56,

57].

Ознаки загару схожі з ознаками гнильного розпаду. Поверхня зрізу такого м'яса волога, забарвлення змінене, зазвичай світле, з різноманітними відтінками. За вільного доступу повітря м'ясо набуває коричнево-червоного, сіруватого, інколи зеленуватого відтінку м'язів. У м'ясі, що знаходиться у глибокій стадії загару, зелений відтінок зумовлює сульфмоглобін, який утворюється в результаті дії  $H_2S$ . Утворення сірководню спричиняють м'яса сірковмісні амінокислоти (цистин, цистеїн, метіонін). Крім  $H_2S$ , у м'ясі утворюються меркаптани [75, 129]. М'ясо у стані загару тістоподібної консистенції, з кислим та задушливим запахом, м'язові волокна легко розриваються. Смак м'яса неприємний, реакція середовища кисла. М'ясо із загаром зазнає пліснявіння і швидко підлягає гнильному розкладанню [52, 86].

Таким чином, суха витримка – це процес приготування яловичини з унікальним смаком і доданою вартістю. Однак суха витримка є дорогим заходом через технологічні умови, необхідні для належного дозрівання яловичини для досягнення відповідних смакових якостей. Для цього процесу також необхідна яловичина найвищих сортів з необхідною мармуровістю. Однак існує ринкова ніша вимогливих споживачів, які готові платити за цей продукт преміум-класу. З іншого боку, існує досить мало доступної інформації про взаємодію між параметрами дозрівання та мікробіологією щодо якості сухої витриманої яловичини та, як наслідок, смакових якостей яловичини. Ця область дослідження є менш вивченою, і багато питань, пов'язаних із цією сферою, залишаються без відповіді. Враховуючи різке зростання попиту на продукти сухої витримки з яловичини, актуальними є дослідження, спрямовані на вивчення процесів дозрівання яловичини з точки зору харчової мікробіології, оскільки вказівки та рекомендації щодо умов витримки та їх впливу на якість кінцевого продукту, є необхідними для практикуючих технологів.

## РОЗДІЛ 2

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

## 2.1. Матеріали досліджень

Дослідження проведено на кафедрі біології тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України).

Основна робота охоплювала комплекс досліджень з вивчення кількісного і якісного складу мікрофлори яловичих туш, відрубів та стейків з яловичини, а також ліполітичної та протеолітичної активності виділених психротрофних мікроорганізмів у процесі їх сухої витримки яловичини.

Об'єктом досліджень були яловичі відруби та преміальні яловичі стейки сухої витримки, а саме стейка «Ті-Боун» (*T-Bone*) сухої витримки 21+ день. Назва «стейк» походить від англійського – *steak*, що в свою чергу походить від давньоскандинавського слова зі значенням «смажити».

Історія стейка походить своїми коренями в часи Стародавнього Риму, де в храмах в час ритуалу жертвоприношення жерці смажили на решітках великі шматки яловичини для того, щоб покласти їх на божественний вівтар. У середньовічній Європі яловичина мала погану репутацію: вона була майже завжди м'ясом старих корів і биків. Зайву велику рогату худобу забивали в ранньому віці. Гелітина була досить поширена в кухні Східних верств населення. У Великій Британії стейк здобув визнання лише в XV столітті, в 1460 році його опис з'явився в рецептурній книзі, а три століття потому технологія приготування шматка м'яса, засмаженого на відкритому вогні, стала відома на материк. Відправною точкою для зародження сучасної індустрії виробництва яловичини в Америці вважається той момент, коли Колумб привіз в Новий Світ через Атлантику велику рогату худобу породи Лонгхорн. Існує думка, що класичні стейки – суто американська національна страва і чи не єдиний цінний внесок США у світову кухню. Не випадково саме тут був створений справжній культ стейка, що став частиною національної культури. І сьогодні саме ця країна є одним з провідних експортерів яловичини. У США її виробництво перебуває під наглядом держави. Тут існують дуже високі критерії відбору м'яса для

стейків суворі градації і жорсткі стандарти по відгодівлі, забою і ветеринарному контролю худоби. Крім Америки великими виробниками яловичини є Австралія і Аргентина.

Зазвичай, яловичі стейки – дорога страва, оскільки м'ясо для них уживають з найкращих частин туші бичків. Для їх приготування підходить близько 7–10 % від усієї туші тварини. Вид стейку і його назва залежить від того, з якої частини туші було вирізано м'ясо.

Стейк «Ті-Боун» – це преміальний м'ясний делікатес, який характеризується соковитістю, достатньою кількістю внутрішнього жиру й насиченим м'ясним ароматом. Стейк «Ті-Боун» – великий м'ясний делікатес, який отримують з області, розташованої між спинною і поперековою зоною м'якої тварини (рис. 2.1). Відрізняється насиченим м'ясним смаком, характерним яскраво вираженим ароматом і простотою домашнього приготування.

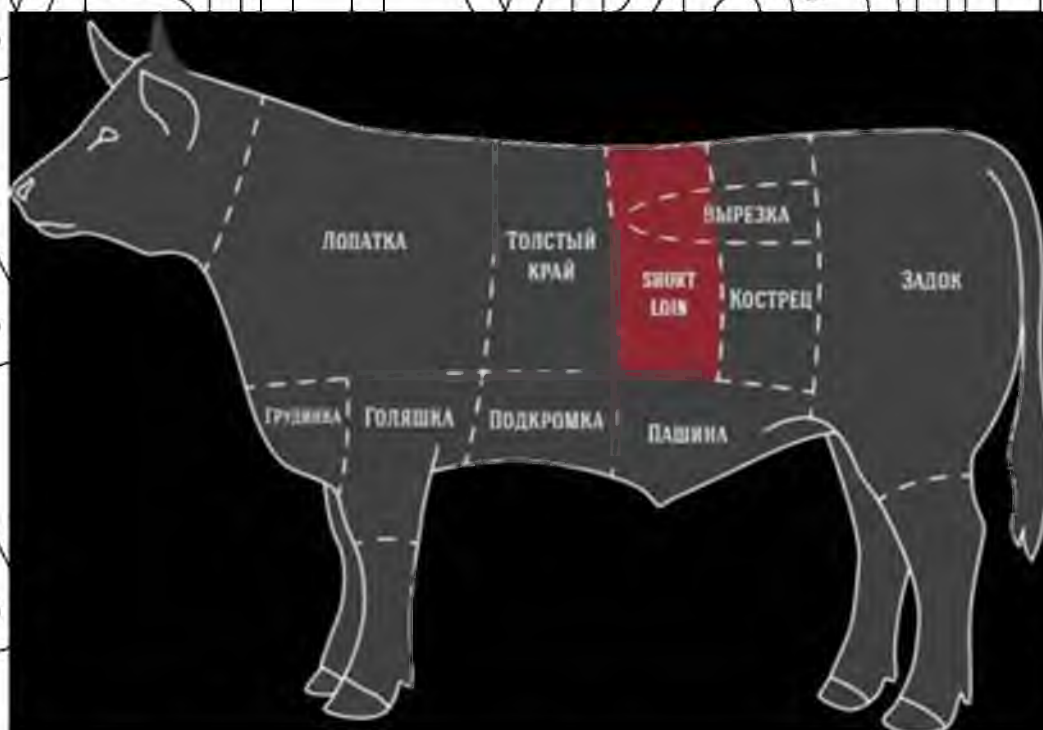


Рис. 2.1. Анатомічна ділянка тіла великої рогатої худоби з якої готують стейк «Ті-Боун».

Стейк «Ті-боун» – великий стейк, розділений навпіл кісткою у формі літери «Т» (рис. 2.2). Цей стейк виробляється зі шматка м'яса, який поєднує у собі м'якість, ніжність філе-мінйон та насичений м'ясний смак соковитого стріплойну. Зовнішній вигляд м'ясного делікатесеу вдало обіграють при подачі, поєднуючи з соусами й збалансованим гарніром. Цінується гурманами за вшукане поєднання ніжного смаку «Філе-мінйон» та насиченої соковитості преміального стейку «Стріплойн» («Нью-Йорк»). Стейк «Ті-боун» досить часто називають ще «королівським» м'ясним делікатесом.



Рис. 2.2. Візуальне порівняння стейку «Ті-Боун» з іншими видами стейків.

## 2.2. Методика досліджень

Бактеріологічні дослідження санітарно-гігієнічних змивів проводили згідно «Рекомендація щодо санітарно-мікробіологічного дослідження змивів з поверхонь, тест-об'єктів та об'єктів ветеринарного нагляду (контролю)» (затв. наук.-техн. радою Держ. департаменту вет. медицини МАП України 23. 2.2004 р. (протокол № 4)), а також ISO.

Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів визначали за температури 30 °С інкубація посівів протягом 72 год. на середовищі МПА, кількість психротрофних мікроорганізмів – за температури 6,5 °С інкубація посівів протягом 10 діб на середовищі МПА.

Виділення стафілококів проводили на середовищі Baird-Parker Agar, бактерій родини *Enterobacteriaceae* – на Endo Agar, титр БГКП – на середовищі Кеслер, грибів та дріжджів – на середовищі Сауро, ентерококів – ентерококагар, сальмонел – на 3M Petrifilm Salmonella Express System (3M Petrifilm SALX), а лістерій – на 3M Petrifilm Environmental Listeria (EL) Plate. Також

використовували пластини для біохімічної ідентифікації неферментуючих мікроорганізмів «Неферм тест-24» (Miva-lachema, Чехія).

Відбір проб з туш м'яса яловичини і м'ясопродуктів для мікробіологічних досліджень проводили згідно з «Рекомендація щодо санітарно-мікробіологічного дослідження змивів з поверхонь тест-об'єктів та об'єктів ветеринарного нагляду і контролю» (затв. наук. техн. радою Держ. департаменту вет. медицини МАП України 23.12.2004 р. (протокол № 4)), методичних рекомендацій [9], а також стандартів ISO [60, 61] Проби з туш яловичини та

відрубів відбирали недеструктивним (неруйнівним) методом із застосуванням вологого тампона або набору Kit Muestreo Canales – Esponia (Іспанія). Площа кожної ділянки відбору проби становила мінімум 100 см<sup>2</sup> за загальної площі відбору проби від однієї туші 400 см<sup>2</sup>. Проби зберігали і транспортували до 2 годин в умовах, що забезпечували температуру, не вище 6 °С і не допускали підморожування.

Для визначення мікрофлори у товщі охолодженої яловичини за холодильного зберігання проби відбирали за допомогою стерильного буру з площею ріжучої поверхні 5 см<sup>2</sup>. Отримані диски м'язової тканини близько 2 мм товщини відрізували від туш за допомогою стерильного скальпеля і пінцетом ставили у стерильний поліетиленовий пакет. Бур, скальпель і пінцет були простерилізовані після кожної відібраної проби в 70 % етиловому спирті.

