

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнології
Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 181 Харчові технології
Освітньо-професійна програма «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

/підпис

Уляна ДРАЧУК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«12» грудня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Ляниці Михайла Михайловича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема роботи: «Удосконалення технології маринадів для м'ясних напівфабрикатів з використанням пряно-ароматичної сировини»

керівник роботи: Волошин Ростислав Веніамінович, к.вет.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 26.03.2025 року №223-4

2. Строк подання здобувачем роботи 26.11.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи. Зробити огляд літератури щодо теми роботи. Визначити предмет, об'єкт досліджень, вибрати матеріали і методи досліджень, провести власні дослідження, зробити розрахунки показників економічної ефективності, написати висновки. Оформити список літератури.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, діаграми, таблиці, технологічні схеми.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Вступ	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
4. Експериментальна частина	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
5. Економічна ефективність	доц. Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
6. Висновки та список використаних джерел	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/

7. Дата видачі завдання 26.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури		30%
	I атестація:	20.05.2025	30%
2.	Матеріали і методи досліджень		20%
3.	Експериментальна частина		35%
	II атестація:	30.09.2025	55%
4.	Розрахунок економічної ефективності виробництва		10%
5.	Висновки та пропозиції виробництву		5%
	III атестація:	26.11.2025	15%
	Допуск до захисту:	26.11.2025	100%

Здобувач _____/підпис/_____ **Михайло ЛЯНИЦЯ**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____/підпис/_____ **Ростислав ВОЛОШИН**
(підпис) (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі представлено результати експериментальних досліджень щодо удосконалення технології приготування м'ясних напівфабрикатів із качиних гомілок шляхом використання маринадів на основі пряно-ароматичної сировини. Метою досліджень було визначення впливу розроблених пряного та пікантного маринадів на функціонально-технологічні, мікроструктурні та органолептичні властивості напівфабрикатів, а також оцінка їх стабільності під час зберігання.

Пряний маринад складався із соєвого соусу, пюре брусниці та суміші пряно-ароматичних рослин ТзОВ «Велд оф спайсіз» («Приправа №11 Для всіх м'ясних виробів»), а пікантний – із соєвого соусу, соку чорноплідної горобини, тієї ж суміші спецій та подрібненого чебрецю. Проведене маринування у вакуумній мішалці при температурі 4 °С протягом 1–4 годин дозволило визначити оптимальний час обробки, що становив 3–4 години. У цей період відбувалося максимальне підвищення водозв'язуючої (до 72,4% у пряному маринаді) та водоутримувальної здатності (до 71,5%), що сприяло зменшенню втрат маси після термічної обробки (до 39,01% у пряному та 39,7% у пікантному маринаді). Показник рН знизився до 5,37–5,28, що позитивно вплинуло на гідратацію білкових структур і м'якість текстури.

Мікроскопічний аналіз тканин показав, що у м'язових волокнах, оброблених пряним маринадом, відзначається помірне набухання та розширення міжволоконного простору без значних структурних пошкоджень. У пікантному маринаді цей ефект був вираженіший завдяки вищій кислотності соку чорноплідної горобини та наявності чебрецю, що забезпечило більшу дифузію маринаду у тканину, але потребує контролю часу маринування для уникнення надмірної розпушеності.

Органолептична оцінка після запікання гомілок при 180 °С протягом 60 хвилин показала високі споживчі якості обох зразків. Напівфабрикати у пряному маринаді характеризувалися рівномірним темно-карамельним кольором із глянцеvim блиском, гармонійним смаком із фруктовими нотами брусниці

та вираженим ароматом спецій. Зразки у пікантному маринаді мали аналогічний темно-карамельний колір, але з більш насиченим ароматом чебрецю та солодко-кислим смаком з легкою гірчинкою чорноплідної горобини. Бальна оцінка за 5-бальною шкалою підтвердила високу якість продукції: зовнішній вигляд – 5, смак – 5, запах – 4, консистенція – 5, соковитість – 4,9–5.

Під час зберігання у вакуумній упаковці при 0...4 °С протягом 15 діб відзначено стабільність основних якісних показників. Кислотне число до кінця зберігання зросло до 4,0 мг КОН/г у пряному та 4,1 мг КОН/г у пікантному маринаді, а пероксидне число – до 0,039 та 0,0301 ммоль активного кисню/кг жиру відповідно. Це свідчить про ефективне гальмування окислювальних процесів за рахунок поліфенолів, флавоноїдів та ефірних олій, що містяться у складі пряно-ароматичної сировини. Дещо краща стабільність пероксидного числа у пікантному маринаді пояснюється високим вмістом органічних кислот та антиоксидантною активністю соку чорноплідної горобини.

Таким чином, дослідження довели доцільність використання пряно-ароматичної сировини у складі маринадів для підвищення якісних показників м'ясних напівфабрикатів та подовження терміну їх зберігання. Отримані результати свідчать про перспективність впровадження розроблених маринадів у виробництво та їх високий комерційний потенціал для закладів ресторанного господарства та торговельних мереж.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Використання маринадів як одного з способів покращення якості м'ясних напівфабрикатів	8
1.2. Характеристика маринадів на основі соків і органічних кислот	10
1.3. Характеристика маринадів, що містять пряно-ароматичні рослини та їх вплив на якість м'ясних напівфабрикатів	13
1.4. Історія та технологія соєвого соусу, як основи для приготування маринадів для м'ясних напівфабрикатів	20
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
3.1. Удосконалення технології приготування маринадів для м'ясних напівфабрикатів	29
3.2. Дослідження функціонально-технологічних показників м'ясних напівфабрикатів у маринадах з використанням рослинної сировини	30
3.3. Органолептична характеристика маринадів	36
3.4. Мікроструктурне дослідження м'ясних напівфабрикатів у маринадах з використанням рослинної сировини	39
3.5. Органолептична характеристика м'ясних напівфабрикатів у маринадах з використанням пряно-ароматичної сировини	42
3.6. Дослідження змін кислотного та пероксидного чисел під час зберігання напівфабрикатів у маринадах	46
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	50
ВИСНОВКИ	53
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

ВСТУП

Сучасні тенденції у харчовій промисловості все більше орієнтовані на розроблення продуктів із покращеними органолептичними та функціонально-технологічними властивостями. Особливе місце серед таких продуктів займають м'ясні напівфабрикати, які завдяки своїй універсальності та зручності у приготуванні користуються високим попитом серед споживачів. Одним із ефективних способів підвищення якості м'ясної продукції є застосування маринадів, що не лише покращують смакові характеристики, а й подовжують термін зберігання завдяки вмісту антимікробних та антиоксидантних компонентів.

