

УДК 664.8/9:634.1/5

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2026.97>

ВПЛИВ МАРИНАДІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАТУРАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Вікторія Костянтинівна Кулик

здобувач

<https://orcid.org/0000-0002-6900-6967>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна***Оксана Анатоліївна Штонда**

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна*

Анотація. У статті представлені результати досліджень впливу фруктових компонентів на структурно-механічні характеристики маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана.

Мета роботи полягає в оцінці впливу натуральних маринадів на показники роботи різання та зусилля зсуву м'ясних маринованих напівфабрикатів. Дослідні зразки натуральних напівфабрикатів були виготовлені зі стегової частини м'яса дикого кабана, у першому зразку до складу маринаду додано порошок ягід журавлини, до другого зразка - порошок чорної смородини, до третього зразка - бальзамічний оцет чорної смородини, зразок без додавання маринаду прийнято за контроль.

У досліджуваних зразках визначали показники роботи різання (Дж) та зусилля зрізу (кН/м^2), які на початку досліджень становили 1,32 Дж та $194,92 \text{ кН/м}^2$ для контрольного зразка, 1,50 Дж та $142,08 \text{ кН/м}^2$ для першого, 1,82 Дж та $161,87 \text{ кН/м}^2$ для другого, 1,95 Дж та $183,73 \text{ кН/м}^2$ для третього зразків. На перехідному етапі зберігання показники роботи різання та зусилля зрізу зменшувались і становили для контрольного зразка 1,23 Дж та $174,7 \text{ кН/м}^2$, для першого – 1,39 Дж та $125,4 \text{ кН/м}^2$, для другого – 1,66 Дж та $145,8 \text{ кН/м}^2$, для третього – 1,76 Дж та $167,2 \text{ кН/м}^2$. На 10 день зберігання спостерігалось підвищення показників у всіх зразках і становило 1,37 Дж та $201,7 \text{ кН/м}^2$ у контрольному, 1,56 Дж та $147,8 \text{ кН/м}^2$ у першому, 1,89 Дж та $167,6 \text{ кН/м}^2$ у другому, 2,1 Дж та $189,4 \text{ кН/м}^2$ у третьому зразках.

Дослідження підтвердили позитивний ефект додавання до маринаду бальзамічного оцту, порошку журавлини та чорної смородини приготувані натуральні напівфабрикатів із м'яса дикого кабана. За результатами досліджень встановлено, що маринади з природними компонентами дозволяють пом'якшити жорстке м'ясо дикого кабана та стабілізувати структуру м'язових тканин впродовж зберігання.

Результати отримані в ході дослідження підтверджують ефективність та перспективність використання натуральних компонентів у складі маринаду для м'ясних напівфабрикатів із м'яса дичини.

Ключові слова: м'ясо дикого кабана, робота різання, зусилля зрізу, маринад, бальзамічний оцет, чорна смородина, журавлина.

UDC664.8/9:634.1/5

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2026.97>

INFLUENCE OF MARINADES OF VEGETABLE ORIGIN ON THE STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL SEMI-FINISHED PRODUCTS

Viktoriiia Kulyk

postgraduate student

<https://orcid.org/0000-0002-6900-6967>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova Str., 16, Kyiv, Ukraine

Oksana Shtonda

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova Str., 16, Kyiv, Ukraine

Abstract. The article presents the results of studies of the influence of fruit and berry components on the structural and mechanical characteristics of marinated semi-finished products from wild boar meat. The aim of the work is to assess the influence of natural marinades on the cutting performance and shearing force of marinated meat semi-finished products.

Experimental samples of natural semi-finished products were made from the thigh part of wild boar meat. In the first sample, cranberry powder was added to the marinade; in the second sample, blackcurrant powder was added; in the third sample, blackcurrant balsamic vinegar was added; and the sample without the addition of marinade was taken as a control. In the studied samples, the cutting work (J) and shear force (kN/m²) were determined, which at the beginning of the studies were 1.32 J and 194.92 kN/m² for the control sample, 1.50 J and 142.08 kN/m² for the first, 1.82 J and 161.87 kN/m² for the second, 1.95 J and 183.73 kN/m² for the third samples. At the transitional stage of storage, the cutting work and shear force decreased and were 1.23 J and 174.7 kN/m² for the control sample, 1.39 J and 125.4 kN/m² for the first, 1.66 J and 145.8 kN/m² for the second, and 1.76 J and 167.2 kN/m² for the third. On the 10th day of storage, an increase in the indicators was observed in all samples and amounted to 1.37 J and 201.7 kN/m² in the control, 1.56 J and 147.8 kN/m² in the first, 1.89 J and 167.6 kN/m² in the second, and 2.1 J and 189.4 kN/m² in the third samples.

Studies have confirmed the positive effect of adding balsamic vinegar, cranberry powder, and blackcurrant to the marinade in the manufacture of natural semi-finished products from wild boar meat. The results of the studies have shown that marinades containing natural components soften tough wild boar meat and stabilize the structure of muscle tissue during storage.

The results obtained during the study confirm the effectiveness and prospects of using natural components in the marinade for semi-finished meat products from game meat

Keywords: wild boar meat, cutting work, cutting effort, marinade, balsamic vinegar, black currant, cranberry.

ВСТУП. Забезпечення населення високоякісними та екологічно безпечними м'ясними продуктами є одним із пріоритетних завдань соціально-економічного розвитку України на сучасному етапі. У цьому контексті значна увага приділяється пошуку нових джерел харчових продуктів, здатних розширити асортимент м'ясної продукції та задовольнити зростаючі потреби споживачів. Сучасний український ринок пропонує широкий вибір м'ясних виробів, виготовлених із традиційної м'ясної сировини. Водночас існує окремий сегмент споживачів, які дедалі активніше шукають нові делікатесні продукти. Одним із перспективних напрямів є виробництво м'ясних делікатесів із м'яса диких тварин. Такі

вироби вирізняються унікальними смаковими якостями та високим вмістом поживних речовин, а їх виробництво має значний потенціал для розвитку та розширення ринку м'ясної продукції.