Мікробіологічні дослідження м'яса і м'ясних продуктів проводили згідно Регламенту комісії ЄС №2073/2005 [12].

**Визначення загального обсіменіння м'яса.** Для того, щоб визначити загальну кількість мікроорганізмів в 1 г м'яса, проводили підрахунок вирослих колоній у МПА на всій поверхні чашки й множили на розведення наважки (на 10). Підрахунок вели по секторах, для чого дно чашки розбивають на 4–16 секторів гостро заточеним олівцем, цим же олівцем відзначали кожну колонію.

**Вивчення колоній, що виросли на м'ясо-пептонному агарі (МПА).**

Після 20–24-годинного культивування посівів, колонії досліджували за допомогою лупи або під малим збільшенням мікроскопа.

Колонії *Bacillus anthracis* на МПА ростуть у вигляді ниток, що переплітаються, з нерівною поверхнею, їх прийнято порівнювати з «головою медузи».

Колонії *Pasteurella multocida* на МПА ростуть у вигляді дрібних округлених колоній, що просвічуються.

Колонії *Bact. Erysipelatis suis* на МПА ростуть у вигляді дрібних прозорих крапельок роси.

Стафілококи на МПА ростуть у вигляді круглих дрібних колоній білого, жовтогарячого, лимонно-жовтого або золотаво-жовтого кольорів.

Стрептококи й диплококи на МПА ростуть у вигляді дрібних сіруватих, що просвічуються або злегка мутнуватих колоній.

Залежно від результатів мікроскопії мазків і росту на МПА

надалі роблять спеціальні дослідження для ідентифікації мікроорганізму.

**Вивчення колоній, що виросли на середовищі Ендо.** Колонії, що виросли переглядали за допомогою лупи або під малим збільшенням мікроскопа, звертають увагу на ознаки росту характерні для бактерій роду *Salmonella*, *Escherichia*, *Proteus*.

На середовищі *E. coli*, що ферментує лактозу з утворенням кислоти, відрізняється за кольором від колоній сальмонел і протей, які не ферментують цей цукор.

Бактерії групи *E. coli* утворюють на цьому середовищі великі колонії червоного кольору, часто з металевим блиском колонії.

Бактерії групи *Salmonella* утворюють невеликі, округлі, блідорожеві, безбарвні, прозорі або напівпрозорі із блакитним відтінком колонії.

Бактерії групи *Proteus* ростуть у вигляді тонкого прозорого нальоту із блакитним відтінком.

У випадках відсутності росту бактерій на середовищі Блдо через 20–24 години робили посів із середовища накопичення (при посіві безпосередньо матеріалу на це середовище) на одне з елективне середовище Плоскірева, тому що воно інгібує ріст протей або він росте у вигляді ізольованих колоній, а кількість виділених сальмонел є найвищою.

Ліполітичні властивості мікроорганізмів визначали на середовищі з яловичим жиром. Для цього в стерильні чашки Петрі заливали стерильний розплавлений яловичий жир 15–20 см<sup>3</sup> і відразу його зливали. На дні чашки залишався тонкий шар застиглому жиру. Потім в цю чашку вносили 10 см<sup>3</sup> МПА.

Протеолітичні властивості визначали на середовищі зі знежиреним молоком. Для цього до розплавленого і остиглого до 45–50 °С стерильного МПА додавали 10–15 % знежиреного стерильного молока.

Отримані результати досліджень обробляли статистично використовували загально визнані методами варіаційної статистики із залученням програми Statistica 10. Визначали середнє арифметичне –  $M$ , стандартну похибку середньої величини –  $M \pm m$ . Різницю між порівнюваними величинами вважали вірогідною при  $p < 0,05$  за критерієм Ст'юдента.

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

## НУВБІП України

3.1. Рівень контамінації яловичини під час технологічного циклу  
забою та переробки

НУВБІП України Під час виробничого процесу переробки м'ясо забійних тварин проходять серію послідовних виробничих операцій. Швидкість і безперервність кожного з етапів має бути зорієнтовано на максимальне забезпечення свіжості, безпечності,

смакових якостей м'яса і привабливого товарного вигляду кінцевого продукту.

НУВБІП України Розробка конкретних виробничих мікробіологічних критеріїв гігієни повинно базуватися на особливостях процесів забою тварин та первинної їх переробки з врахуванням стану виробничої санітарії та гігієни на кожному конкретному м'ясопереробному підприємстві.

НУВБІП України Первинна переробка тварин на м'ясопереробних підприємствах включає забій і розбирання туш. Забійно-обробний цех є головним цехом будь-якого підприємства з переробки тварин на м'ясо, і від його санітарного стану й послідовності технологічного процесу, в основному, залежить санітарний стан та товарна якість м'ясопродуктів, що випускаються підприємством. Необхідно

НУВБІП України зазначити, що забій є першою технологічною операцією первинної переробки тварин, від ретельності виконання якої залежать якість і стійкість м'яса при зберіганні.

Із метою визначення рівня мікробної контамінації поверхонь туш яловичих ми відбирали проби-змиви на наступних технологічних процесах:

- після зняття шкіри (п'ять місць відбору);
- після нутрування (шість місць відбору);
- після заключного туалету (шість місць відбору).

НУВБІП України Результати моніторингових досліджень рівня контамінації поверхні туш яловичини протягом технологічного процесу забою наведено в таблиці 3.1.

НУВБІП України

Таблиця 3.1

### Результати дослідження контамінації поверхні туш яловичини, (n=54)

Стадія технологічного процесу	Місце відбору проб	МАФАНМ (КУО×10 <sup>3</sup> )/см <sup>2</sup>	Enterobacteriaceae (КУО×10 <sup>2</sup> )/см <sup>2</sup>
Після зняття шкіри	Тазостегнова частина	3,07±0,078	2,76±0,22
	Черевна стінка	3,08±0,081	2,85±0,23
	Грудна стінка	3,12±0,078	2,96±0,23
	Лопатка	3,12±0,077	3,0±0,24
Після нутрування	Шия	3,15±0,080	3,24±0,25
	Нижня частина тазостегнового відрубу	4,48±0,093	5,38±0,41
	Черевна стінка (зовнішня поверхня)	4,5±0,096	5,53±0,42
	Черевна стінка (внутрішня поверхня)	5,68±0,120	9,58±0,91
	Зовнішня частина грудного відрубу	4,55±0,100	5,71±0,43
	Внутрішня частина грудного відрубу	5,71±0,120	8,41±0,62
	Шия (внутрішня поверхня)	4,77±0,100	6,6±0,500
	Нижня частина тазостегнового відрубу	3,17±0,1	2,38±0,19
Після заключного туалету туш	Черевна стінка (зовнішня поверхня)	3,21±0,100	2,46±0,200
	Черевна стінка (внутрішня поверхня)	4,27±0,120	3,59±0,240
	Зовнішня частина грудного відрубу	3,26±0,100	2,58±0,190
	Внутрішня частина грудного відрубу	4,29±0,110	3,75±0,250
	Шия (внутрішня поверхня)	3,5±0,100	3,0±0,240

За результатами, представленими в таблиці 3.1, видно, що під час забою великої рогатої худоби (ВРХ) спостерігається певнине зростання загальної

кількості мікроорганізмів на дослідних ділянках яловичих туш. Після зняття шкіри кількість МАФАНМ на поверхні туш досягає в середньому  $(3,1 \pm 0,01) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>. Після нутрування туш цей показник збільшується на 58 %, досягаючи рівня  $(4,9 \pm 0,02) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>. Найвищий рівень контамінації поверхонь туш МАФАНМ на даному етапі реєстрували на внутрішній поверхні черевної та грудної стінки –  $(5,68 \pm 0,12) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup> та  $(5,71 \pm 0,12) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup> відповідно.

Останнім технологічним етапом при виробництві яловичини є заключний туалет туш. На основі мікробіологічних досліджень встановлено, що після заключного туалету туш (вологий туалет) спостерігається зменшення загальної кількості мікроорганізмів на поверхні туш на 26 % порівняно з етапом нутрування. Але, аналізуючи кількість МАФАНМ на поверхні туш після зняття шкіри та після заключного туалету можна зробити висновок, що кількість МАФАНМ не знижується до початкового рівня, а навіть перевищує його на 16 %  $((3,6 \pm 0,2) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>), що свідчить про неякісний туалет туш.

Крім того виявлено, що бактерії родини *Enterobacteriaceae* займають вагоме місце в складі загальної кількості бактерій, які контамінують контактні поверхні яловичих туш. Збільшення кількості бактерій родини *Enterobacteriaceae* спостерігається протягом технологічного процесу забою починаючи від процесу зняття шкіри, з кожною наступною технологічною операцією, до заключного туалету туш яловичих. Частка бактерій родини *Enterobacteriaceae* по відношенню до показника МАФАНМ становила в середньому: після зняття шкіри – 9,5 %  $((2,97 \pm 7,8) \times 10^2$  КУО/см<sup>2</sup>); після нутрування – 13,9 %  $((6,87 \pm 7,1) \times 10^2$  КУО/см<sup>2</sup>); після заключного туалету – 8,2 %  $((2,96 \pm 7,8) \times 10^2$  КУО/см<sup>2</sup>).

Найвищий рівень контамінації поверхонь туш бактеріями родини *Enterobacteriaceae* реєстрували після нутрування на внутрішній поверхні черевної та грудної стінки –  $(9,58 \pm 0,91) \times 10^2$  КУО/см<sup>2</sup> та  $(8,41 \pm 0,62) \times 10^2$  КУО/см<sup>2</sup> відповідно.

На нашу думку, контамінація сирого м'яса мікроорганізмами починається під час забою, коли на тушу потрапляють мікроорганізми зі шкіри, при

видаленні шлунково-кишкового тракту і лімфатичних вузлів тварини та при сухому (або вологому) туалеті туш, а також з поверхонь устаткування та обладнання.

Аналізуючи можливі шляхи контамінації м'ясних туш ми виявили, що після зняття шкури кількість МАФАНМ на поверхні туш варіює в межах від  $1,6 \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup> до  $7,3 \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>, а кількість бактерій родини *Enterobacteriaceae* – від  $0,42 \times 10^2$  КУО/см<sup>2</sup> до  $12,5 \times 10^2$  КУО/см<sup>2</sup>. Слід зазначити, що найбільші показники МАФАНМ та кількість бактерій родини

*Enterobacteriaceae* спостерігаються при забої ВРХ з дуже забрудненим шерстним покривом тварин, що визначалось нами візуально. Найменша кількість мікроорганізмів після процесу зняття шкур реєструвалась при забої молодняка ВРХ із задовільним санітарно-гігієнічним станом шерстного покриву, що також визначали візуально. Крім того, варто зазначити, що проби-змиви свідомо відбирали у різний проміжок часу від моменту початку забою з метою виявлення фактору впливу додаткових факторів контамінації туш.