Маринування м'яса як технологічний прийом дозволяє забезпечити рівномірне проникнення спецій, органічних кислот та функціональних добавок у товщу м'язової тканини, що сприяє пом'якшенню текстури, збереженню соковитості та покращенню аромату готового виробу. Особливу увагу в останні роки приділяють використанню пряно-ароматичних рослин та фруктових інгредієнтів у складі маринадів, адже вони є джерелом природних антиоксидантів, поліфенолів та ефірних олій, здатних пригнічувати окислювальні процеси та забезпечувати безпечність продукції протягом зберігання.

Водночас важливим є пошук нових технологічних рішень для удосконалення рецептур маринадів, зокрема за рахунок поєднання традиційних компонентів (соевого соусу, кухонної солі) з фруктовими складовими (пюре брусниці, сік чорноплідної горобини) та сумішами прянощів. Це дозволяє формувати нові сенсорні профілі продукції та задовольняти вимоги ринку до натуральності та високої якості харчових виробів.

У даній роботі увагу зосереджено на удосконаленні технології маринадів для м'ясних напівфабрикатів із качиних гомілок шляхом введення пряно-ароматичної сировини та фруктових інгредієнтів. Проведено комплекс досліджень з визначення впливу розроблених маринадів на фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники напівфабрикатів, а також здійснено економічне обґрунтування доцільності їх виробництва.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Використання маринадів як одного з способів покращення якості м'ясних напівфабрикатів

Маринування – це поширений процес, який покращує сенсорні якості м'яса та його кулінарні властивості (наприклад, його вихід) [1]. Це також метод консервування [2-5]. Маринування передбачає додавання до м'ясних продуктів рідин, настояних на ароматизаторах, спеціях та функціональних добавках. Маринади зазвичай являють собою суміш різних інгредієнтів, включаючи водно-олійні емульсії, органічні кислоти, екстракти, мінеральні солі, хімічні пом'якшувачі, ароматичні овочі, фруктові соки та оцти, лимонний сік, вино, соєвий соус, ефірні олії, ферментовані молочні продукти, трави та спеції [6-12]. Маринування – це нетермічна технологія, і деякі компоненти маринаду діють проти мікробів та автоокислення [13,14]. Процес маринування застосовується до різних видів м'яса, таких як свинина, яловичина, баранина, кролик, птиця та дичина [15].

Маринування м'яса здійснюється різними методами: зануренням, галтовкою та ін'єкцією в продукт [16-19]. Метод занурення передбачає занурення м'яса в маринад при низькій температурі на певний період. Цей метод використовується м'ясними компаніями різного розміру та в домашніх господарствах. Метод ін'єкції передбачає використання голки для застосування тиску та введення точної кількості маринаду в м'ясо. Галтовка передбачає обертання м'яса в горизонтально нахиленому барабані під час додавання маринаду [20]. Вдома споживачі зазвичай використовують техніку занурення для маринування м'яса. Комерційні маринади мають лужний рН, тоді як кислі маринади також використовуються в харчовій промисловості та вдома [21,22]. Лужні маринади містять фосфати, тоді як кислі маринади зазвичай готуються з додаванням органічних кислот або їх солей або на їх основі [23].

Низькі значення рН у кислих маринадах збільшують ніжність м'яса, знижуючи рН, що, у свою чергу, призводить до ослаблення м'язової структури [24-29]. Маринади збільшують вологоутримувальну здатність м'яса (ВВЗ), зменшують втрати під час приготування та покращують колір і соковитість м'яса [30,31]. Дослідження показали, що маринування покращує смак м'яса та може зменшити сторонні присмаки [32,33,34]. На загальну якість маринованих м'ясних продуктів впливають метод маринування, інгредієнти у складі маринаду та умови маринування (рН, час і температура) [35]. Повідомлялося, що використання маринадів покращує мікробіологічну якість м'яса, пригнічуючи ріст мікроорганізмів, що викликають псування, та патогенних мікроорганізмів, тим самим підвищуючи його безпеку [36,37].

Маринування використовується в м'ясній промисловості вже кілька десятиліть, але процес продовжує вдосконалюватися шляхом вибору інгредієнтів для рецептури маринаду, контролю процесу та технологічних підходів для покращення якісних характеристик кінцевих м'ясних продуктів, особливо найбільш бажаного – ніжності. Для підвищення ніжності м'яса застосовуються інші стратегії, такі як хімічні та механічні методи [38], але останнім часом споживачі вимагають, щоб різні продукти, включаючи м'ясо та м'ясні продукти, мали чисте етикетування, а їх виробництво не включало консервантів або синтетичних компонентів [39, 40].