На відміну від м'яса домашніх тварин, м'ясо дичини характеризується підвищеним вмістом мінеральних речовин та вітамінів, водночас містить менше жиру, який переважно накопичується в нутрощах та підшкірній клітковині, тоді як у м'язовій тканині він практично відсутній. Водночас м'ясо диких тварин відзначається високим вмістом азотистих речовин, головним чином білків, що підвищує його харчову цінність.

За показниками засвоюваності м'ясо дичини вважається більш цінним продуктом, що пояснюється низьким вмістом жиру та високим вмістом повноцінних білків, вітамінів і ключових мінеральних елементів, зокрема кальцію, заліза та фосфору. Висока засвоюваність зумовлена сприятливим складом пуринових сполук, а відносно високий рівень креатину та інших біологічно активних компонентів позитивно впливає на функціонування вегетативної нервової системи людини.

Завдяки низькому вмісту жиру м'ясо дичини має знижені енергетичні показники, що робить його рекомендованим як для розширення асортименту харчових продуктів, так і для включення у щоденне меню, забезпечуючи одночасно високу харчову цінність і сприятливий дієтичний ефект (Tyshchenko et al., 2023)

Протягом останніх декількох десятиліть наукові дослідження у сфері харчової науки та технологій виробництва харчових продуктів дедалі більше зосереджуються на комплексному вивченні функціональних властивостей харчових систем, а також на розробленні інноваційних технологій, спрямованих на підвищення їх біологічної цінності та забезпечення терапевтичного ефекту. Систематичний аналіз сучасної наукової літератури, опублікованої впродовж останнього десятиліття, демонструє підвищену увагу до інтеграції біологічно активних компонентів у склад харчових продуктів, що обумовлює нагальну потребу у створенні нових функціональних інгредієнтів з використанням природних ресурсів, а також у визначенні їхньої ролі у підтримці здоров'я та профілактиці хронічних захворювань.

Зокрема, численні дослідження підкреслюють терапевтичний потенціал біологічно активних інгредієнтів у контексті організації раціонального харчування пацієнтів із хронічними патологіями, такими як серцево-судинні, метаболічні, запальні та імунні розлади. Впровадження функціональних харчових продуктів та нутрицевтиків, що містять різноманітні функціонально активні сполуки, дозволяє забезпечувати регуляцію метаболічних процесів, підтримку імунного гомеостазу та покращення загального стану здоров'я, що відкриває нові перспективи у сфері персоналізованого харчування та медико-біологічної підтримки організму.

Натуральні інгредієнти визначаються як речовини, що застосовуються у виробництві харчових продуктів або в процесі кулінарного оброблення, зберігаються у кінцевому продукті, навіть у модифікованому вигляді, та проявляють виражену біологічну активність щодо організму споживача. До таких компонентів належать полісахариди, пептиди, біологічно активні ліпіди, флавоноїди, мікроелементи та інші біоактивні сполуки, які виконують регуляторну функцію у фізіологічних процесах, сприяють оптимізації метаболізму та підтримці гомеостазу.

У сучасних умовах натуральні компоненти набувають стратегічного значення не лише в харчовій промисловості, але й у фармакології, нутрицевтиці та медико-біологічних дослідженнях. Їх інтеграція у продукти харчування дозволяє створювати харчові системи з підвищеною функціональною цінністю, спрямовані на профілактику та корекцію різноманітних патологічних станів, підвищення адаптаційних ресурсів організму та забезпечення раціонального та здорового харчування населення. Використання натуральних інгредієнтів у виробництві харчових продуктів відповідає сучасним тенденціям здорового харчування та відкриває широкі перспективи для розвитку функціональної, терапевтичної та

персоналізованої харчової науки, що є ключовим напрямом у підвищенні якості життя та довголіття сучасного суспільства (Borsolyuk et al., 2018).

На підставі результатів аналітичних досліджень науковців (Oschypok, 2020) встановлено, що протягом останніх двох–трьох десятиліть у виробництві м'ясопродуктів набуло широкого поширення використання м'ясної сировини, отриманої від диких тварин. Доведено, що м'ясо нетрадиційних і диких видів за показниками харчової та біологічної цінності не поступається, а в багатьох випадках перевищує традиційну м'ясну сировину, насамперед за вмістом повноцінних білків, що обґрунтовує доцільність його застосування у технологіях виробництва білковмісних харчових продуктів.

Білки м'язової тканини диких тварин є біологічно повноцінними та характеризуються збалансованим амінокислотним складом; за вмістом і співвідношенням незамінних амінокислот вони наближаються до параметрів «ідеального білка» за рекомендаціями ФАО/ВООЗ. М'язова тканина цих тварин також відзначається зниженим вмістом жиру, у складі якого спостерігається підвищена частка поліненасичених жирних кислот (Khomych, 2021).

Крім того, м'ясо диких тварин характеризується підвищеним вмістом окремих мінеральних речовин і вітамінів порівняно з традиційною м'ясною сировиною, що додатково підвищує його харчову та функціональну цінність і визначає перспективність використання у виробництві функціональних і спеціалізованих м'ясних продуктів (Shtyk, 2024).

У роботі (Peshuk et al., 2023) досліджено хімічний склад та функціонально-технологічні показники м'яса дикого кабана в порівнянні з традиційною сировиною та встановлено його переваги, підібрано сировину для виготовлення маринадів; визначено фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники напівфабрикатів вивчено вплив основних способів теплового оброблення на якість готової продукції. На основі аналізу та узагальнення теоретичних даних, результатів комплексних досліджень встановлено, що за хімічним складом та функціонально-технологічними властивостями м'ясо дикого кабана переважає м'ясо сільськогосподарських тварин.

Науковцями (Bozhko et al., 2023) проведено дослідження, які встановили, що м'ясо дикого кабана має високу харчову цінність, достатньо високі функціонально-технологічні характеристики та більш щільну структуру та консистенцію у порівнянні із м'ясом сільськогосподарських тварин.