В процесі проведення досліджень ми відмічали, що кількість МАФАНМ та бактерій родини *Enterobacteriaceae* на поверхні туш яловичих варіювала протягом робочого часу. Найнижче значення МАФАНМ реєстрували після початку роботи забоїного цеху –  $(2,85 \pm 0,03) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>, а найбільше значення реєстрували під час забою у другу половину робочого часу на ділянці нутрування туш –  $(5,6 \pm 0,06) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>, а отже причиною незадовільного санітарно-гігієнічного стану туш може бути порушення виробничої санітарії.

Таким чином, офіційні мікробіологічні критерії гігієни виробництва м'ясних туш необхідно використовувати як базові. Однак, щоб підприємства, які переробляють м'ясо забійних тварин досягали відповідності чинним мікробіологічним критеріям необхідно не лише дотримуватись правил гігієни та санітарії під час забою, а й постійно контролювати мікробіологічні показники, використовуючи для орієнтиру виробничі критерії, що розроблені на основі мікробіологічних досліджень лікарів-бактеріологів для кожного об'єкта забою.

**Висновок до підрозділу 3.1.** Кількість МАФАНМ та бактерій родини *Enterobacteriaceae* на поверхні туш яловичих варное протягом робочого часу. Найнижче значення МАФАНМ реєструють після початку роботи забійного цеху –  $(2,85 \pm 0,03) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>, а найбільше значення реєструють під час забою у другу половину робочого часу на ділянці нутрування туш –  $(5,6 \pm 0,06) \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>.

### 3.2. Характеристика кількісних змін

#### мікрофлори яловичих стейків «Ті-Боун» сухої витримки

Процес приготування прем'яльних яловичих стейків, у тому числі і стейку «Ті-Боун» базується на дозріванні м'яса. Дозрівання (визрівання) або витримка м'яса – це необхідний технологічний процес підготовки м'ясної сировини для кулінарних цілей, а саме витримування м'ясної сировини при певній температурі і вологості повітря, в результаті якого відбувається розм'якшення в м'ясі м'язової тканини, змінюються фізичні і хімічні властивості, а саме смак, щільність, запах, кольори, а також вологоутримуючі властивості.

Процес сухої витримки стейків проводять у спеціальній камері з прецизійними параметрами повітря, постійній температурі, вологості, чистоті повітря, в якому не буде сторонніх запахів і бактерій, що приведуть продукт в непридатність. Процес охолодження яловичих відрубів в камерах ґрунтується на відведенні від нього тепла зі зниженням температури до рівня, близького до криоскопічної точки. Охолодження забезпечує:

1. Уповільнення росту мікрофлори: розмноження всіх мікроорганізмів, які виробляють харчові токсини (сальмонели, ботулінові палички, тощо) пригнічується або суттєво уповільнюється при температурі нижче 5 °С. При температурі нижче -12 °С припиняється розмноження всіх мікроорганізмів. Ферменти, які утворилися до цієї межі мікробіологічного росту, продовжують діяти, тому м'ясо до холодильної обробки повинно мати бездоганний санітарно-гігієнічний стан.

2. Зниження активності ферментів (нативних і мікробіологічних): внаслідок цього уповільнюється автоліз та псування м'яса, але також і його дозрівання.

3. Уповільнення реакцій окислення: вони викликають прогірклість жиру та потемніння м'яса.

3. Випаровування вологи: м'ясо з підсушеною поверхнею не так швидко покривається слизом, як з вологою.

Зміна якості яловичих стейків у процесі дозрівання відрубів залежить від виду сировини (розміру і маси, товщини жирового покриву), ступеню розвитку автолізу, величини рН (при рН м'яса більше 6,2 терміни зберігання різко зменшуються), початкового мікробіологічного обсіменіння, режимів та умов витримки, може супроводжуватись зміною зовнішнього виду, кольору і консистенції м'яса, зменшенням маси (усушки), формуванням специфічного смаку і запаху, ростом бактерій і плісняви та іншими явищами.

Основною причиною псування яловичих відрубів у процесі дозрівання може бути розмноження психрофільної аеробної мікрофлори, яка різко погіршує органолептичні показники і має токсичність. Розвиток її відбувається в основному в кровоносних судинах поблизу кісток та суглобів. Пліснява розвивається в місцях, де погана циркуляція повітря. Ознаками псування є поява слизу та наявність липкої поверхні м'яса. На ступінь пригнічення життєдіяльності мікробів впливає температура, швидкість теплопроводу, величина рН м'яса, вологий стан поверхні туш. Випаровування вологи з поверхні, супроводжується утворенням шкірочки підсихання, призводить до зниження величини  $a_w$  і, як правило, інгібує життєдіяльність мікроорганізмів.

Тому нами було досліджено динаміку мікробіологічних змін у яловичих відрубках для стейку «Ті-Боун» в процесі їх сухого дозрівання (табл. 3.2.) в умовах холодильного зберігання за температури  $3,0 \pm 0,2$  °С.

Таблиця 3.2

Кількісні зміни мікрофлори яловичих стейків «Ті-Боун» у процесі сухої витримки до 21 доби за температури  $3,0 \pm 0,2$  °С,

КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні,  $M \pm m$ ,  $n=3$

Показники	Вміст бактерій у змивах з поверхні відрубів		
	1 доба	14 доба	21 доба
КМАФАнМ	$7,8 \pm 0,32 \times 10^4$	$1,4 \pm 0,11 \times 10^6$ *	$2,7 \pm 0,10 \times 10^8$ *
Вміст <i>Enterobacteriaceae</i>	$3,1 \pm 0,21 \times 10^1$	$2,7 \pm 0,22 \times 10^3$ *	$4,2 \pm 0,21 \times 10^5$ *
Вміст психротрофних мікроорганізмів	$6,3 \pm 0,30 \times 10^3$	$2,3 \pm 0,12 \times 10^6$ *	$3,3 \pm 0,20 \times 10^8$ *
Вміст сальмонел	0	0	0
Вміст лістерій	0	0	0
Вміст грибів, дріжджів	$1,2 \pm 0,12 \times 10^3$	$4,0 \pm 0,21 \times 10^3$ *	$1,2 \pm 0,11 \times 10^4$ *
Вміст ентерококів, в т.ч. <i>E. faecalis</i>	$1,7 \pm 0,11 \times 10^3$	$2,2 \pm 0,13 \times 10^6$ *	$8,1 \pm 0,51 \times 10^1$ *
	$5,4 \pm 0,23 \times 10^2$	$4,1 \pm 0,21 \times 10^1$ *	0

Примітка: \* $p < 0,05$  – порівняно з першою добою.

Нашими дослідженнями встановлено, що за умов відповідності умов забою та заготівлі яловичини ветеринарно-санитарним вимогам на м'ясопереробних підприємствах параметри контамінації мікроорганізмами яловичих відрубів відповідали нормативам встановленим Регламентом ЄС №2073/2005 (а саме, допустимий вміст МАФАнМ до 100 тис. КУО/см<sup>2</sup> поверхні або до 1 млн. КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні) [12].

Також виявлено, що через 14 діб сухої дозрівання яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» за дотримання постійної температури 3,0 °С загальна кількість мезофільних мікроорганізмів на поверхні відрубів зростає у 16,6 рази ( $p < 0,05$ ), а через 21 добу – аж у 3 350 разів ( $p < 0,05$ ). Таким чином, контамінація відрубів стейку «Ті-Боун» мезофільними мікроорганізмами через 14 та 21 добу сухої

витримки перевищувала допустимий рівень згідно з нормативами у 1,3 рази та 258 разів відповідно.

Кількість ентеробактерій на поверхні відрубів також збільшувалась упродовж процесу сухої витримки. Зокрема, через 14 діб сухого дозрівання яловичих відрубів стейків «Ті-Боун» за температури 3,0 °С кількість *Enterobacteriaceae* на поверхні відрубів зростає у 87 разів ( $p < 0,05$ ), і відповідає встановленим нормативам до 316,22 КУО/см<sup>2</sup> поверхні або до 3162,2 КУО/см<sup>3</sup> змиву. Тоді як, за продовження періоду сухого дозрівання до 21 доби спричинило підвищення кількості *Enterobacteriaceae* у тисячі разів з перевищенням допустимого рівня обсіменіння згідно з регламентом ЄС.

Що ж стосується групи психротрофних мікроорганізмів, які активно розвиваються за температури 3,0 °С, то їх кількість на яловичих відрубках стейку «Ті-Боун» на 14 добу дозрівання зросла у 350 разів ( $p < 0,05$ ), а на 21 добу – у 52 тисячі разів ( $p < 0,05$ ).

За порівняння динаміки розвитку психротрофних мікроорганізмів та МАФАНМ у ході сухої витримки яловичини за температури 3,0 °С нами була встановлена наступна тенденція. Група психротрофних мікроорганізмів, виявлених на поверхні остиглих яловичих відрубів (1 доба) була в 12,4 рази меншою порівняно з групою КМАФАНМ. Однак, через активніші темпи розмноження за даної температури кількість психротрофних мікроорганізмів на 14 добу сухої витримки була вже більшою в 1,7 рази ( $p < 0,05$ ).

Таким чином встановлено, що психротрофні мікроорганізми охолодженої яловичини у процесі сухого дозрівання становлять основну домінуючу мікрофлору, а це, в свою чергу, вказує на головну роль даної групи мікробіоти у виникненні мікробіологічних вад яловичини загалом та стейків, як кінцевого продовольчого продукту, зокрема.

Дослідження динаміки розвитку колоній грибів та дріжджів у процесі сухої витримки яловичини показало, що ці групи мікроорганізмів розмножувались на поверхнях яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» значно повільніше, ніж група психротрофних бактерій. Зокрема, через 14 діб сухої витримки кількість грибів

та дріжджів на поверхні відрубів зростає у 3,5 рази ( $p < 0,05$ ), а через 21 добу – у 10 разів ( $p < 0,05$ ).

На завершення періоду сухого дозрівання, а саме на 21 добу витримки, вміст грибів і дріжджів на поверхні яловичих відрубів в середньому становив  $104 \text{ КУО/см}^3$  змиву. Слід зазначити, що такий рівень присутності цих мікроорганізмів на дозрілій яловичині не відіграє важливої ролі у псуванні стейків.