Водні розчини з хлоридом натрію та цукрами [41] та NaCl з триполіфосфатом натрію [42,43], з бікарбонатом [44] або з комбінацією всіх цих інгредієнтів [45, 46] є особливо важливими у виробництві традиційних маринадів, що застосовуються для птиці [47] та яловичини. Деякі автори вказують на складніший склад маринаду для птиці, що включає воду (80%), NaCl (3%), цукрову суміш (декстроза, лактоза та сахароза, 9,5%), пшеничне борошно (4%) та молочні білки (3,5%), а також фосфати та поліфосфати (60%), сіль (27%), карагенан (10%) та 3% гуарової камеді (0, 0,05, 0,1, 0,15 та 0,2%) [48].

Маринування традиційним способом покращує ніжність та смак м'яса, а також його соковитість. Його також використовували як метод тендеризації,

оскільки дисперсія іонів, таких як натрій та фосфат, у маринадах призводить до тендеризуючого ефекту завдяки зв'язку цих іонів з білком. Додавання фосфатних солей, зокрема пірофосфату та триполіфосфату, збільшує вологоутримувальну здатність (ВУЗ) м'яса, покращує текстуру та вихід продукту, а також зменшує втрати під час приготування [49]. Вважається, що концентрація фосфату близько 0,3% або вище впливає на м'язові білки, підвищуючи рН та іонну силу, а також, зокрема, комплексуючи зв'язані з білком Mg та Ca, що призводить до посилення розчинності міозину та актину (дисоціація актоміозину та деполімеризація товстих і тонких ниток) [50].

Деякі інгредієнти, такі як бікарбонат натрію, використовувалися в маринадах для свинини та птиці, щоб мінімізувати проблему блідого, м'якого та ексудативного м'яса (PSE) [51-53].

1.2. Характеристика маринадів на основі соків і органічних кислот

Маринування з використанням фруктових та овочевих соків впливає на вологоутримувальну здатність м'яса, що підвищує ефективність приготування продукту. Додавання фруктових та овочевих соків до маринадів може посилити аромат, смак, соковитість та ніжність м'яса завдяки денатурації білків [54]. Зниження рН м'яса нижче ізоелектричної точки може збільшити позитивний заряд міофібрилярних білків, тим самим викликаючи більше сил відштовхування між товстими та тонкими філаментами, що призводить до розширення білкової мережі [55].

Кілька досліджень [56,57] повідомляли, що органічні кислоти, наприклад, лимонний або цитрусовий сік у маринованому розчині, отримані з фруктів, можуть відігравати вирішальну роль у розм'якшенні маринованого м'яса. Вони сприяють деградації та розчиненню сполучних тканин, що призводить до зменшення діаметра та товщини м'язових волокон, що, у свою чергу, спричиняє

набухання м'ясних волокон та посилення протеолізу катепсинами (оптимальний рН для цієї активності знаходиться в діапазоні 3,5–5,0). Також спостерігається підвищене перетворення колагену в желатин при низькому рН під час термічної обробки. Цей процес послаблює електростатичні взаємодії між міофібрилярними білковими ланцюгами та сполучними тканинами, одночасно збільшуючи протеоліз, опосередкований катепсином. Маринади, що містять протеолітичні ферменти або характеризуються низьким рН, можуть бути використані як тендеризатори у в'яленому м'ясі, виготовленому з спочатку жорсткого м'яса, такого як м'ясо дикого кабана. Маринади на основі лимона та меду, а також оцту можуть бути використані для ароматизації ніжного м'яса з інтенсивним ароматом [58]. Маринування скибочок свинячої вирізки з використанням розчину із сумішшю оливкової олії першого віджиму, пива та лимонного соку призводить до загального покращення технологічних та сенсорних властивостей м'яса, подовжуючи термін зберігання до шести днів [59]. Маринування фруктовим соком вплинуло на вологоутримуючі властивості зразків курячого та індичого м'яса. Що стосується текстурних властивостей, маринування позитивно вплинуло на ніжність індичого м'яса. Зразки грудки індички, мариновані в соку чорного винограду, були визнані найніжнішими. Крім того, маринування натуральними фруктовими соками значно пригнічувало окислення ліпідів у курячому та індичому м'ясі порівняно з немаринованою групою [60].

Згідно з Samant et al. [61], кислі маринади можуть негативно впливати на сенсорні характеристики продукту. Інші автори [62,63] стверджували, що додавання лимонної та оцтової кислот не викликало жодних негативних змін у досліджуваних ними продуктах, окрім легкого кислого смаку та інтенсивного запаху після тривалого маринування в деяких випадках. Тип маринаду, особливо маринади на основі фруктів та фруктових соків, впливає на колір м'яса, такого як курка та індичка, і зокрема збільшує значення яскравості які пов'язані, наприклад, з наявністю каротиноїдів [64,65].

Наприклад, екстракт гранатового соку, нанесений на курячі котлети, не викликав значних змін [66]. Однак, незначне підвищення рН спостерігалось

після зберігання, коли фенольний розчин гранатового соку використовували на курячій грудці [67]. Інші автори повідомляли, що втрати при готуванні зразків м'яса, оброблених лимонною кислотою та грейпфрутовим соком, коливалися від 22,4 до 33,3%. Автори повідомили, що поліфеноли шовковиці значно знижували загальної кількості бактерій, що міститься в м'ясі сушених шматочків свинячого фаршу [68], а гранатовий сік міг затримувати значення TBARS у зразках курки, що зберігалися при температурі 4 °C протягом 28 днів. Ці ефекти є результатом антиоксидантної дії фенольних кислот, флаванолів та антоціанів з м'якоті шовковиці [69]; катехінів, кверцетину та його похідних (флаванолів), а також антоціанідинів з виноградних вичавок [70]; а також поліфенолів (танінів та флавоноїдів) та антоціанів з гранатового соку [71,72].