Дослідження науковців (Peshuk et al., 2024) встановили, що сучасні технології маринування м'яса дичини базуються на використанні натуральних ферментів і органічних кислот, що забезпечує покращення структурно-механічних та органолептичних властивостей продукції. Застосування рослинних інгредієнтів, зокрема ківі, за оптимальної тривалості маринування 24–27 годин і концентрації 20–30 % сприяє підвищенню якості, виходу та біологічної цінності напівфабрикатів. Таким чином, удосконалені методи маринування дозволяють отримувати конкурентоспроможні, економічно доцільні та високоякісні вироби з дичини.

Використання натуральних інгредієнтів у технології м'ясних напівфабрикатів є ефективним підходом до формування високих споживчих і технологічних властивостей продукту без застосування синтетичних добавок. Рослинні компоненти маринадів здатні регулювати структурно-механічні характеристики м'яса, підвищувати його ніжність, соковитість та стабільність якості, що особливо важливо для натуральних напівфабрикатів із м'яса з підвищеною жорсткістю.

Авторами (Latoch et al., 2023) проведені дослідження натуральних інгредієнтів м'ясних маринадів, таких, як фрукти та овочі, приправи, ферментовані молочні продукти, вино та пиво. Натуральні маринади покращують сенсорну характеристику, кулінарні властивості м'яса, та збільшують терміни зберігання. Натуральні компоненти впливають на безпеку м'ясних продуктів, обмежуючи окислення жирів і білків.

Науковці акцентують увагу на важливості вибору компонентів маринадів для досягнення бажаних текстурних змін. Органічні кислоти, екстракти ферментів та фруктово-ягідні інгредієнти мають значний вплив на білкову структуру, що зменшує силу зсуву та покращує споживчу ніжність навіть у жорстких видах м'яса (Moeini et al., 2022).

Побічні продукти рослинного походження розглядаються як перспективні альтернативні джерела доступних природних антиоксидантів, які, окрім здатності інгібувати окиснювальні процеси, можуть впливати й на інші якісні характеристики харчових продуктів, зокрема м'ясних. Технологічна обробка м'яса з використанням фруктово-ягідних інгредієнтів застосовується з метою поліпшення його технологічних та органолептичних показників. Одним із найпростіших способів є маринування м'ясної сировини у відповідних розчинах. Процес маринування сприяє підвищенню ніжності та соковитості м'яса, що зумовлено дією органічних кислот, які містяться у фруктово-ягідній сировині (Kulyk et al., 2025).

Природні джерела є перспективною основою для отримання натуральних добавок, які можуть інтегруватися до структури м'ясних продуктів. Найбільш поширеними є екстракти спецій, трав, горіхів, фруктів і овочів, що отримують як із цільної сировини, так і з її окремих частин або побічних продуктів переробки. Такі екстракти багаті на біологічно активні сполуки з антиоксидантними властивостями, зокрема поліфеноли, антоціани та вітаміни, здатні гальмувати окиснення ліпідів і пігментів, подовжуючи термін зберігання та покращуючи органолептичні показники м'ясних виробів (Kolev, 2022).

Таким чином, дослідження натуральних напівфабрикатів з використанням маринадів із натуральними компонентами на показники зусилля зрізу та роботи різання є інформативними критеріями оцінювання структурно-механічних властивостей м'ясних напівфабрикатів, що дозволяють комплексно охарактеризувати вплив рецептурних компонентів і умов зберігання на якість та ніжність м'яса, зокрема дичини.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ. Визначення впливу маринадів на основі рослинних компонентів на структурно-механічні показники маринованих натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Дослідження структурно-механічних показників, зокрема роботи різання та зусилля зрізу маринованих натуральних напівфабрикатів виготовлених з м'яса дикого кабана із фруктово-ягідними компонентами проводили відповідно до міжнародної методики оцінки текстурних властивостей м'яса та м'ясних продуктів, що базується на рекомендаціях щодо профілю текстури (ISO 11036:2020 Sensory analysis - Methodology - Texture profile) та узгоджених протоколах Warner-Bratzler.

Структурно-механічні дослідження було проведено у трьох паралельних повтореннях на універсальній механічній тест-машині «SANS» серії CMT2000, моделі 2503. Визначення показників зусилля зрізу та роботи різання здійснювали за допомогою насадки Warner-Bratzler. Дослідження полягає у безперервному вимірюванні та реєстрації навантаження, яке виникає в наслідок опору зразка механічній дії, а саме різанню. Зразок напівфабрикату певної форми поміщали на нерухому раму, центрували відносно насадки. Потім запускали хід траверси і вмикали реєстрацію отриманих даних на комп'ютер. За допомогою програмного забезпечення Power Test_DOOE здійснено обчислення математичних розрахунків, статистичну обробку результатів проводили із використанням Microsoft Office Excel.

У процесі виготовлення зразків використано: стегнову частину м'яса дикого кабана, кухонна сіль, цукор, мелений чорний перець, горіх мускатний, розмарин, гірчичний порошок, копчена паприка, сушений часник та цибуля, порошки сушених плодів журавлини, чорної смородини та бальзамічний оцет чорної смородини. До трьох зразків вносили попередньо підготовлені маринадні суміші, зразок № 1 містив порошок сушених плодів журавлини, зразок № 2 – сушених плодів чорної смородини, зразок № 3 – бальзамічний оцет з плодів

чорної смородини, тоді як контрольним зразком слугував напівфабрикат без маринаду. Досліджувані зразки формували однакового розміру та маринували 24 години за температури +4 °С, та відслідковували динаміку змін структурно-механічних показників продовж 10 днів зберігання при температурі +4 °С.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Дослідження структурно-механічних показників таких, як зусилля зрізу та робота різання є одними із ключових показників, які характеризують м'ясні напівфабрикати на жорсткість, ніжність та технологічну придатність м'яса.

Визначення зусилля зрізу показує максимальний опір м'язової тканини при механічному руйнуванні. Даний показник є загально визнаним об'єктивним критерієм оцінки ніжності м'яса, що широко використовується у різних дослідженнях. Зазвичай, зниження значення зусилля зрізу свідчить про деструкцію білкової структури, ослаблення зв'язків між м'язовими волокнами, що спричинено автолізом та активністю ендогенних протеолітичних ферментів (Yang et al., 2022). Особливе значення цей показник має для м'яса диких тварин, зокрема м'яса дикого кабана, оскільки зазначена сировина безпосередньо відрізняється вищим початковим показником жорсткості м'яса, більш розвиненою сполучною тканиною та низьким вмістом внутрішньом'язового жиру у порівнянні з м'ясом свійських тварин.