Однак, абсолютно протилежна ситуація виявлена нами щодо вмісту на поверхні яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» ентерококів. Так, загальна кількість ентерококів через 14 діб сухої витримки відрубів зменшилась у 7,8 разів ( $p < 0,05$ ) порівняно початковими параметрами (1 доба), а через 21 добу – у 20,4 рази ( $p < 0,05$ ) і становила лише  $8,1 \pm 0,51 \text{ КУО/см}^3$  змиву з поверхні м'яса.

Через 14 діб сухої витримки яловичих відрубів вміст *E. faecalis* на їх поверхні зменшився у 13,3 рази ( $p < 0,05$ ), тоді як на 21 добу дозрівання м'яса дана група мікроорганізмів взагалі не виділялася. Слід зауважити, що цей факт свідчить про те, що температурний та повітряний режим сухої витримки яловичих відрубів несприятливий для розвитку бактерій *E. faecalis* і вони поступово гинуть.

Важливим фактом, який свідчить зокрема про дотримання відповідності умов забою та заготівлі яловичини ветеринарно-санітарним вимогам на м'ясопереробному підприємстві, є відсутність у змивах з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» у процесі їх сухої витримки сальмонел та лістерій.

Підсумовуючи вищенаведене можна стверджувати, що суха витримка яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» з початковим умістом МАФАМІ в межах  $7,0 - 8,0 \times 10^4 \text{ КУО/см}^3$  змиву з поверхні та психротрофних бактерій  $5,0 - 7,0 \times 10^3 \text{ КУО/см}^3$  за температури  $3,0 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$  можлива лише упродовж 14 діб, надалі мікробіологічні показники перевищують допустимі нормативи і відруби яловичини є небезпечними для використання.

Водночас, загальновідомо, що суха витримка яловичих відрубів за температури  $3,0 \text{ }^\circ\text{C}$  дозволяє зберегти первинні властивості свіжого продукту,

порівняно із замороженим, а також покращити смакові та ароматичні властивості стейків за рахунок автолізу м'яса. Тому під час застосування технології сухого дозрівання яловичих відрубів за температури  $3,0^{\circ}\text{C}$  необхідно, в першу чергу, досягати зниження початкового обсіменіння туш мікроорганізмами за рахунок покращення ветеринарно-санітарних умов заготівлі м'яса в м'ясопереробних підприємствах.

**Висновки до підрозділу 3.2.** Встановлено, що психротрофічні мікроорганізми охолодженої яловичини у процесі сухого дозрівання становлять основну домінуючу мікрофлору, а це, в свою чергу, вказує на головну роль даної

групи мікробіоти у виникненні мікробіологічних вад яловичини загалом та стейків, як кінцевого продовольчого продукту, зокрема. Група психротрофічних мікроорганізмів, виявлених на поверхні остиглих яловичих відрубів (1 доба) була в 12,4 рази меншою порівняно з групою КМАФАнМ. Однак, через

активніші темпи розмноження за даної температури кількість психротрофічних мікроорганізмів на 14 добу сухої витримки була вже більшою в 1,7 рази ( $p < 0,05$ ).

Встановлено, що суха витримка яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» з початковим умістом МАФАнМ в межах  $7,0\text{--}8,0 \times 10^4$  КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні та психротрофічних бактерій  $5,0\text{--}7,0 \times 10^3$  КУО/см<sup>3</sup> за температури  $3,0 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$

можлива лише упродовж 14 діб, надалі мікробіологічні показники перевищують допустимі нормативи і відруби яловичини є небезпечними для використання.

Водночас, загальновідомо, що суха витримка яловичих відрубів за температури  $3,0^{\circ}\text{C}$  дозволяє зберегти первинні властивості свіжого продукту,

порівняно із замороженим, а також покращити смакові та ароматичні властивості стейків за рахунок автолізу м'яса. Тому під час застосування технології сухого дозрівання яловичих відрубів за температури  $3,0^{\circ}\text{C}$  необхідно, в першу чергу, досягати зниження початкового обсіменіння туш мікроорганізмами за рахунок покращення ветеринарно-санітарних умов заготівлі м'яса в м'ясопереробних підприємствах.

### 3.3. Дослідження ліполітичних і протеолітичних властивостей психротрофних мікроорганізмів виділених з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун»

Нами було вивчено ліполітичні і протеолітичні властивості у психротрофних мікроорганізмів виділених з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» за при їх постановці на суху витримку. А саме психротрофна мікроорганізми під час зберігання за температури холодильника, в основному продукують протеолітичні і ліполітичні ферменти, з активністю яких пов'язують виникнення технологічних вад м'яса. У таблиці 3.3 наведено результати досліджень продукції вище згадуваних ферментів психротрофними мікроорганізмами виділених з яловичих відрубів.

Таблиця 3.3

#### Ліполітичні властивості психротрофних мікроорганізмів, виділених з яловичих відрубів, n=3, %

Психротрофні мікроорганізми	Тривалість дозрівання, днів		
	0	14	21
<i>Acinetobacter spp.</i>	24,1±0,4	33,7±0,8	37,2±0,7
<i>Pseudomonas spp.</i>	64,2±2,1	88,5±4,5	90,3±4,1
<i>Alcaligenes spp.</i>	58,7±1,9	75,4±3,1	71,8±2,8
<i>Flavobacterium spp.</i>	71,5±2,5	96,4±3,2	92,1±4,8
<i>Aeromonas spp.</i>	33,4±1,5	54,2±2,3	56,1±2,5
БГКП	22,6±1,4	47,1±1,5	42,8±1,2
Гриби	59,8±2,1	89,4±5,2	94,7±4,0

Виявлено, що під час постановки відрубів на суху витримку, найбільш активні щодо ліполізу – це такі психротрофні роди бактерій, як *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибкова мікрофлора. Ці мікроорганізми продукували, в середньому в 60–70 % випадків ліполітичні ферменти. Найменш

ліполітично активні виявилися бактерії родів *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП, які продукували від  $22,6 \pm 1,4$  до  $35,1 \pm 1,7$  % випадків вище згадуванні ферменти.

Таким чином, отримані дані встановили, що під час постановки відрубів на дозрівання, кількість культур, які проявляють ліполітичні властивості серед бактерій родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибів, практично в 2 рази більша, ніж у бактерій *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП. Це вказує на необхідність максимального зниження цих мікроорганізмів на об'єктах м'ясопереробних підприємств з метою мінімізації обсіменіння яловичих туш під час забою і первинної переробки та в подальшому запобіганню виникненню вад під час сухої витримки стейків.

Виявлено, що кількість культур психротрофних мікроорганізмів, які проявляли ліполітичні властивості та виділялися з охолодженої яловичини, була практично однаковою. Так, найбільш ліполітично активні роди *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та гриби проявляли ліполітичні властивості в  $88,5 \pm 4,5$  –  $96,4 \pm 3,2$  % випадків.

Також встановлено, що збільшення кількості виділених ліполітично активних культур із яловичих відрубів упродовж їх сухої витримки (до 21 доби), вказує на те, що за цих умов психротрофи не припиняють свого розвитку, але адаптують свій метаболізм до нових умов середовища – багатих на жир. Внаслідок цього більша кількість культур психротрофної мікрофлори, яка виділена з охолодженої і примороженої яловичини продукують ліполітичні ферменти.

Виявлено, що під час постановки відрубів на суху витримку, найбільш активні щодо протеолізу – це такі психротрофні роди бактерій, як *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибова мікрофлора (табл. 3.4). Ці мікроорганізми продукували, в середньому в 60–70 % випадків протеолітичні ферменти. Найменш протеолітично активні виявилися бактерії родів *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП, які продукували від  $22,6 \pm 1,4$  до  $35,1 \pm 1,7$  % випадків вище згадуванні ферменти. Також дані дослідження виявили, що

ліполітична і протеолітична активність у психротрофних мікроорганізмів корелює між собою.

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.4

Протеолітичні властивості психротрофних мікроорганізмів, виділених з

яловичих відрубів, n=3, %

Психротрофні мікроорганізми	Тривалість дозрівання, днів		
	0	14	21
<i>Acinetobacter spp.</i>	24,1±0,4	33,7±0,8	37,2±0,7
<i>Pseudomonas spp.</i>	64,2±2,1	88,5±4,5	93,2±3,0
<i>Alcaligenes spp.</i>	62,1±2,1	75,4±3,1	71,8±2,8
<i>Flavobacterium spp.</i>	71,5±2,5	96,4±5,2	92,1±4,8
<i>Aeromonas spp.</i>	35,1±1,7	60,3±2,5	59,2±2,3
БГКП	34,8±1,6	52,4±2,2	42,8±1,2
Гриби	67,5±2,9	89,4±5,2	94,7±4,0

Таким чином, отримані дані встановили, що під час постановки відрубів на дозрівання, кількість культур, які проявляють протеолітичні властивості серед бактерій родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибів, практично в 2 рази більша, ніж у бактерій *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП. Це вказує на необхідність максимального зниження цих мікроорганізмів на об'єктах м'ясопереробних підприємств з метою мінімізації обсіменіння яловичих туш під час забою і первинної переробки та в подальшому запобіганню виникненню вал під час сухої витримки стейків.

Виявлено, що кількість культур психротрофних мікроорганізмів, які проявляли протеолітичні властивості та виділялися з охолодженої яловичини, була практично однаковою. Так, найбільш ліполітично активні роди *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та гриби проявляли ліполітичні властивості в 88,5±4,5 – 96,4±5,2 % випадків.

# НУБІП УКРАЇНИ

Також встановлено, що збільшення кількості виділених протеолітично активних культур із яловичих відрубів упродовж їх сухої витримки (до 21 доби), вказує на те, що за цих умов психротрофи не припиняють свого розвитку, але адаптують свій метаболізм до нових умов середовища – багатих на білок.

Внаслідок цього більша кількість культур психротрофної мікрофлори, яка виділена з охолодженої і примороженої яловичини продукують протеолітичні ферменти.

**Висновки до підрозділу 3.3.** Виявлено, що під час постановки відрубів на суху витримку, найбільш активні щодо ліполізу і протеолізу – це такі психротрофні роди бактерій, як *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибова мікрофлора. Ці мікроорганізми продукували, в середньому в 60–70 % випадків ліполітичні і протеолітичні ферменти. Найменш ліполітично і протеолітично активні виявилися бактерії родів *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП, які продукували 22,6–35,1 % випадків вище згадуванні ферменти. Також дані дослідження виявили, що ліполітична і протеолітична активність у психротрофних мікроорганізмів корелює між собою.