Екзогенні протеолітичні ферменти рослинного походження, такі як папаїн, бромелайн та фікін, відіграють домінуючу роль у розм'якшенні м'яса (яловичини та оленини). Ці природні розм'якшувачі отримують з різних рослинних джерел, таких як фрукти та овочі (стебла та листя) [73, 74]. Кінцева текстура та зовнішній вигляд м'яса можуть відрізнятися залежно від типу, кількості ферменту та способу його введення в м'яз: занурення в розчин, закачування розчину ферменту в кровоносні судини або регідратація ліофілізованого м'яса. Однак методи занурення та закачування виявилися незадовільними через їх надмірне розм'якшення [75].

Оцти можуть виготовлятися з різної сировини, такої як фрукти (аронія, виноград, глід), овочі та злаки, і називаються відповідно до цих матеріалів. Склад оцту може змінюватися залежно від сировини та використовуваного виробничого процесу [76]. Фруктові оцти багаті на органічні кислоти, такі як оцтова, винна, мурашина, молочна, лимонна та яблучна, але також містять високий рівень фенольних сполук, вітамінів та мінералів [77].

Вважається, що наявність органічних кислот в оцтах відповідає за нижчий рН зразків маринованого м'яса, що зменшує втрати м'яса під час приготування. У цих випадках м'ясні білки можуть постраждати від маринування оцтом через низькі значення рН. Маринування фруктовими оцтами призводить до значного

погіршення стану м'язових волокон та нерегулярних м'язових волокон, що робить м'ясо ніжнішим [78]. Оцтові маринади зменшують твердість та жувальну здатність м'яса, і, як наслідок, зменшують товщину та діаметр волокон зразків м'язів, що можна побачити на зображеннях мікроструктури. У проведених випробуваннях маринад з використанням виноградного оцту був найефективнішим з точки зору сенсорних властивостей м'яса, тоді як маринування з оцтами з чорноплідної горобини та глоду негативно вплинуло на запах зразків, але позитивно вплинуло на текстуру птиці [79].

1.3. Характеристика маринадів, що містять пряно-ароматичні рослини та їх вплив на якість м'ясних напівфабрикатів

Розчини маринадів, що включають «натуральні» інгредієнти (наприклад, спеції, трави, ефірні олії, отримані з квітів, плодів, коріння, бруньок та листя за допомогою процесів дистиляції тощо), широко поширені в м'ясній промисловості для птиці, яловичини та свинини завдяки своїм органолептичним, антимікробним та антиоксидантним властивостям [80-82]. Спеції та екстракти з антимікробними та антиоксидантними властивостями також додаються до маринадів для додання смаку та збільшення терміну зберігання м'ясних продуктів.

Спеції та трави в маринадах можуть суттєво впливати на якість м'яса з точки зору його смаку, ніжності та загальної якості [83-85], а також можуть допомогти збалансувати смаки інгредієнтів маринаду (наприклад, порошок чилі або чорний перець, збалансований солодкими інгредієнтами, такими як мед) та гармонізувати смаковий профіль. Вони відповідають за посилення смаку м'яса та створення унікального сенсорного профілю м'яса. Маринування зі спеціями та травами використовувалося для покращення функціональності та безпеки м'яса. Нассу та ін. [86] повідомляли, що антиоксидант, такий як розмарин, уповільнює

розвиток окислених ароматів та смаків. Спеції є центральними для маринадів, оскільки вони забезпечують широкий спектр смаків та ароматів [87-90].

Такі поширені спеції, як паприка, перець, порошок чилі, часник, імбир, кмин та куркума, можуть додати глибини та складності смаку м'яса [91]. У м'ясних маринадах перець (чорний, білий та зелений) є популярною спецією, яку часто використовують для додання смаків, ароматів та натяку на гостроту . Вибір між видами перцю залежить від кулінарних уподобань та конкретного смаку, який потрібно отримати. Кожен вид має свої унікальні характеристики, які можуть підкреслити різні види м'яса та інших продуктів. Крім того, чорний перець (*Piper nigrum*) збагачений фенольними сполуками, головним чином піперином, алкалоїдом, який відповідає за гостроту чорного перцю. Антиоксидантні властивості поліфенольних сполук, що містяться в чорному перці, були підтверджені в дослідженнях, проведених на яловичих гамбургерах. Додавання чорного перцю мало значний ефект, знижуючи вміст малонового діальдегіду (МДА) у досліджуваних гамбургерах порівняно з контрольною групою. Крім того, це дослідження продемонструвало синергетичний ефект чорного перцю на куркуму, оскільки їх поєднання значно знизило значення МДА у зразках порівняно зі значеннями спецій, що використовувалися окремо.

Використання паприки у формі наночастинок олеорезину паприки в системі носія для маринаду, як функція співвідношення води та молока (вода, молоко та NaCl), мало значний вплив на сенсорні якості курки [92]. Було відзначено, що кількість паприки мала значний вплив на всі сенсорні характеристики кольору (інтенсивність поверхневого оранжевого та червоного кольорів та проникнення кольору). Найбільш корисний ефект був продемонстрований при додаванні 3 г/100 мл паприки в маринаді. Це призвело до отримання приготованого м'ясного продукту з вищою інтенсивністю червоного та оранжевого кольорів, а також глибшим проникненням кольору. Подібний зв'язок був показаний для смаку паприки та загальної прийнятності. Однак, враховуючи носій паприки в маринаді, найвище проникнення кольору спостерігалось для носія на водній основі (співвідношення вода:молоко 100:0).

Натомість, найвище поглинання маринаду було показано для системи носія лише з молоком (співвідношення води та молока 0:100). Використання маринаду з цибулевого соку або часнику також позитивно вплинуло на соковитість та ніжність свинячого м'яса.