Результати досліджень зусилля зрізу маринованих натуральних м'ясних напівфабрикатів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Показники зусилля зрізу дослідних зразків натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, кН/м²

| День зберігання | Контрольний зразок | Зразок № 1 | Зразок № 2 | Зразок № 3 |
|-----------------|--------------------|------------|------------|------------|
| 1 | 194,92 | 142,08 | 161,87 | 183,73 |
| 3 | 181,5 | 131,0 | 152,7 | 171,6 |
| 5 | 174,7 | 125,4 | 145,8 | 167,2 |
| 7 | 185,9 | 133,4 | 154,6 | 177,8 |
| 10 | 201,7 | 147,8 | 167,6 | 189,4 |

Отримані результати свідчать, що впродовж зберігання до п'ятої доби у всіх зразках спостерігається зниження показників зусилля зрізу, що зумовлене впливом органічних кислот, що входять до складу маринаду. Відбувається активація ендогенних протеаз, послаблюється зв'язок між м'язами та між волокнами, також, під впливом фруктово-ягідних компонентів наявний кислотний гідроліз білків.

Показник зусилля зрізу на третій день зберігання для контрольного зразка знизився на 13,42 кН/м², зразок № 1 з додаванням до маринаду порошку з плодів журавлини на 11,08 кН/м², для другого із додаванням до маринаду порошку із плодів чорної смородини на 9,17 кН/м², для третього із додаванням до маринаду бальзамічного оцту чорної смородини на 12,13 кН/м². На п'яту добу зберігання показник зусилля зрізу зменшився на 20,22 кН/м² у контрольному, на 16,68 кН/м² у першому, на 16,07 кН/м² у другому, на 16,53 кН/м² у третьому зразках. Найбільш виразне зниження спостерігалось у першому зразку на 7,77 % у третю добу та на 11,7 % на п'яту добу.

Зберігання досліджуваних зразків м'ясних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана на 7 день характеризувалось уповільненням ферментативних процесів, втратою вологи, показники зусилля зрізу зросли у порівнянні із 5 днем, але не перевищили початкові дані. Відповідно до початкових показників зусилля зрізу було нижчим на 9,02 кН/м² для контрольного, на 8,68 кН/м² для першого зразку із використанням у маринаді порошку із плодів журавлини, 7,27 кН/м² для другого із використанням у маринаді порошку плодів

чорної смородини та 5,93 кН/м² для третього із використанням у маринаді бальзамічного оцту плодів чорної смородини. На 10 день зусилля зрізу дослідних зразків збільшилось на 5,72 кН/м² у першому, на 5,73 кН/м² у другому, на 5,67 кН/м² у третьому, найбільше підвищення на 6,78 кН/м² спостерігалось у контрольному зразку.

Характерними для третього зразку були найбільш повільні зміни впродовж зберігання, високою структурною стабільністю. Другий зразок на всіх етапах мав проміжні значення, помірний вплив маринаду та стабільнішу структуру ніж перший зразок, який мав найінтенсивніший ефект пом'якшення за рахунок маринаду та мінімальні показники на всіх етапах дослідження. Тоді, як контрольний зразок виявився найменш стабільним впродовж зберігання, значення зусилля зрізу були найвищі в порівнянні з іншими досліджуваними зразками.

Дослідження показників роботи різання дозволяє оцінити зміни структури м'яса протягом всього процесу деформації, показує вплив маринаду на стійкість м'язових волокон, пластичність та еластичність тканин.

Результати досліджень роботи різання маринованих натуральних м'ясних напівфабрикатів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2. Показники роботи різання дослідних зразків натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, Дж

| День зберігання | Контрольний зразок | Зразок № 1 | Зразок № 2 | Зразок № 3 |
|-----------------|--------------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1,32 | 1,50 | 1,82 | 1,95 |
| 3 | 1,26 | 1,43 | 1,71 | 1,81 |
| 5 | 1,23 | 1,39 | 1,66 | 1,76 |
| 7 | 1,29 | 1,46 | 1,75 | 1,86 |
| 10 | 1,37 | 1,56 | 1,89 | 2,1 |

У досліджуваних зразках м'ясних напівфабрикатів частково послаблюються міжволоконні зв'язки, активуються протеолітичні ферменти за рахунок дії органічних кислот фруктово-ягідних порошоків та бальзамічного оцту. Показник роботи різання на третій день зменшився на 0,06 Дж у контрольному зразку, на 0,07 Дж у зразку № 1 із використанням порошку ягід журавлини, 0,11 Дж у зразку № 2 із використанням порошку плодів чорної смородини, 0,14 Дж у зразку № 3 із використанням бальзамічного оцту із плодів чорної смородини. Також зниження показників роботи різання спостерігається на п'ятий день, для контрольного зразка на 0,09 Дж, для зразка № 1 на 0,11 Дж, для зразка № 2 на 0,16 Дж, для зразка № 3 на 0,19 Дж. Структура натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана стає більш пластичною. Найбільш виразні зміни роботи різання спостерігались у третьому зразку на третій день 7,17 % та на 9,74 % на п'ятий день.

На 7 день зберігання уповільнились ферментативні процеси, показники роботи різання почали підвищуватись у порівнянні із 5 днем, але не перевищували початкові дані. Для контрольного зразка показник зменшився на 0,03 Дж, для першого на 0,04 Дж, для другого на 0,07 Дж, для третього на 0,09 Дж. відносно початкових даних. Ущільненням структури та перевищенням початкових показників роботи різання характеризувались всі зразки на 10 день зберігання. У контрольному зразку показник роботи різання збільшився на 0,05 Дж, першому на 0,06 Дж, другому на 0,07 Дж та найбільше у четвертому зразку на 0,15 Дж.

Контрольний зразок характеризувався найменшими показниками роботи різання, швидші зміни текстурних характеристик та найменшою стабільністю в процесі зберігання. Другий та третій зразки володіли кращою стабільністю структури, плавною динамікою змін показників. Третій зразок мав найбільш високі показники на всіх етапах, характеризувався високою структурною зв'язаністю та був максимально стабільний під час зберігання.