Виявлено, що під час постановки відрубів на дозрівання, кількість культур, які проявляють ліполітичні і протеолітичні властивості серед бактерій родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибів, практично в 2 рази більша, ніж у бактерій *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП. Це вказує на необхідність максимального зниження цих мікроорганізмів на об'єктах м'ясопереробних підприємств з метою мінімізації обсіменіння яловичих туш під час забою і первинної переробки та в подальшому запобіганню виникненню вад під час зберігання.

Встановлено, що кількість культур психротрофних мікроорганізмів, які проявляли ліполітичні і протеолітичні властивості та виділялися з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» у процесі його сухого дозрівання, була практично однаковою. Так, найбільш ліполітично та протеолітично активні роди *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та гриби проявляли ліполітичні та протеолітичні властивості в 88,5–96,4 % випадків.

Доведено, що збільшення кількості виділених ліполітично і протеолітично активних культур із яловичих відрубів упродовж їх сухої витримки (до 21 доби), вказує на те, що за цих умов психротрофи не припиняють свого розвитку, але адаптують свій метаболізм до нових умов середовища – багатих на жир і білок.

Внаслідок цього більша кількість культур психротрофної мікрофлори, яка виділена з охолодженої і примороженої яловичини продукують ліполітичні та протеолітичні ферменти.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 4

## АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Суша витримка передбачає дозрівання неупакованих відрубів яловичини на відкритих стелажах у камері з контрольованою температурою, вологістю та рухом повітря [103, 111]. Незважаючи на можливі втрати через випаровування, утворення кірки та ризик забруднення мікроорганізмами під час витримки, а також необхідного додаткового технологічного устаткування та матеріалів [100, 111], споживачі готові платити за такий дорогий продукт як витримані яловичі стейки через їх високі смакові якості [39]. Саме тому дослідження динаміки розвитку мікробіоти яловичих стейків сухої витримки є актуальним.

Суша витримка яловичих відрубів за температури  $3,0^{\circ}\text{C}$  дозволяє зберегти первинні властивості свіжого продукту, порівняно із замороженим, а також покращити смакові та ароматичні властивості стейків за рахунок автолізу м'яса.

Тому під час застосування технології сухого дозрівання яловичих відрубів за температури  $3,0^{\circ}\text{C}$  необхідно, в першу чергу, досягати зниження початкового обсіменіння туш мікроорганізмами за рахунок покращення ветеринарно-санітарних умов заготівлі м'яса в м'ясопереробних підприємствах. Адже нашими дослідженнями встановлено, що кількість МАФАНМ та бактерій родини

*Enterobacteriaceae* на поверхні яловичих туш варіює протягом робочого часу.

Найнижче значення МАФАНМ реєструють після початку роботи забійного цеху ( $2,85 \pm 0,03$ )  $\times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>, а найбільше значення реєструють під час забою у

другу половину робочого часу на ділянці нутрування туш – ( $5,6 \pm 0,06$ )  $\times 10^3$

КУО/см<sup>2</sup>. Отримані у роботі дані співпадають з результатами інших досліджень

в яких описано, що кількість МАФАНМ та бактерій родини *Enterobacteriaceae* на

поверхні яловичих туш варіює протягом робочого часу, а найбільше їх значення

реєструють під час забою у другу половину робочого часу на ділянці нутрування

туш [80, 92, 99].

За умови витримки яловичини у охолоджену стані, що є основою технологічного процесу волого і сухого дозрівання, зміни у м'ясі відбуваються за рахунок розмноження психротрофної мікрофлори [33, 124], що і підтверджено

даними дослідженнями. Так нами виявлено, що психротрофні мікроорганізми охолодженої яловичини у процесі сухого дозрівання становлять основну домінуючу мікрофлору, а це, в свою чергу, вказує на головну роль даної групи мікробіоти у виникненні мікробіологічних вад яловичини загалом та стейків, як кінцевого продовольчого продукту, зокрема. Група психротрофних мікроорганізмів, виявлених на поверхні остиглих яловичих відрубів (1 доба) була в 12,4 рази меншою порівняно з групою КМАФАнМ. Однак, через активніші темпи розмноження за даної температури кількість психротрофних мікроорганізмів на 14 добу сухої витримки була вже більшою в 1,7 рази ( $p < 0,05$ ).

Таким чином, враховуючи нормативи, а саме, допустимий вміст МАФАнМ до 100 тис. КУО/см<sup>2</sup> поверхні або до 1 млн. КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні [12], встановлено, що суха витримка яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» з початковим вмістом МАФАнМ в межах  $7,0-8,0 \times 10^4$  КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні та психротрофних бактерій  $5,0-7,0 \times 10^3$  КУО/см<sup>3</sup> за температури  $3,0 \pm 0,2$  °C можлива лише упродовж 14 днів, надалі мікробіологічні показники перевищують допустимі нормативи і відруби яловичини є небезпечними для використання. Водночас, у літературі зустрічаються повідомлення про зниження кількості мезофільної та психротрофної мікробіоти за сухої 34-добової витримки [84]. Це

пов'язано з відсутністю упаковки під час сухої витримки яловичини, що призводить до зневоднення поверхні м'яса, зниження активності води, а це в свою чергу створює несприятливі умови для росту різних мікроорганізмів [25].

Зменшення активності води також пояснює зменшення лаг-фази у мезофільних бактерій за сухої витримки більше 14 днів. Цікаво, що для ентеробактерій, плісняви та дріжджів такого ефекту не спостерігалось [52, 70].

При температурі 5 °C і вище розвиваються гнильні процеси, що викликаються аеробними і анаеробними мезофільними мікроорганізмами, що володіють активними протеолітичними властивостями. У початкових стадіях процесу беруть участь переважно кокові форми бактерій, потім їх витісняють паличкоподібні бактерії. З аеробів найбільш активні бактерії роду *Pseudomonas*, *Bacillus subtilis*, *Alcaligenes faecalis*; з факультативно-анаеробних протей

(*Proteus vulgaris*); з анаеробів частіше розвиваються *Clostridium sporogenes*, *Cl. putrificum*. Псування м'яса при вказаній вище температурі настає дуже швидко

– протягом декількох діб. Можуть розвиватися також умовно-патогенні і патогенні мікроорганізми [11]. При зберіганні м'яса при температурі нижче 5°C склад його початкової мікрофлори поступово змінюється і стає одноріднішим.

Мезофільні бактерії перестають розмножуватися, а деякі навіть відмирають. Розвиваються психротрофні мікроорганізми; перше місце (до 80% і більш за всю мікрофлору) займають безспоріві бактерії роду *Pseudomonas*. Багато хто з них

володіє не тільки протеолітичною, але і ліполітичною активністю [11, 25], що і

підтверджують наші дослідження. Зокрема виявлено, що під час постановки відрубів на суху витримку, найбільш активні щодо ліполізу і протеолізу – це такі психротрофні роди бактерій, як *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та

грибкова мікрофлора. Ці мікроорганізми продукували, в середньому в 60–70 % випадків ліполітичні і протеолітичні ферменти. Найменш ліполітично і

протеолітично активні виявилися бактерії родів *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП, які продукували 22,6–35,1 % випадків вище згадувані ферменти. Також дані дослідження виявили, що ліполітична і протеолітична активність у

психротрофних мікроорганізмів корелює між собою.

Також наші дослідження показали, що під час постановки відрубів на дозрівання, кількість культур, які проявляють ліполітичні і протеолітичні властивості серед бактерій родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та

грибів, практично в 2 рази більша, ніж у бактерій *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП. Це вказує на необхідність максимального зниження цих мікроорганізмів

на об'єктах м'ясопереробних підприємств з метою мінімізації обсіменіння яловичих туш під час забою і первинної переробки та в подальшому запобіганню виникненню вад під час зберігання. Кількість культур психротрофних

мікроорганізмів, які проявляли ліполітичні і протеолітичні властивості та виділялися з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» у процесі його сухого дозрівання, була практично однаковою. Так, найбільш ліполітично та

протеолітично активні роди *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та гриби проявляли ліполітичні та протеолітичні властивості в 88,5–96,4 % випадків.

Таким чином, збільшення кількості виділених ліполітично і протеолітично активних культур із яловичих відрубів упродовж їх сухої витримки (до 21 доби),

вказує на те, що за цих умов психротрофи не припиняють свого розвитку, але

адаптують свій метаболізм до нових умов середовища – багатих на жир і білок.

Внаслідок цього більша кількість культур психротрофної мікрофлори, яка виділена з охолодженої яловичини продукують ліполітичні та протеолітичні

ферменти. Отримані дані узгоджуються з результатами інших досліджень з

вивчення ліполітичних та протеолітичних властивостей мікробіоти виділеної з

яловичини у процесі її дозрівання [40, 45, 104]. Слід також відзначити, що

виділений з яловичих відрубів активний рід *Pseudomonas* є основним збудником

псування охолодженого м'яса, що зберігається при низьких позитивних

температурах в звичайних (аеробних) умовах. Переважання псевдомонад є

результатом не тільки їх підвищеної холодостійкості і швидкості розмноження в

порівнянні з іншими, мікроорганізмами, що знаходяться на охолодженому м'ясі,

але і їх здатності пригнічувати розвиток багатьох бактерій [11].

## ВИСНОВКИ

1. Виявлено, що кількість МАФАНМ та бактерій родини *Enterobacteriaceae* на поверхні яловичих туш варіює протягом робочого часу. Найнижче значення МАФАНМ реєструють після початку роботи забійного цеху –  $2,85 \pm 0,03 \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>, а найбільше значення реєструють під час забою у другу половину робочого часу на ділянці нутрування туш –  $5,6 \pm 0,06 \times 10^3$  КУО/см<sup>2</sup>.

2. Встановлено, що психротрофічні мікроорганізми охолодженої яловичини у процесі сухого дозрівання становлять основну домінуючу мікрофлору, а це, в свою чергу, вказує на головну роль даної групи мікробіоти у виникненні мікробіологічних вад яловичини загалом та стейків, як кінцевого продовольчого продукту, зокрема. Група психротрофічних мікроорганізмів, виявлених на поверхні остиглих яловичих відрубів (1 доба) була в 12,4 рази меншою порівняно з групою КМАФАНМ. Однак, через активніші темпи розмноження за даної температури кількість психротрофічних мікроорганізмів на 14 добу сухої витримки була вже більшою в 1,7 рази ( $p < 0,05$ ).

3. Встановлено, що суха витримка яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» з початковим умістом МАФАНМ в межах  $7,0 - 8,0 \times 10^4$  КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні та психротрофічних бактерій  $5,0 - 7,0 \times 10^3$  КУО/см<sup>3</sup> за температури  $3,0 \pm 0,2$  °C можлива лише упродовж 14 діб, надалі мікробіологічні показники перевищують допустимі нормативи і відруби яловичини є небезпечними для використання.