Дослідження показали значний вплив маринадів на основі трав та спецій на сенсорні якості м'яса, а також на його смак, аромат та свіжість [93]. Маринади на основі куркуми та лемонграсу (52,42%:47,57%) значно покращили колір та смак, а також загальну якість зразків смаженої яловичини. Крім того, маринади як з ароматичними травами, так і з оліями холодного віджиму позитивно впливають на ніжність та соковитість яловичини після тривалішого маринування. Використання екстрактів трав та спецій також викликає зміни рН м'яса, обмежуючи його підйом. Це відображається в уповільненні процесу розпаду білка, тим самим подовжуючи термін зберігання м'яса [94].

Таблиця 1.1.

Вибрані приклади маринадів на основі пряно-ароматичних рослин

Склад маринаду	Тривалість витримування в маринаді	М'ясна сировини, до якої підходить маринад
NaCl (6%, мас./об.), харчовий триполіфосфат натрію (3%, мас./об.), чебрець (0,5%), апельсинова олія (50:50) та вода (91%)	маринували протягом 20 хвилин у вакуумі з 10% (мас./об.) попередньо охолодженого (4 °C) розчину для маринування.	курка
екстракт із сушеної шавлії	вакуумне або ультразвукове просочення; 4 °C; обертання зі швидкістю 75 об/хв; процес просочення 180 хв	яловичина
червоний перець, часник, цибуля, червоний перець, помідор, перець, часник або перець, червоний перець та часник	24 год при 4 °C	яловичина
оливкова олія та розмарин, гарбузова олія та свіжий орегано, соняшникова олія та	120 год при 4 °C	яловичина

чебрець, олія волоського горіха та свіжий базилік, кунжутна олія та імбир		
вода, 2% солі, 0,5% цукру, 0,5% соєвого соусу та спеції: паприка, корінь гвоздики, сонечко, аніс, мандарин, довгий перець, китайська кориця, мускатний спецій, трилистий апельсин, фенхель, дягель даурський, кориця кассія, лакриця, зелений кардамон, глід	2 год. перемішування при 4 °С; вакуум.	яловичина
цукор, цибуля, вода, лемонграс, сіль, куркума, кориця, коріандр та олія	0, 4, 8 та 12 год при 4 °С (занурення)	яловичина
(I) приправа (майоран, чебрець, лимонний перець, орегано, базилік та часниковий порошок); (II) лимонно-медовий маринад (рН 4,8) (мед, свіжовичавлений лимонний сік, соєвий соус, чорний перець та вода); (III) маринад з бальзамічним оцтом (рН 4,4) (легкий соєвий соус, діжонська гірчиця, бальзамічний оцет, вода, коричневий цукор та чорний перець); (IV) ананасовий маринад (рН 4,1) (свіжовичавлений ананасовий сік, соєвий соус, бальзамічний оцет, вода, чорний перець, пластівці червоного перцю та часниковий порошок); (V) імбирний маринад (рН 4,7) (соєвий соус, сік лайма, свіжотертий імбир, вода та мелений червоний перець).	24 год при 4 °С	олень, дикий кабан
імбир	1 год. перемішування при 4 °С	курка
часник	24–48 годин при температурі від 4 до 7 °С	свинина
соєвий соус і паста з гострого перцю	ніч при 4°С	свинина
орегано, рідкий дим (як основа та сіль, фосфат, нітрат, соєвий соус, м'ясний бульйон, чорний перець, лимонний перець, кайенський перець, червона паста каррі, м'який Табаско, гірчиця, фруктоза, ксилоза, мед, часниковий порошок, екстракт цибулі, орегано та паприки, томатне пюре, лимонний сік, сік лайма, аромат коньяку, ферментоване молоко, пиво та аромат бекону)	не зазначено	свинина
спеції та ароматизатори, сіль та олія	24 год при 4 °С	свинина
наночастинковий олеорезин паприки (1 та 3 г/100 мл) та вода/молоко	перемішування протягом 20 хвилин при 4 °С	свійська птиця
томатна паста, паста з червоного перцю, соняшникова олія, червоний перець, чорний перець, кмін, сіль,	24 год при 4 °С; зберігати 1–10 днів	курка

свіжовичавлений лимонний сік та цедра часнику		
лактоферментований часник	3 дні при 4 °С	ягня
чебрець, розмарин, базилік, майоран, циннамальдегід, ліналоол та молочна кислота	7 днів при 4 °С	курка
куркума, листя каррі, імбир-пахоща та лемонграс	8 год при 4 °С; поліетиленові пакети	яловичина
екстракт листя коріандру та екстракт кореня коріандру	4 год при 4 °С	качка
Маринад 1 (45,5% гранатового сиропу, 23% води, 17% меду, 11,5% гірчичного порошку, 2% NaCl та 1% перцю; рН 2,45); Маринад 2 (73% лимонного соку, 18% меду, 2% часнику, 2% NaCl та 1% перцю; рН 2,10); Маринад 3 (52% білого винного оцту, 24% цукру, 2,5% естрагону, 18,5% цибулі, 2% NaCl та 1% перцю; рН 2,87).	не зазначено	курка
341 мл пива, 1 г орегано, 1 г петрушки, 4 г гірчиці, 2 г солі, 8 г перцю, 1 г часнику, 25 мл оливкової олії, 15 мл оцту та 25 г свіжої цибулі	12 годин при 4 °С; закриті поліетиленові пакети Ziploc.	яловичина, лось
хлорид натрію, 3% комерційної суміші поліфосфатів; суміш етиленгліколю (1:1) чебрецю та апельсина	20 хв. перемішування в барабані (20 об/хв) за кімнатної температури; вакуум (78 кПа)	курка
екстракт гібіскуса	не зазначено	яловичина
сухий мелений майоран і чебрець, часниковий порошок, свіжий хрін, липовий мед і червоне вино	12 днів при 4 °С	яловичина
свіжа куркума, квітка імбиру, листя каррі та лемонграс	8 год при 4 °С 24 год при 4 °С 24 год при 4 °С	яловичина баранина яловичина
порошок кориці та порошок зеленого чаю	не зазначено	свинина
сіль, білий перець та часниковий порошок	не зазначено	свинина
листя шавлії (<i>Salvia fruticosa</i>), хміль (<i>Humulus lupulus</i>), корінь солодки (<i>Glycyrrhiza uralensis</i>), куркума (<i>Curcuma xanthorrhiza</i>), брунька гвоздики (<i>Syzygium aromaticum</i>), листя орегано та насіння айоваїну (<i>Trachyspermum ammi</i>)	не зазначено	курка
мелений червоний перець, приправа для червоного перцю (мелений червоний перець, морська сіль, часник та цибуля)	24 год при 5 °С	свинина
розмарин, шавлія та чебрець	7 днів при 4 °С	індичка
соевий соус, перець, часник, орегано, розмарин та чилі	5 год при 4 °С	яловичина, свинина