В ході дослідження маринованих натуральних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана встановлено, що значення показників роботи різання та зусилля зрізу впродовж зберігання змінювались залежно від рецептурного складу маринаду. Отримані дані свідчать про тісний взаємозв'язок між зусиллям зрізу та роботою різання натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана. Зниження зусилля зрізу в процесі зберігання супроводжується відповідним зменшенням роботи різання, що підтверджує інформативність обох показників для оцінки структурно-механічних властивостей продукту (рисунок 1,2).

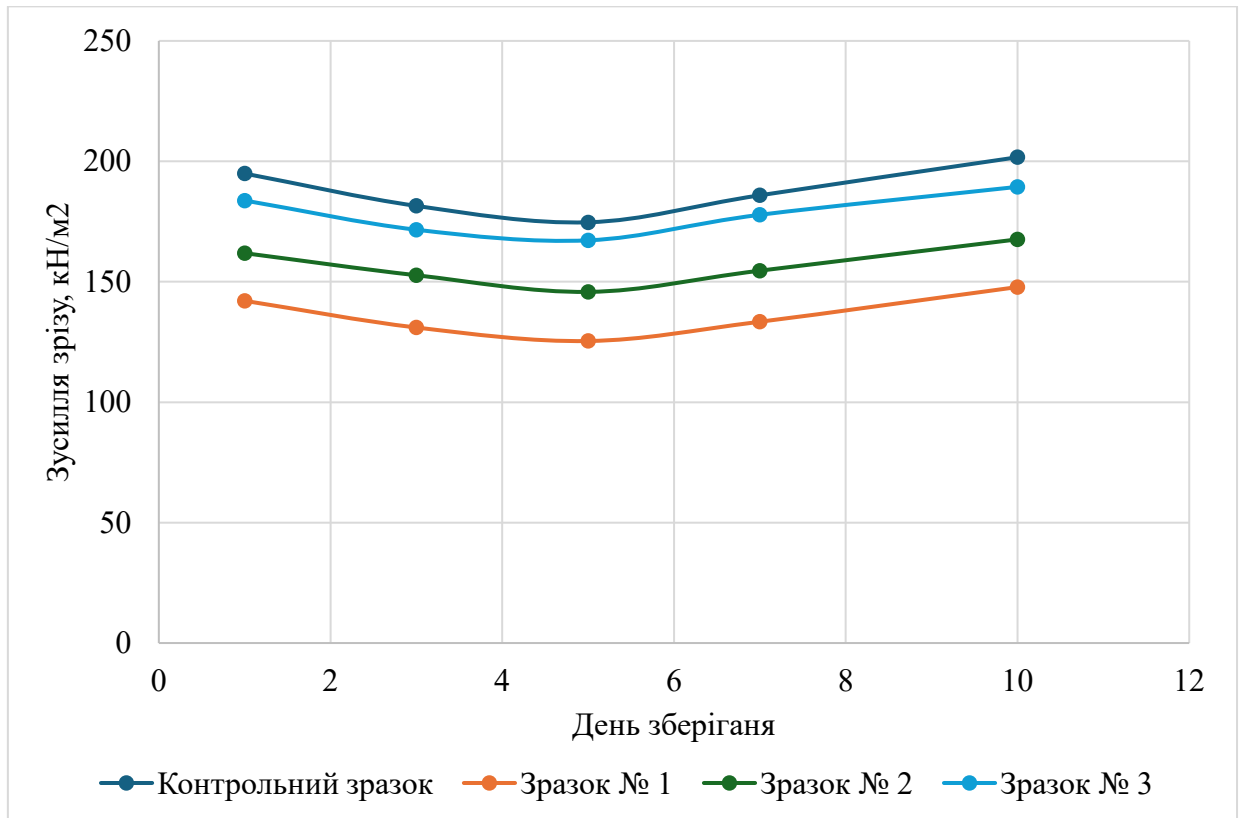


Рисунок 1. Динаміка зміни показників зусилля зрізу дослідних зразків натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, кН/м²

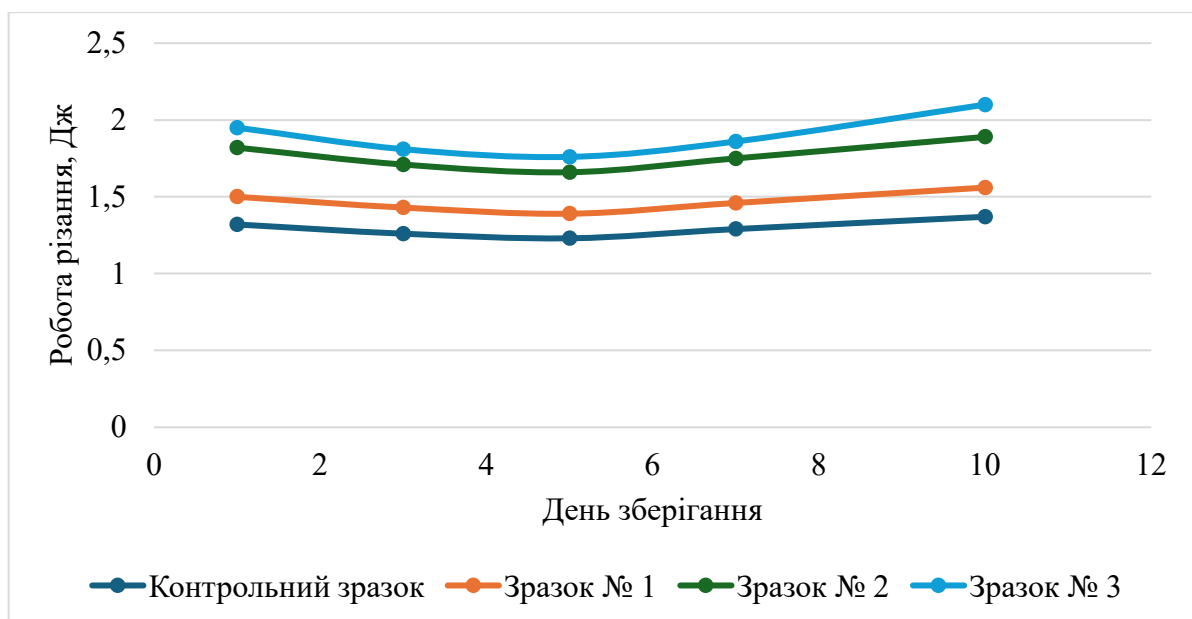


Рисунок 2. Динаміка зміни показників роботи різання дослідних зразків натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, Дж

Зниження механічних показників на 3 – 5 день спостерігалось у зразках № 1 із порошком сушених ягід журавлини, № 2 із порошком сушених ягід чорної смородини та у зразку № 3 із бальзамічним оцтом чорної смородини у порівнянні з контрольним зразком, що характеризує структурне розм'якшення тканин.