4. Виявлено, що під час постановки відрубів на суху витримку, найбільш активні щодо ліполізу і протеолізу – це такі психротрофічні роди бактерій, як *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибкова мікрофлора. Ці мікроорганізми продукували, в середньому в 60–70 % випадків ліполітичні і протеолітичні ферменти. Найменш ліполітично і протеолітично активні виявилися бактерії родів *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП, які продукували 22,6–35,1 % випадків вище згадуванні ферменти. Також дані дослідження виявили, що ліполітична і протеолітична активність у психротрофічних мікроорганізмів корелює між собою.

5. Встановлено, що кількість культур психротрофних мікроорганізмів, які проявляли ліполітичні і протеолітичні властивості та виділялися з яловичих відрубів стейку «Ті-Боун» у процесі його сухого дозрівання, була практично однаковою. Так, найбільш ліполітично та протеолітично активні роди *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та гриби проявляли ліполітичні та протеолітичні властивості в 88,5–96,4% випадків.

6. Доведено, що збільшення кількості виділених ліполітично і протеолітично активних культур із яловичих відрубів упродовж їх сухої витримки (до 21 доби), вказує на те, що за цих умов психротрофи не припиняють свого розвитку, але адаптують свій метаболізм до нових умов середовища – багатих на жир і білок. Внаслідок цього більша кількість культур психротрофної мікрофлори, яка виділена з охолодженої і примороженої яловичини продукують ліполітичні та протеолітичні ферменти.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Суха витримка яловичих відрубів за температури  $3,0^{\circ}\text{C}$  дозволяє зберегти первинні властивості свіжого продукту, порівняно із замороженим, а також покращити смакові та ароматичні властивості стейків за рахунок автолізу м'яса.

Тому під час застосування технології сухого дозрівання яловичих відрубів за температури  $3,0^{\circ}\text{C}$  необхідно, в першу чергу, досягати зниження початкового обсіменіння туш мікроорганізмами за рахунок покращення ветеринарно-санітарних умов заготівлі м'яса в м'ясопереробних підприємствах.

Під час постановки відрубів на дозрівання, кількість культур, які проявляють ліполітичні і протеолітичні властивості серед бактерій родів *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* та грибів, практично в 2 рази більша, ніж у бактерій *Acinetobacter*, *Aeromonas* і БГКП. Це вказує на необхідність максимального зниження цих мікроорганізмів на об'єктах м'ясопереробних підприємств з метою мінімізації обсіменіння яловичих туш під час забою і первинної переробки та в подальшому запобіганню виникненню вад під час зберігання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бірта Г. О., Бургу Ю. Г. Зміни якості свинини в процесі збереження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. №2. С. 77–78.

2. Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І. Біохімія м'яса: навчальний посібник. Житомир, 2013. 150 с.

3. Гніпевич В.А. Харчові технології. Технологія продуктів тваринного походження: навч. посібник. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2022. 246 с.

4. Єфімова О. М., Касянчук В. В. Аналіз мікробіологічної безпеки національної продукції тваринного походження, призначеної для експорту.

*Ветеринарна медицина України*. 2013. № 1(215). С. 30–34.

5. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів» №771/97 ВР (23.12.1997) та №191-У від 24.10.2002.

В редакції Закону № 2042-VIII від 04.04.2018.

6. Касянчук В.В., Микитюк П.В., Олійник Л.В. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології переробки продуктів тваринництва: Підручник. Вінниця: «Нова Книга», 2007. 480 с.

7. Клименко М. М., Віннікова Л. Г., Береза І. Г. Технологія м'яса та м'ясних продуктів. Київ, 2006. 638 с.

8. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів: навч. посіб. К.: НУХТ, 2007. 335 с.

9. Методичні рекомендації щодо відбору проб з туш тварин для мікробіологічних досліджень. [В. О. Загребельний, О. М. Якубчак, Т. О. Гаркавенко, А. О. Меженський]. К., ДНДЛДВСЕ, 2011. 25 с.

10. М'ясо. Яловичина та телятина в тушах, півтушах і четвертинах. Технічні умови. ДСТУ 6030:2008 [Чинний від 200-04-01]. К.: Держспоживстандарт.

11. Пількевич Н.Б., Боярчук О.Д. Мікробіологія харчових продуктів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Луганськ: Альма-матер, 2008. 152 с.

12. Регламент №2073/2005 Комісії (ЄС) про мікробіологічні критерії, які застосовуються до харчових продуктів. Брюссель, 15 листопада 2005 р. 26 с.

13. Редіонова К. О. Мікробіологічний контроль якості харчових продуктів. Збірник тез доповідей щорічної науково-практичної конференції Луганського нац. аграр. ун-ту (Харків, 29 січня 2016р.). 2016. С. 66–68.

14. Салата В.З., Кухтин М.Д. Мікрофлора охолодженої і примороженої яловичини за холодильного зберігання. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. «Ветеринарні науки»*. 2017. Вип. 34 (2). С. 332–336.

15. Салата, В.З., Кухтин, М.Д., Семанюк, В.І. та Персій, Ю.Б. Динаміка мікрофлори охолодженої і примороженої яловичини за її зберігання. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2017. Вип. 19 (73). С. 178–182.

16. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів: Підручник; Львівська комерційна академія. 2-ге вид., перероб. та доп. К.: Центр учбової літератури, 2009. 378 с.

17. Скибіцький В.Г., Власенко І.Г., Ібатулліна Ф.Ж., Козловська Г.В., Мельник М.В. Мікробіологія м'яса та м'ясопродуктів (практикум) навч. посібник. Вінниця: «Едельвейс і К», 2008. 308с

18. Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.

19. Стріха Л. О. Біохімія м'яса і м'ясних продуктів: курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2015. 84 с.

20. Якубчак О. М., Кравчук В. В. Порівняльна оцінка методів дослідження якості м'яса. *Наукові доповіді НАУ*. 2008. № 10. С. 1–8.

21. Якубчак О. М., Ткачук С. А., Тютюн А. І. Вплив режимів та термінів заморожування яловичини на ступінь бактеріального обсіменіння м'яса. *Наукові доповіді НУБіП*. 2012. № 4(33). С. 1–7

22. Ahnström M.L., Seyfert M., Hunt M.C., Johnson D.E. Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour. *Meat Science*. 2006. Vol. 73(4). P. 674–679.

23. Alexandre E., Brandao T. R. S., Silva C. L. M. Frozen food and technology. John Wiley and Sons, Ltd and Scrivener Publishing. USA, 2013. P. 123–150.

24. AMPC and MLA. Australian Meat Processor Corporation and Meat & Livestock Australia. Meat technology update; Dry aging of beef. 2010. URL: [http://www.ampc.com.au/site/assets/media/Factsheets/Food-Safety-Meat-Science-Market-Access-Marketing-Consumer/MTU\\_2010\\_Dry-aging-of-beef.pdf](http://www.ampc.com.au/site/assets/media/Factsheets/Food-Safety-Meat-Science-Market-Access-Marketing-Consumer/MTU_2010_Dry-aging-of-beef.pdf) (date of application 23.09.2023).

25. Anderson S.S. Editorial overview: Food microbiology. *Current Opinion in Food Science*. 2022. Vol. 44. P. 100811,

26. Azza E.A., Sania T.E., Weam M.B. Study on Hormonal and Heavy metals residues in fresh beef meat. *Egyptian Journal of Chemistry and Environmental Health*. 2015. Vol. 1. P. 551–562.

27. Baird B. Dry aging enhances palatability of beef, Beef safety and quality. 2008. URL:

<http://www.beefusa.org/uDocs/dryagingenhancespalatabilityofbeef164.pdf> (date of application 30.09.2023).

28. Banaszkiwicz T., Bialek A., Tokarz A., Kaszperuk K. Effect of dietary grape and pomegranate seed oil on the post-slaughter value and physicochemical properties of muscles of broiler chickens. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 2018. Vol. 17(3). P. 199–209.

29. Barcenilla C., Ducic M., López M., Prieto M., Alvarez-Ordóñez A. Application of lactic acid bacteria for the biopreservation of meat products: A systematic review. *Meat Science*. 2022. Vol. 183. P. 108661.

30. Bischof G., Witte F., Terjung N., Januschewski E., Heinz V., Juadjur A., Gibis M. Effect of sampling position in fresh, dry-aged and wet-aged beef from M

Longissimus dorsi of Simmental cattle analyzed by  $^1\text{H}$  NMR spectroscopy. *Food Research International*. 2022. Vol. 156. P. 111334.

31. Cagri A., Ustunol Z., Ryser E.T. Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*. 2004. Vol. 67. P. 833–848.

32. Campbell R.E., Hunt M.C., Chambers L.P. Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle. *Journal of Food Science* 2001. Vol. 66. P. 196–199.

33. Cheng Y., Zhang S., Zhang C., Mi X., Zhang W., Wang L. *Escherichia coli* O157:H7 is challenged by the presence of *Pseudomonas*, but successfully co-existed in dual-species microbial communities. *Food Microbiology*. 2022. Vol. 106. P. 104034.

34. Damaziak K., Pietrzak D., Michalczyk M., Adamczak L., Chmiel M., Florowski T., Gozdowski D., Niemiec J. Early and 24 h post-mortem thigh (ilio tibialis) muscle metabolism and meat quality in two genetic types of turkeys and their reciprocal crosses, raised under semi-confined conditions. *British Poultry Science*. 2018. Vol. 59(1). P. 45–54.

35. Damez J.-L., Clerjon S. Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Science*. 2008. Vol. 80. P. 132–149.

36. Dashdorj D., Amna T., Hwang I.H. Influence of specific taste active components on meat flavor as affected by intrinsic and extrinsic factors: an overview. *European Food Research and Technology*. 2015. Vol. 24. P. 157–171.

37. Da Silva Bernardo A.P., Da Silva A.C.M., Ferreira F.M.S., Da Silva Do Nascimento M., Pflanzler S.B. The effects of time and relative humidity on dry-aged beef: Traditional versus special bag. *Food Science and Technology International*. 2020. Vol. 27(7). P. 626–634).

38. da Silva Bernardo A. P., Marinelli Saraiva Ferreira F., Muniz Da Silva A.C., Souza Prestes F., Francisco V.C., Tieko Nassu R., da Silva Do Nascimento M., Bertelli Pflanzler S. Dry-aged and wet-aged beef: Effects of aging time and temperature on microbiological profile, physicochemical characteristics, volatile compound profile

and weight loss of meat from Nellore cattle (*Bos indicus*). *Animal Production Science*. 2021. Vol. 61(14). P. 1497–1509.

39. Dashdorj D., Tripathi V.K., Cho S., Kim Y., Hwang I. Dry aging of beef: Review. *Journal of Animal Science and Technology*. 2016. Vol. 58. P. 20.