чорний перець, часник, сіль, рапсова олія та ароматизатори	24 год при 4 °С	яловичина
--	-----------------	-----------

Додавання екстрактів спецій, таких як лавровий лист, чорний перець, куркума, перець халапеньйо та паста тамариндової пасти, до маринадів збільшило частку кольорових компонентів і знизило твердість і рН м'яса [95]. Однак трави є поширеним інгредієнтом у м'ясних маринадах не лише завдяки своїм смаковим якостям. Вони також використовуються завдяки своїм антиоксидантним [96,97] та антимікробним властивостям. Роход та ін. [98] продемонстрували, що розмарин та орегано мають подібну ефективність до синтетичних антиоксидантів, у пригніченні розвитку *Staphylococcus aureus* у маринованому курячому філе. Використання маринадів із сумішшю чебрецю та апельсина ефективно зменшило окислення ліпідів у курячому м'ясі, не впливаючи негативно на сенсорні якості чи параметри кольору м'яса. Дослідження, проведені Патанією та ін. [99] також показало, що маринади теріякі та лимонний перець можуть зменшити навантаження *сальмонели* на шкіру курки та червоне м'ясо під час аеробного зберігання.

Природні антиоксиданти, такі як фенольні сполуки в екстрактах, можуть сприяти пригніченню реакцій циклізації та окислення шляхом гасіння або поглинання вільних радикалів, тим самим збільшуючи безпеку та термін зберігання смажених м'ясних продуктів. Трави та спеції, що використовуються в маринадах, покращували якість м'яса, впливаючи на рН, текстурні властивості, колір, профіль поліароматичних ароматичних сполук (зменшуючи утворення поліароматичних сполук) та леткі сполуки в смаженому м'ясі [100]. Використовуючи настій чаю улун (1%) для маринаду,

Дослідження Патанії та ін. [99] показало позитивний ефект використання маринаду з лимонним перцем (мелений чорний перець, гранули лимонної цедри, лимонні олії та деякі екстракти спецій) у зменшенні росту бактерій *Salmonella* у курячому м'ясі. Це пов'язано з нижчим значенням рН маринаду з лимонним перцем через наявність лимонних олій, що призвело до більш ефективної антимікробної активності [99]. Крім того, використання маринаду з відповідним

складом спецій може ефективно проявляти антимікробну активність проти *Campylobacter jejuni* та *Enterobacteriaceae*, а також забезпечувати бажані органолептичні характеристики курячого м'яса.

Ефірна олія орегано, як було виявлено, проявляє антимікробну активність проти патогенних мікроорганізмів, таких як *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* та *Salmonella enteritidis*, у яловичині та свинині; ефірна олія розмарину (0,05%), як було виявлено, здатна пригнічувати ріст *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus* у яловичині та курятині [101, 102]; а ефірна олія чебрецю (0,08%), додана до м'яса, пригнічує ріст *Pseudomonas spp.* та *Staphylococcus aureus*.

Додавання ефірних олій покращило сенсорну якість та підвищило загальну прийнятність зразків, особливо наприкінці зберігання, і було переважним серед споживачів [103-107]. Ефірні олії, включаючи розмарин, чебрець, орегано, базилік, коріандр, імбир, часник, гвоздику, ялівець та фенхель, характеризуються сильною антиоксидантною активністю [108, 109]. Доведено, що ефірні олії, що використовуються окремо або в комбінації, подовжують термін зберігання м'яса та м'ясних продуктів, і це пов'язано зі зниженням окислення ліпідів [110]. Варто зазначити, що через низькі сенсорні пороги, характерні для ефірних олій, їх сенсорну сумісність та вплив на інші інгредієнти на сенсорний профіль кінцевого продукту слід ретельно враховувати [111, 112].

1.4. Історія та технологія соєвого соусу, як основи для приготування маринадів для м'ясних напівфабрикатів

Соєвий соус – одна з найдавніших та найпопулярніших приправ у світі, яка відіграє важливу роль у формуванні смакових характеристик багатьох кулінарних страв. У Китаї його називають *jiangyou*, у Японії – *shoyu*, а в англomовних країнах – *soya sauce*. Протягом століть він став невід'ємним компонентом кухонь Східної та Південно-Східної Азії, а сьогодні його популярність стрімко зростає і на Заході завдяки унікальному поєднанню умами, солоного та карамельного смаку. Така універсальність дозволяє використовувати соєвий соус як основу для маринадів у виробництві м'ясних напівфабрикатів, що надає продуктам характерного смаку, аромату та сприяє підвищенню їхньої якості та терміну зберігання.

Витоки виробництва соєвого соусу сягають понад 2200 років тому. У стародавньому Китаї соєвий соус спочатку розроблявся як засіб для збереження продуктів завдяки високому вмісту солі. Він також допомагав урізноманітнити та посилити смак вегетаріанських буддійських дієт, коли сіль була дорогим і дефіцитним ресурсом. З плином часу роль соєвого соусу змінилася – із консерванта він перетворився на універсальну приправу, що використовується для надання стравам насиченого смаку, кольору та аромату. На сьогоднішній день соєвий соус виготовляють у багатьох країнах світу за різними рецептурами та технологіями, що дозволяє отримувати широкий спектр смакових профілів – від делікатно-солодких до насичено-солоних.