Такі зміни пояснюються фізико-хімічними процесами, які відбуваються за рахунок дії складових маринаду. Наявність органічних кислот фруктових складових маринаду знижують часткову денатурацію білків, що призводить до розірвання зв'язків між волокнами тканин і зменшує зусилля зрізу. Отримані результати узгоджуються з даними досліджень (Ardicli et al., 2024) та мають аналогічний ефект маринадів із натуральними компонентами на м'ясні напівфабрикати. Органічні кислоти у складі маринаду знижували жорсткість волокон та підвищували ніжність м'яса після маринування впродовж 24 годин

На 5 та 7 дні зберігання більшість зразків характеризувались стабілізацією або початковим зростанням зусилля зрізу та роботи різання, що вказує на деякі відновлення структурної цілісності білків м'яса. Дослідження Serdaroglu et al., (2024) загального механізму зміни м'язових тканин м'яса після максимальної активності ферментів та органічних кислот маринадів, певна частина білків ресоціюється, що підвищує їх опір до механічного руйнування показує, що використання маринадів на основі рослинних компонентів демонструють найбільш виражений пом'якшувальний ефект, що узгоджується з отриманими в нашому дослідженні результатами.

Поступове підвищення зусилля зрізу та роботи різання спостерігалось у всіх дослідних зразках на 7 та 10 дні, що показує дегідратацію тканин та ущільнення волокон за тривалого зберігання.

Важливо відзначити, комплексний вплив маринаду із фруктових складових компонентами на текстурні характеристики, органічні кислоти пом'якшують структуру м'яса, але водночас тривале зберігання компенсує цей вплив за рахунок структурних змін сполучної тканини У дослідженнях (Erdem, 2025) спостерігається подібні результати, коли маринад до складу якого входить фруктовий оцет, помітно зменшував роботу різання та зусилля зсуву у зразках із жорсткого м'яса.

Результати досліджень показали характерну динаміку зміни показників зусилля зрізу та роботи різання у натуральних маринуваних напівфабрикатах із м'яса дикого кабана у процесі зберігання. Отримані дані на третю та п'яту добу показали тенденцію до зниження показників роботи різання та зусилля зрізу на початкових термінах зберігання. Згодом, на сьому та десяту добу зберігання спостерігалось поступове підвищення показників, що вказує на текстурно-механічні зміни. Такі результати узгоджуються із результатами досліджень впливу кислотного середовища маринадів на структурно-механічні властивості м'яса. Відповідно до праці Rostamani et al., (2021), результати досліджень впливу маринаду із рослинними екстрактами та оцтом на м'ясо яловичини спричинило зниження показників зусилля зрізу, що пов'язано із зміною вологоутримуючої здатності та рН м'яса.

Аналогічні результати представлені у праці Serdaroglu et al., (2024), в яких підтверджено вплив на структурно-механічні характеристики м'яса за рахунок використання маринадів з рослинними інгредієнтами. Також, зменшення показників зусилля зрізу і роботи різання у натуральних м'ясних маринуваних напівфабрикатах на 3-5 добу зберігання та підвищення показників на 7-10 добу узгоджуються із результатами досліджень Mazaheri Kalahrodi et al., (2020), у яких встановлено зменшення аналогічних параметрів у яловичині після використання маринадів із натуральними компонентами.

Результати досліджень показників зусилля зрізу та роботи різання натуральних маринуваних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана відображають узгоджену динаміку

зменшення механічної жорсткості у перші дні зберігання, далі спостерігається поступове вирівнювання цих параметрів на 10 добу зберігання. Такі зміни відповідають загальним тенденціям, які описані в наукових дослідженнях щодо впливу маринадів з органічними кислотами. Зниження зусилля зрізу зазвичай асоціюється із підвищенням ніжності структури м'яса, та доводить позитивний ефект маринадів із рослинними компонентами (Wakita et al., 2023).

Взаємозв'язок між показниками зусилля зрізу та роботи різання підтверджено дослідженнями науковців, у працях, яких ці параметри розглядаються як комплементарні індикатори механічної цілісності та структурної організації м'язових волокон. Зокрема, у дослідженні Yar et al. (2022) продемонстровано, що в процесі тривалого дозрівання м'яса відбувається поступова деградація міофібрилярних білків і послаблення міжклітинних зв'язків у сполучній тканині, що зумовлює зниження зусилля зрізу як показника жорсткості. Встановлено, що зміни цього параметра корелюють із трансформаціями фізико-хімічних характеристик м'язової тканини, зокрема вологоутримувальної здатності, ступеня протеолізу та рівня денатурації білків. Оскільки робота різання інтегрально відображає сумарні енергетичні витрати на руйнування структурних елементів м'яса, її динаміка узгоджується зі змінами зусилля зрізу, що підтверджує їх функціональну взаємодоповнюваність. Таким чином, комплексний аналіз зазначених показників дозволяє більш об'єктивно оцінити текстурні властивості м'яса та глибину структурних перетворень, які відбуваються під час дозрівання, а також підвищує інформативність інструментальних методів контролю якості продукції.