40. Dave D., Ghaly A.E. Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 2011. Vol. 6(4). P. 486–510.

41. DeGreer S.L., Hunt M.C., Bratcher C.L., Crozier-Dodson B.A., Johnson D.E., Stika J.F. Effects of dry age of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. *Meat science*. 2009. Vol. 83. P. 768–774.

42. Delhalle L., Korsak N., Taminau B., Nezer C., Buteau S., Delcenserie V., Pouillet J.B., Daube G. Exploring the Bacterial Diversity of Belgian Steak Tartare Using Metagenetics and Quantitative Real-Time PCR Analysis. *Journal of Food Protection*. 2016. Vol. 79(2). P. 220–229.

43. Durantou F., Guillou S., Simonin H., Chéret R., de Lamballerie M. Combined use of high pressure and salt or sodium nitrite to control the growth of endogenous microflora in raw pork meat. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2012. Vol. 16. P. 373-380.

44. Ercolini D., Ferrocino I., La Storia A., Mauriello G., Gigli S., Masi P., Villani F. Development of spoilage microbiota in beef stored in nisin activated packaging. *Food Microbiology*. 2010. Vol. 27. P. 137–143.

45. Ercolini D., Russo F., Nasi A., Ferranti P., Villani F. Mesophilic and psychrotrophic bacteria from meat and their spoilage potential in vitro and in beef. *Applied and Environmental Microbiology*. 2009. Vol. 75(7). P. 1990–2001.

46. Evans J. A. Frozen food science and technology. Oxford: Blackwell, 2008. 355 p.

47. Farag K. W. Effect of low temperatures (- 18 to+ 5° C) on the texture of beef lean. *Meat science*. 2009. Vol. 81. № 1. P. 249–254.

48. Fernandez A., Picouet P., Lloret E. Reduction of the Spoilage-Related Microflora in Absorbent Pads by Silver Nanotechnology during Modified Atmosphere Packaging of Beef Meat. *Journal of Food Protection*. 2010. Vol. 73(12). P. 2263–2269.

49. Garlough R.B., Campbell A. Dry and wet aging. In *Modern Garde Manger; A global perspective*. Second edition. Delmar Gengage Learning. NY, USA, 2012. p. 441–442.

50. Gatellier P., Sante-Lhoutellier V. Digestion study of proteins from cooked meat using an enzymatic microreactor. *Meat science*. 2009. Vol. 81(2). P. 405–409.

51. Gonzalez-Fandos E., Herrera B., Maya N. Efficacy of citric acid against *Listeria monocytogenes* attached to poultry skin during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*. 2009. Vol. 44. P. 262–268.

52. Gowda T.K.G.M., De Zutter L., Van Royen G., Van Damme I. Exploring the microbiological quality and safety of dry-aged beef: A cross-sectional study of loin surfaces during ripening and dry-aged beef steaks from commercial meat companies in Belgium. *Food Microbiology*. 2022. Vol. 102. P. 103919.

53. Greaser M. L., Guo W. Postmortem Muscle Chemistry. In book: *Handbook of Meat and Meat Processing*, Second Edition, 2012. pp. 63–78.

54. Gudjónsdóttir M., Gacutan M.D., Mendes A.C., Chronakis I.S., Jespersen L., Karlsson A.H. Effects of electrospun chitosan wrapping for dry aging of beef, as studied by microbiological, physicochemical and low-field nuclear magnetic resonance analysis. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 184. P. 167–175.

55. Hes M., Korczak J., Gramza A. Changes of lipid oxidation degree and their influence on protein nutritive value of frozen meat products. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2007. Vol. 57(3). P. 323–328.

56. Hilgarth M., Fuertes-Pere, S., Ehrmann M., Vogel R.F. An adapted isolation procedure reveals *Photobacterium* spp. as common spoilers on modified atmosphere packaged meats. *Letters in Applied Microbiology*. 2016. Vol. 66. P. 262–267.

57. Huebner K.L., Martin J.N., Weissend C.J., Holzer K.L., Parker J.K., Lakin S.M. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on liver

abscesses, fecal microbiome, and resistome in feedlot cattle raised without antibiotics.

*Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 1–11.

58. Huff-Lonergan E. Fresh meat water-holding capacity. *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*. 2009. Vol. 12. P. 31–43.

59. Hulánková R., Kameník J., Saláková A., Závodský D., Borilova G. The effect of dry aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle. *LWT*. 2018. Vol. 89. P. 559–565.

60. ISO 6887-1:2017, 2017. Microbiology of the food chain – Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination

Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions. International Standard Organisation.

61. ISO 6887-2:2017, 2017. Microbiology of the food chain – Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination

– Part 2: Specific rules for the preparation of meat and meat products. International Standard Organisation.

62. Jacob M.E., Renter D.G., Nagaraja T.G. Animal- and truckload-level associations between *Escherichia coli* O157:H7 in feces and on hides at harvest and contamination of previsceration beef carcasses. *Journal of Food Protection*. 2010.

Vol. 73(6). P. 1030–1037.

63. Jeremiah L.E., Gibson L.L. The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability. *Food Research International*. 2003. Vol. 36. P. 929–941.

64. Jiang T., Busboom J.R., Nelson M.L., O'Fallon J., Ringkob T.P., Rogers-Klette K.R., Joos D., Piper K. The influence of forage diets and aging on beef palatability. *Meat Science*. 2010. Vol. 86. P. 642–650.

65. Katemala S., Molee A., Thumanu K., Yongsawatdigul J. A comparative study of meat quality and vibrational spectroscopic properties of different chicken breeds. *Poultry Science*. 2022. Vol. 101(6). P. 101829.

66. Kemp C.M., Sensky P.L., Bardsley R.G., Buttery P.J., Parr T. Tenderness—An enzymatic view. *Meat Science*. 2010. Vol. 84. P. 248–256.

67. Kennedy J., Jackson V., Blair I.S., McDowell D.A., Cowan C., Bolton D.J. Food safety knowledge of consumers and the microbiological and temperature status of their refrigerators. *Journal of Food Protection*. 2005. Vol. 68. P. 1421–1430.

68. Kita P. Dry-aged beef explained! Discover the process that gives steak superior flavor. URL: <http://www.menshealth.com/nutrition/dry-aged-beef-explained>. (date of application: 25.09.2023).

69. Koohmaraie M., Geesink G.H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*. 2006. Vol. 74. P. 34–43.

70. Koutsoumanis K., Allende A., Alvarez-Ordóñez A., Bover-Cid S., Chemaly M., De Cesare A., Herman L., Hilbert F., Lindqvist R., Nauta M., Peixe L., Ru G., Simmons M., Skandamis P., Suffredini F., Blagojevic B., Van Damme I., Hempen M., Messens W., Bolton D. Scientific Opinion on the microbiological safety of aged meat. *EFSA Journal*. 2023. Vol. 21(1). P. 7745–7846.

71. Lam F. Dry aged beef is a new trend in 2013. URL: <http://www.bonappetit.com/test-kitchen/ingredients/article/dry-aged-beef-is-a-new-trend-in-restaurants-around-the-country> (date of application: 25.09.2023).

72. Laster M.A., Smith R.D., Nicholson K.L., Nicholson J.D.W., Miller R.K., Griffin D.B., Harris K.B., Savell J.W. Dry versus wet aging of beef: retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from rib eyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. *Meat science*. 2008. Vol. 80. P. 795–804.

73. Lauritsen C.V., Kjeldgaard J., Ingmer H., Bisgaard M., Christensen H. Microbiota encompassing putative spoilage bacteria in retail packaged broiler meat and commercial broiler abattoir. *International Journal of Food Microbiology*. 2019. Vol. 300. P. 14–21.

74. Leygonie C., Britz T. J., Hoffman L. C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat. Review. *Meat science*. 2012. Vol. 91(2). P. 93–98.

75. Lee H.J., Yoon J.W., Kim M., Oh H., Yoon Y., Jo C. Changes in microbial composition on the crust by different air flow velocities and their effect on sensory properties of dry-aged beef. *Meat Science*. 2019. Vol. 153. P. 152–158.

76. Lepper-Bilile A.N., Berg E.P., Buchanan D.S., Berg P.T. Effects of post-mortem aging time and type of aging on flavor, tenderness, color, and shelf-life stability of beef loins with marbling between Slight to Small. Project summary. 2012.

URL: [http://www.beefissuesquarterly.com/CMDocs/BeefResearch/PE\\_Project\\_Summaries/FY11Effects\\_of\\_post-mortem\\_aging\\_time\\_and\\_type.pdf](http://www.beefissuesquarterly.com/CMDocs/BeefResearch/PE_Project_Summaries/FY11Effects_of_post-mortem_aging_time_and_type.pdf) (date of application: 27.09.2023).

77. Lepper-Bilile AN, Berg EP, Buchanan DS, Berg PT. Effects of post-mortem aging time and type of aging on palatability of low marbled beef loins. *Meat Science*. 2013. Vol. 96. P. 473–474.

78. Li X, Babol J, Bredie W.L.P., Nielsen B., Tománková J, Lundström K. A comparative study of beef quality after aging longissimus muscle using a dry aging bag, traditional dry aging or vacuum package aging. *Meat Science*. 2014. Vol. 97. P. 433–442.

79. López-Pedrouso M., Rodríguez-Vázquez R., Purriños L., Oliván M., García-Torres S., Sentandreu M.Á., Lorenzo J.M., Zapata C., Franco D. Sensory and physicochemical analysis of meat from bovine breeds in different livestock production systems, pre-slaughter handling conditions, and ageing time. *Foods*. 2020. Vol. 9(2). P. 236–244.

80. Luong N.M., Coroller L., Zagorec M., Membré J.M., Guillou S. Spoilage of Chilled Fresh Meat Products during Storage: A Quantitative Analysis of Literature Data. *Microorganisms*. 2020. Vol. 8(8). P. 1198.

81. Mahabbat A., Ki-Chang N. Physicochemical attributes, oxidative stability, and microbial profile of boneless sirloin and bone-in T-bone steaks from Hanwoo steer with reference to dry-aging. *Journal of Animal Science and Technology*. 2021. Vol. 63(5). P. 1169–1181.

82. Maltin C., Balcerzak D., Tilley R., Delday M. Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2003. Vol. 62(20). P. 337–

347.

83. Marie-Pierre E.-O., Benoit G., Muriel D., Sandrine B., Patrick S., Jean-François H., Aussems E. Evolution of Sensory Properties of Beef during Long Dry Ageing. *Foods*. 2022. Vol. 11(18). P. 2822.