Виробництво соєвого соусу базується на використанні п'яти основних компонентів: соєвих бобів або соєвих пластівців, пшениці або пшеничного борошна, води, солі та мікроорганізмів (*Aspergillus oryzae*, *Aspergillus sojae*, солестійкі дріжджі та молочнокислі бактерії). Існує два основних методи виробництва: традиційна ферментація та кислотний гідроліз.

Традиційна ферментація передбачає двоетапний процес – твердофазну ферментацію кодзі та рідкофазну ферментацію моромі. На етапі кодзі соєві боби замочують, пропарюють і змішують із обсмаженим пшеничним борошном, після

чого додають спори грибів *Aspergillus spp.* Протягом 3–5 днів ферментації білки та вуглеводи сировини розщеплюються на амінокислоти, пептиди та цукри. На наступному етапі (моромі) кодзі змішують із соляним розчином (18–22% NaCl), де відбувається друга ферментація за участі галотолерантних дріжджів (*Zygosaccharomyces rouxii*) та молочнокислих бактерій. Цей процес триває від кількох місяців до декількох років, що дозволяє сформувати насичений смак, аромат та характерний темно-бурий колір соєвого соусу.

Кислотний гідроліз, відомий також як «хімічний гідроліз», є більш швидким та дешевим методом, який передбачає розщеплення білків сої та пшениці за допомогою концентрованої соляної кислоти при підвищеній температурі. Отриманий продукт нейтралізують лугами, фільтрують, пастеризують та фасують. Цей метод дає змогу виробляти великі обсяги соєвого соусу за кілька днів, але кінцевий продукт має менш складний аромат і смаковий профіль порівняно з ферментованими соусами.

Соєвий соус класифікується за типом ферментації, регіоном виробництва та складом. У Китаї виділяють високосольовий рідкий ферментований соєвий соус (HLFSS) та низькосольовий твердий ферментований соєвий соус (LSFSS). HLFSS використовується для тривалого тушкування та надає стравам карамельного кольору й солодкуватого присмаку. LSFSS, навпаки, застосовують для приправлення легких страв та як соус для макання завдяки його делікатному смаку.

У Японії поширені види коікучі-шою (темний соус), усукучі-шою (світлий), тамарі-шою (з низьким вмістом пшениці) та шіро-шою (білий соєвий соус). Ці види відрізняються співвідношенням соєвих бобів та пшениці, тривалістю ферментації й кінцевими смаковими характеристиками. Наприклад, коікучі-шою має насичений аромат і темний колір, а шіро-шою завдяки високому вмісту пшениці має світліший відтінок і м'якший смак.

Соєвий соус у складі маринадів для м'ясних напівфабрикатів виконує одразу кілька функцій. Завдяки високому вмісту солі та органічних кислот він має антимікробну дію, що подовжує термін зберігання продуктів. Наявність

амінокислот, пептидів та летких сполук покращує органолептичні характеристики м'яса, роблячи його ніжнішим, соковитішим та ароматнішим після термообробки. Крім того, реакції Майяра, що відбуваються під час приготування, сприяють утворенню нових ароматичних сполук, що підсилюють смаковий профіль готового виробу.

У сучасному м'ясопереробному виробництві соєвий соус розглядається як цінний функціональний інгредієнт для маринадів. Його використання дозволяє не лише поліпшити смак та аромат напівфабрикатів, а й забезпечує більш рівномірне проникнення маринаду в товщу м'яса, завдяки низькій в'язкості та високій розчинності активних компонентів. Це особливо важливо для продукції, призначеної для грилювання або запікання, де смакові якості визначають споживчі переваги.

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи удосконалити технологію маринадів для м'ясних напівфабрикатів за рахунок використання соєвого соусу, соку горобини чорноплідної, пюре брусниці та пряно-ароматичних рослин.

Об'єкти досліджень - маринади, м'ясні напівфабрикати.

Завдання роботи:

1. Розробити рецептури та технології маринадів з використанням соєвого соусу, соку горобини чорноплідної, пюре брусниці та пряно-ароматичних рослин.
2. Здійснити органолептичну оцінку маринадів з метою подальшої можливості їх використання.
3. Виробити м'ясні напівфабрикати у маринадах.
4. Дослідити вплив маринадів на структуру м'язевих волокон.
5. Встановити зміни кислотних та пероксидних чисел м'ясних напівфабрикатів у процесі зберігання.

Органолептичне оцінювання показників якості здійснювали згідно ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні органолептичне оцінювання показників якості Частина 2. Загальні вимоги».

Для вимірювання рН зразки м'яса (5 г) подрібнювали за допомогою м'ясорубки Zelmer (Німеччина). До гомогенізованих зразків фаршу додавали 50 мл дистильованої води і витримували протягом 3 хвилин. Значення рН м'ясних гомогенатів визначали за допомогою рН-метра, при цьому калібрування проводили за буферними розчинами рН 4 і рН 7.