Отримані результати узгоджуються із дослідженнями Źochowska-Kujawska et al., (2017), в яких описано зниження показників зусилля зрізу та роботи різання для м'яса диких тварин, зокрема козулі та дикого кабана за рахунок маринадів, до складу яких входили ананас, імбир, бальзамічний оцет та лимон з медом. За рахунок протеолітичних ферментів та низького рН маринадів, їх можна використовувати для надання ніжності жорсткому м'ясу і покращення смаку та аромату напівфабрикату. Використання таких маринадів сприяє пом'якшенню структури м'яса, що позитивно впливає на споживчі та якісні характеристики напівфабрикатів.

Також, отримані результати співвідносяться із дослідженням Unal et al., (2023), щодо впливу маринадів із використанням фруктових оцтів на структурно-механічні властивості м'яса. Результати яких, свідчать про зменшення жорсткості та покращення текстури м'яса за рахунок кислотних компонентів у складі маринадів. Спостерігається аналогічна дія органічних кислот фруктових компонентів, яка спричиняє послаблення зв'язку між м'язами, що у свою чергу зменшує опір тканин до механічного навантаження та надає ніжної структури напівфабрикату.

Зменшення показників роботи різання та зусилля зрізу у натуральних маринованих напівфабрикатах з м'яса дикого кабана на початкових стадіях зберігання узгоджується із даними досліджень, в яких продемонстровано подібні зміни структурно-механічних властивостей м'яса під дією органічних кислот у складі маринаду. Ardicli et al. (2024), описали та підтвердили ефективність використання маринадів із рослинними складовими, за рахунок яких покращується текстура м'яса.

У праці Rahman et al. (2023) охарактеризовано вплив маринадів із використанням рослинних компонентів на структурно-механічні властивості м'яса різних видів. Авторами встановлено, що застосування натуральних інгредієнтів рослинного походження зумовлює пом'якшення м'язової тканини та оптимізацію її текстурних характеристик. Зокрема, показано зниження значень зусилля зрізу та роботи різання після маринування, що свідчить про послаблення міжм'язових і внутрішньом'язових зв'язків. Такий ефект пояснюється дією органічних кислот і фенольних сполук, які містяться у фруктах та ягодах і здатні модифікувати білкові структури, підвищувати проникність клітинних мембран і активізувати процеси часткового протеолізу. Крім того, біоактивні речовини рослинного походження

можуть впливати на стан сполучнотканинних білків, сприяючи їхній гідратації та зменшенню жорсткості. Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність використання рослинних маринадів як ефективного технологічного прийому для регулювання показників механічної стійкості м'яса та покращення його споживчих властивостей.

Отже, результати досліджень узгоджуються із даними досліджень інших науковців, що у свою чергу підтверджує позитивний ефект маринадів із натуральними складовими. Зменшення показників роботи різання та зусилля зрізу для натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана були очікуваними, за рахунок впливу фенольних сполук та органічних кислот рослинних компонентів маринадів, які активують ферментні процеси та зміни у структурі м'язової тканини м'яса, що обумовлює зниження жорсткості м'ясних напівфабрикатів. Подібні тенденції спостерігаються для різних видів м'яса та різноманітних технологічних способах обробки м'ясної сировини, що доводить універсальні властивості взаємодії натуральних компонентів маринадів з м'язовою структурою м'яса.

ВИСНОВКИ. Задля визначення впливу маринадів на основі фруктово-ягідних інгредієнтів на структурно-механічні показники маринованих натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, досліджено підготовлені зразки з м'яса дикого кабана із додаванням бальзамічного оцту чорної смородини та порошоків плодів журавлини та чорної смородини у маринад. Аналіз структурно-механічних показників, зокрема роботи різання та зусилля зрізу м'ясних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана свідчить про пряму функціональну залежність цих параметрів. Упродовж перших 5 днів зберігання у дослідних зразках помітне зниження як роботи різання: у контрольному зразку на 6,81%, у зразку № 1 на 7,33%, у зразку № 2 на 8,79%, у зразку № 3 на 9,74%, так і, зусилля зрізу: у контрольному зразку 10,37%, у зразку № 1 на 11,73%, у зразку № 2 на 9,92%, у зразку № 3 на 8,99%, що зумовлено підвищенням протеолітичних процесів та дією органічних кислот фруктово-ягідних компонентів у складі маринадів.

Після 7 дня зберігання спостерігалось підвищення досліджуваних показників роботи різання та зусилля зрізу, що свідчить про ущільнення білків м'язової тканини. На 10 день зберігання контрольний зразок характеризувався найменшою стабільністю структури в процесі зберігання, а показник зусилля зрізу збільшився на 3,47%, для зразку № 1 на 4,02%, для зразку № 2 на 3,53 %, для зразку № 3 на 3,08% у порівнянні від початкових значень. Однак, використання маринадів на основі ягід сприяло формуванню більш пластичної м'язової структури та зниженню механічного опору руйнуванню. Зразок № 3 до складу маринаду якого додано бальзамічний оцет чорної смородини відрізнявся найбільш стабільною динамікою змін показників, що вказує на уповільнення структурних перетворень під час зберігання.

Встановлено, що зусилля зрізу та робота різання є взаємопов'язаними показниками, які комплексно характеризують структурно-механічні властивості м'ясних напівфабрикатів із дичини. Застосування маринадів на основі фруктово-ягідних інгредієнтів дозволяє зменшити жорсткість м'язової тканини та стабілізувати її структуру впродовж зберігання, що підтверджується взаємною динамікою обох показників.