84. Matos L.G., da Silva A., Anderson C., Pereira P.A.V., Gonçalves J.L., Nascimento M.S., Bertelli P.J., Rezende de Souza J.H., Gini C., Faraj Murad N., Mendes Brandão M., Cirone Silva N.C. Comparison of Bacterial Diversity of Wet- and Dry-Aged Beef Using Traditional Microbiology and Next Generation Sequencing. URL: <https://ssrn.com/abstract=4512657> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4512657>

(date of application: 11.10.2023).

85. Matsuishi M., Mori J., Moon Y.H., Okitani A. Generation of the desirable aroma, the conditioned raw beef aroma induced by storage of meat in air. *Journal of Animal Science and Technology*. 1993. Vol. 64. P. 163–170.

86. McSharry S., Koolman L., Whyte P., Bolton D. The microbiology of beef from carcass chilling through primal storage to retail steaks. *Current Research in Food Science*. 2021. Vol. 4. P. 150–162.

87. NAMP. Meat Buyers Guide. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc. The North American Meat Processors Association, 2007. pp. 11–51.

88. Nickodem C., Arnold A.N., Gehring K.B., Gill J.J., Richeson J.T., Samuelson K.L., Scott H.M., Smith J.K., Taylor T.M., Vinasco D., Norman K.N. A Longitudinal Study on the Dynamics of *Salmonella enterica* Prevalence and Serovar Composition in Beef Cattle Feces and Lymph Nodes and Potential Contributing Sources from the Feedlot Environment. *Applied and Environmental Microbiology*. 2023. Vol. 89(4). P. e0003323.

89. Nishimura T., Rhue M.R., Okitani A., Kato H. Components contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agricultural and Biological Chemistry*. 1988. Vol. 52. P. 2323–2330.

90. Oh H., Lee H.J., Lee J., Jo C., Yoon Y. Identification of Microorganisms Associated with the Quality Improvement of Dry-Aged Beef Through Microbiome Analysis and DNA Sequencing, and Evaluation of Their Effects on Beef Quality. *Journal of Food Science*. 2019. Vol. 84(10). P. 2944–2954.

91. Oilic S. Kinetic analysis of cooking losses from beef and other animal muscles heated in a water bath – Effect of sample dimensions and prior freezing and ageing. *Meat science*. 2011. Vol. 88(30). P. 338–346.

92. Paliy A.P., Rodionova K.O., Braginee M.V., Paliy A.P., Nalivayko L.I. Sanitary-hygienic evaluation of objects of meat processing enterprises and means of their sanitation. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8(2). P. 81–88.

93. Panduraman M., Hwang I.H. Calpain: Structure, biology and clinical significance. In: Lashinski EM, editor. *Enzymes and enzyme activity*: Nova Science publishers, Inc; NY, USA, 2013. p. 73–98.

94. Pawul-Gruba M., Kijjanek T., Osek J. A high-performance liquid chromatography with dSPE clean-up method for determination of biogenic amines in ripened meat products. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2023. Vol. 123. P. 105571.

95. Pennacchia C., Ercolini D., Villani F. Spoilage-related microbiota associated with chilled beef stored in air or vacuum pack. *Food Microbiology*. 2011. Vol. 28. P. 84–93.

96. Perry N. Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2012. Vol. 1. P. 78–80.

97. PrimeSafe, Agency of the Government of the State of Victoria, Australia. Aging of Beef. URL: <https://www.primesafe.vic.gov.au/standards-and-guidelines/primenotes/aging-of-beef/> (date of application: 05.10.2023).

98. Porto-Fett A.C.S., Shane L.E., Shoyer B.A., Osoria M., Jung Y., Luchansky J.B. Inactivation of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* within Plant versus Beef Burgers in Response to High Pressure Processing. *Journal of Food Protection*. 2020. Vol. 83(5). P. 865–873.

99. Rodionova K.O., Paliy A.P. Analysis of quality and safety indicators poultry meat during primary processing. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*. 2017. Vol. 3(2). P. 5–9.

100. Ryu S., Park M.R., Maburutse B.E., Lee W.J., Park D.-J., Cho S., Hywang I., Oh S., Kim Y. Diversity and Characteristics of the Meat Microbiological

Community on Dry Aged Beef. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2018. Vol. 28(1). P. 105–108.

101. Santé-Lhouellier V., Engel E., Aubry L., Gatellier P. Effect of animal (lamb) diet and meat storage on myofibrillar protein oxidation and in vitro digestibility. *Meat science*. 2008. Vol. 79(4). P. 777–783.

102. Savell J.W. Dry-aging of beef, executive summary. National Cattlemen's Beef Association. 2008. URL

<http://www.beefresearch.org/cmdocs/beefresearch/dry%20Aging%20of%20beef.pdf>

(date of application: 26.08.2023).

103. Shi Y., Zhang W., Zhou G. Effects of different moisture-permeable packaging on the quality of aging beef compared with wet aging and dry aging. *Foods*. 2020. Vol. 9(5). P. 236–248.

104. Signorini M., Ponce-Alquicira E., Guerrero-Legarreta I. Proteolytic and Lipolytic Changes in Beef Inoculated with Spoilage Microorganisms and Bioprotective Lactic Acid Bacteria. *International Journal of Food Properties*. 2003. Vol. 6(1). P. 147–163.

105. Sitz B.M., Calkins C.R., Feuz D.M., Umberger W.J., Eskridge K.M. Consumer sensory acceptance and value of wet aged and dry aged beef steaks. *Journal of Animal Science*. 2006. Vol. 84. P. 1221–1226.

106. Smaoui S., Hlima H. B., Salah R. B. and Ghorbe R. Effects of sodium lactate and lactic acid on chemical, microbiological and sensory characteristics of marinated chicken. *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10. P. 11317–11326.

107. Smith R.D., Nicholson K.L., Nicholson J.D.W., Harris K.B., Miller R.K., Griffin D.B., Savell J.W. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US choice and US select short loins. *Meat science*. 2008. Vol. 79. P. 631–639.

108. Spanier A.M., Flores M., McMilli K.W., Bidne T.D. The effect of post-mortem aging on meat flavor quality in Brangus beef. Correlation of treatments, sensory, instrumental and chemical descriptors. *Food Chemistry*. 1997. Vol. 59. P. 531–538.

109. Stenström H., Li X., Hunt M.C., Lundström K. Consumer preference and effect of correct or misleading information after aging beef longissimus muscle using vacuum, dry aging, or a dry aging bag. *Meat science*. 2014. Vol. 96. P. 661–666.

110. Tan F. J., Ockerman H. W. Microbiological changes of marinated broiler drum sticks treated with the lactoperoxidase system and with or without thermal treatment. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 2006. Vol. 19. P. 109–112.

111. Tenjung N., Witte F., Heinz N. The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging. *Meat Science* 2021. Vol. 172. P. 108355

112. Tornberg E. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat science*. 2005. Vol. 70(3). P. 493–508.

113. Frenalova B., Starha P. Histometric evaluation of meat products, determination of area and comparison of results obtained by histology and chemistry. *Czech Journal of Food Sciences*. 2018. Vol. 21(3). P. 101–106.

114. Tyuftin A.A., Kerry J. P. The storage and preservation of meat: Storage and packaging. *In Lawrie's Meat Science*. 2023. P. 315–362.

115. University of Wisconsin Center for Meat Process Validation. 6-Day dry-aging as a beef slaughter intervention treatment. 2006. URL: <http://meathaccp.wisc.edu/assets/beef carcass dry-aging.pdf> (date of application: 21.09.2023).

116. USMEF. Meat Export Federation of USA. Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets. 2014. URL: <https://www.usmeff.org/guidelines-for-u-s-dry-aged-beef-for-international-markets/> (date of application: 27.09.2023).

117. Valoppi F., Agustin M., Abik F., Morais de Carvalho D., Sithole J., Bhattarai M., Varis J.J., Arzami A.N.A/B., Pulkkinen E., Mikkonen K. S. Insight on Current Advances in Food Science and Technology for Feeding the World Population. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2021. Vol. 5. P. 459–472.

118. van Reckem E., de Vuyst L., Weckx S., Leroy F. Next-generation sequencing to enhance the taxonomic resolution of the microbiological analysis of meat and meat-derived products. *Current Opinion in Food Science*. 2021. Vol. 37. P. 58–65.

119. Vinci G., Antonelli M. L. Biogenic amines: quality index of freshness in red and white meat. *Food Control*. 2002. Vol. 13. P. 519–524.

120. Vlahova-Vangelova D., Dragoev S. Marination: effect on meat safety and human health. A review. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2014. Vol. 20. P. 503–509.

121. Warren K.E., Kastner C.L. A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef striploins. *Journal of Muscle Foods*. 1992. Vol. 3. P. 151–157.

122. Weinroth M.D., Britton B.C., McCullough K.R., Martin J.N., Geornaras I., Knight R. Ground beef microbiome changes with antimicrobial decontamination interventions and product storage. *PLoS One*. 2019. Vol. 14. P. e0217947.

123. Wheeler T.L., Kalchayanand N., Bosilevac J. Pre- and post-harvest interventions to reduce pathogen contamination in the U.S. beef industry. *Meat Science*. 2014. Vol. 98. P. 372–382.

124. Wickramasinghe N.N., Ravensdale J., Coorey R., Chandry S.P., Dykes G.A. The predominance of psychrotrophic Pseudomonads on aerobically stored chilled red meat. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019. Vol. 18. P. 1622–1635.

125. Xia X., Kong B., Liu Q., Liu J. Physicochemical change and protein oxidation in porcine longissimus dorsi as influenced by different freeze – thaw cycles. *Meat Science*. 2009. Vol. 83(2). P. 239–245.

126. Xu M.M., Kaur M., Pillidge C.L., Torley P. J. Microbial biopreservatives for controlling the spoilage of beef and lamb meat: their application and effects on meat quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. Vol. 62(17). P. 4571–4592.

127. Yilmaz I., Arici M., & Gumus T. Changes of microbiological quality in meatballs after heat treatment. *European Food Research and Technology*. 2005. Vol. 221. P. 281–283.

128. You W., Henneberg R., Saniotis A., Ge Y., Henneberg M. Total Meat Intake is Associated with Life Expectancy: A Cross-Sectional Data Analysis of 175

Contemporary Populations. *International Journal of General Medicine*. 2022. Vol. 15. P. 1833–1851.

129. Yuste J., Pla R., Capellas M., Sendra E., Beltran E., Mor-Mur M. Oscillatory high pressure processing applied to mechanically recovered poultry meat for bacterial inactivation. *Journal of Food Science*. 2001. Vol. 66. P. 482–484.

130. Zagorec M., Champomier-Vergès M-C. Meat microbiology and spoilage. In *Lawrie's Meat Science*. 2023. P. 195–218.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України