Подяки. Автори статті вдячні відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів НААН України за допомогу в проведенні структурно-механічних досліджень.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

Ardicli, S., Ardicli, O., & Ustuner, H. (2024). Unraveling the Complexities of Beef Marination: Effect of Marinating Time, Marination Treatments, and Breed. *Foods*, 13(18), 2979. <https://doi.org/10.3390/foods13182979>

- Borsolyuk, L., Voitsekhivska, L., Franko, O., Shelkova, T., & Verbytskyi, S. (2018). Substantiation of formulations of value added pate products, intended for nutrition of children of preschool and school age. *Food resources*, 6(10), 49–62. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-06>
- Bozhko, N. V., Tischenko, V. I., Pasichnyi, V. M., Marinin, A. I., & Matsuk, Y. A. (2023). Comparative analysis of the chemical composition, functional-technological, rheological, and antioxidant properties of wild boar meat (*Sus scrofa*) with DFD properties and industrial pork. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 22(3), 257–266. <https://doi.org/10.17306/j.afs.1144>
- Erdem, N. (2025). Assessment of the Impact of Fruit Vinegars on the Tenderness and Quality Attributes of Spent Hen Meat. *Food Science & Nutrition*, 13(7). <https://doi.org/10.1002/fsn3.70544>
- Ge, Q., Guo, S., Chen, S., Wu, Y., Jia, Z., Kang, Z., Xiong, G., Yu, H., Wu, M., & Liu, R. (2022). A comparative study of vacuum tumbling and immersion marination on quality, microstructure, and protein changes of Xueshan chicken. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1064521>
- Khomych, H. P., Oliinyk, L. B., & Nakonechna, Yu. H. (2021). Optimization of technological characteristics of marinated meat semi-finished products. *Herald of Lviv University of Trade and Economics Technical sciences*, (25), 127–135. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2021-25-17>
- Kolev, N. D. (2022). Natural antioxidants – an alternative for reduction of nitrites in cooked meat products. *Food Science and Applied Biotechnology*, 5(1), 64. <https://doi.org/10.30721/fsab2022.v5.i1.167>
- Kulyk, V., Shtonda, O., Slobodianiuk, N., Holembovska, N., & Stetsyuk, I. (2025). The use of fruit and berry ingredients in the technology of natural meat semi-finished products. *Human and nation's Health*, 3(2), 93-104. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.93>
- Latoch, A., Czarniecka-Skubina, E., & Moczowska-Wyrwisz, M. (2023). Marinades Based on Natural Ingredients as a Way to Improve the Quality and Shelf Life of Meat: A Review. *Foods*, 12(19), 3638. <https://doi.org/10.3390/foods12193638>
- Mazaheri Kalahrodi, M., Baghaei, H., Emadzadeh, B., & Bolandi, M. (2020). The combined effect of asparagus juice and balsamic vinegar on the tenderness, physicochemical and structural attributes of beefsteak. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04817-4>
- Moeini, R., Zamindar, N., & Aarabi Najvani, F. (2022). The effect of marination by using ginger extract and citric acid on physicochemical characteristics of camel meat. *Food Science and Technology International*, 108201322211365. <https://doi.org/10.1177/10820132221136590>
- Oshchypok, I. M. (2020). Expansion of raw materials base of enterprises for the development of new meat products. *Herald of Lviv University of Trade and Economics. Technical sciences*, (23), 97–101. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-12>
- Peshuk, L. V., Kyrylov, Yu. Ye., Prykhodko, D. Yu., & Shtyk, I. I. (2024). Craft technologies for marinating semi-finished products from wild animal meat – the potential of the organic products market in Ukraine. *Journal of Chemistry and Technologies*, 32(3), 766–778. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i3.306054>
- Peshuk, L. V., Kyrylov, Yu. Ye., Shtyk, I. I., & Chernushenko, O. O. (2023). Technology of marinated game meat semi-finished products with an emphasis on sophistication and functionality. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(4), 639–651. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i4.268176>
- Rahman, S. M. E., Sharmeen, I., Pan, J., Kong, D., Xi, Q., Du, Q., Yang, Y., Wang, J., Oh, D.-H., & Han, R. (2023). Marination ingredients on meat quality and safety – a review. *Food Quality and Safety*. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad027>

- Rostamani, M., Baghaei, H., & Bolandi, M. (2021). Prediction of top round beef meat tenderness as a function of marinating time based on commonly evaluated parameters and regression equations. *Food Science & Nutrition*, 9(9), 5006–5015. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2454>
- Serdaroglu, M., Yüncü-Boyacı, Ö., & Karaman, M. (2024). Enhancing meat quality through marination: principle, ingredients and effects. *Food Science and Applied Biotechnology*, 7(2), 162. <https://doi.org/10.30721/fsab2024.v7.i2.369>
- St. Pierre, S. R., & Kuhl, E. (2024). Mimicking Mechanics: A Comparison of Meat and Meat Analogs. *Foods*, 13(21), 3495. <https://doi.org/10.3390/foods13213495>
- Shtyk, I. (2024). Game delicacies as a new trend in healthy eating. *Horizons of development of agricultural production and processing in Ukraine (to the day of memory of Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician Pelykh Viktor Grigorovich)* (pp. 315–318). KhDAEU
- Tyshchenko, V., Bozhko, N., & Pasichnyi, V. (2023). Wild boar meat as a prospective raw material in the restaurant and hotel industry. *Industry and craft for HoReCa in tourism: experience, problems, innovations* (pp. 53–55). NUHT
- Unal, K., Babaoğlu, A. S., & Karakaya, M. (2023). Improving the textural and microstructural quality of cow meat by black chokeberry, grape, and hawthorn vinegar-based marination. *Food Science & Nutrition*. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3566>
- Wakita, Y., Takahashi, M., Tamiya, S., & Kobayashi, I. (2023). Effect of marination in lemon juice on beef tenderization and in vitro gastric digestibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13006>
- International Organization for Standardization. (2020). Sensory analysis — Methodology — Texture profile (ISO Standard No. 11036:2020). ISO. <https://www.iso.org/standard/76668.html>
- Yang, J., Yang, X., Lin, H., Liang, R., Niu, L., Zhu, L., Luo, X., Hopkins, D. L., & Zhang, Y. (2022). Investigation of the relationship between microbiota dynamics and volatile changes in chilled beef steaks held under high-oxygen packaging enriched in carbon dioxide. *Meat Science*, 108861. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108861>
- Yar, M. K., Jaspal, M. H., Ali, S., Ijaz, M., Badar, I. H., Manzoor, A., & Hussain, J. (2022). Physicochemical, shear force and sensory characteristics of PUFA -tenderizing solution injected restructured blade and brisket beef steaks during aging. *International Journal of Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16152>
- Żochowska-Kujawska, J., Kotowicz, M., Lachowicz, K., & Sobczak, M. (2017). Influence of marinades on shear force, structure and sensory properties of home-style jerky. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 16(4), 413–420. <https://doi.org/10.17306/j.afs.0508>