Вологозв'язуючу здатність м'ясних фаршів визначали за ваговим методом. Для цього зразки масою 0,3 г з абсолютною похибкою 0,001 г розміщували на поліетиленовому кружку, який потім переносили на фільтрувальний папір, укладений на скляну пластину, так, щоб фарш безпосередньо контактував із фільтром. Зверху накривали поліетиленовий кружок пластиною, на яку ставили

вантаж (гирю) масою 1 кг, а тривалість пресування становила 10 хвилин. Після завершення пресування масу знімали з фільтрувального паперу, зважували його, а потім поміщали в сушильну шафу при температурі 105°C для висушування до досягнення постійної маси. Одночасно визначали масову частку вологи в досліджуваному зразку методом висушування в сушильній шафі при температурі 105°C до стабільної маси. Вологозв'язуючу здатність фаршу (ВЗЗ) обчислювали як масову частку вологи (відносно загального вмісту вологи в зразку), що залишилася після пресування.

$$BZ3_m = (a - 8,4 b) \times 100 / m, \quad (2.1)$$

$$BZ3_a = (a - 8,4 b) \times 100 / a, \quad (2.2)$$

де, $BZ3_m$ – вміст зв'язаної вологи, % до продукту;

$BZ3_a$ – вміст зв'язаної вологи, % до загальної вологи;

a – загальний вміст вологи в наважці, мг;

b – площа вологої плями, см²;

m – маса наважки для пресування, мг.

Водоутримуючу здатність (% до маси фаршу) визначали за формулою 2.3:

$$BVZ = W - [(m_{61} - m_6) / (m_{62} - m)] / 100, \quad (2.3)$$

де, W – масова частка вологи у фарші, %;

m_{61} – маса всього відділеного бульйону з жиром, г ($m_{61} = m - m_c$);

m_c – маса згустка фаршу після термообробки, г;

m_6 – маса вологи в досліджуваному зразку, г; m – маса наважки фаршу, г;

m_{62} – маса дослідного бульйону з жиру, г.

Для встановлення поглинання маринаду м'ясом дослідні зразки занурювали у маринад і витримували від 3 до 15 діб. Кожний дослідний зразок зважували до та після маринування. Після витримання зразків у маринаді, їх виймали з маринаду і витримували 10 хв для вилучення зайвого маринаду. Розрахунок поглинання маринаду здійснювали за формулою :

$$X = \frac{m_1 - m_0}{m_0} * 100, \% \quad (2.4)$$

де m_1 – маса зразка у маринаді;

m_0 – маса зразка до маринування.

Втрати маси після термічної обробки визначали за формулою:

$$X = \frac{m_1 - m_0}{m_1} * 100, \% \quad (2.5)$$

де m_1 – маса зразка у маринаді;

m_0 – маса зразка у маринаді після термічної обробки.

Кислотне число – це кількість міліграмів калій гідроксиду, яка необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот в 1 г жиру. Цей показник характеризує якість жиру. Під час зберігання жирів відбувається накопичення вільних жирних кислот, що призводить до підвищення кислотності. Зростання кислотності свідчить про зниження якості жиру. Метод визначення кислотного числа полягає в титруванні вільних жирних кислот, що містяться в ліпідах, 0,1 н розчином калій гідроксиду. До зразка досліджуваного жиру додають спирт і ефір у співвідношенні 1:1, а також 2 краплі фенолфталеїну. Нейтралізацію проводять 0,1 н розчином калій гідроксиду до появи рожевого забарвлення, що свідчить про присутність фенолфталеїну.

$$X = \frac{V * T * 5,61}{m} \quad (2.6)$$

де V – кількість 0,1 н. розчину лугу, використаного на титрування, мл;

T – коефіцієнт поправки на титр 0,1 н. розчину калій гідроксиду;

5,61 – коефіцієнт перерахунку мл 0,1 н. розчину калій гідроксиду в мг;

m – наважка жиру, г.

Пероксидне число – це відношення кількості речовин у пробі, виражених в активному кисні, які окислюють йодид калію за стандартних умов, до маси досліджуваного зразка. Цей показник характеризує кількість первинних продуктів окислення жирів, таких як пероксидні сполуки (гідроперекиси, перекиси, діалкілперекиси), які здатні вивільняти йод з водного розчину йодистого калію. Пероксидне число виражається у мілімолях активного кисню на кілограм проби та є індикатором свіжості жирів.

Принцип методу базується на реакції взаємодії продуктів окислення олій і жирів (пероксидів та гідропероксидів) з йодидом калію у розчині оцтової кислоти та хлороформу, а також на подальшому кількісному визначенні

виділеного йоду титриметричним методом за допомогою розчину тіосульфату натрію.

Для проведення аналізу зразок олії або жиру зважують у конічну колбу. Потім до колби додають 10 см³ хлороформу, швидко розчиняють зразок, додають 15 см³ оцтової кислоти та 1 см³ розчину йодиду калію, після чого колбу негайно закривають пробкою. Вміст колби перемішують протягом 1 хвилини та залишають на 5 хвилин у темному місці при температурі від 15 °С до 25 °С. Після цього до суміші додають 75 см³ дистильованої води, ретельно перемішують і вводять розчин крохмалю, поки не з'явиться слабке однорідне фіолетово-синє забарвлення. Виділений йод титрують розчином тіосульфату натрію до зникнення фіолетово-синього кольору і появи молочно-білого забарвлення, що повинно залишатися стійким протягом 5 секунд.

$$X = \frac{1000 \cdot (V - V_0)}{m} \cdot C \quad (2.7)$$

де V , V_0 – об'єм розчину тіосульфату натрію відповідно в основному і контрольному досліді, см³;

C – концентрація розчину

Методика дослідження м'язових волокон під мікроскопом

Дослідження морфологічної структури м'язових волокон проводять за допомогою світлової мікроскопії, що передбачає низку послідовних етапів підготовки зразків, їх фарбування та подальшого мікроскопічного аналізу. Цей метод дає змогу візуалізувати особливості гістоархітектури м'язової тканини, оцінити стан сполучної тканини, діаметр волокон, наявність центральних ядер та інші морфометричні показники.

Підготовка зразків

На початковому етапі дослідження проводять відбір зразка м'язової тканини розміром близько 1×1×1 см зі свіжого м'яса або біоптату тварини. Для запобігання автолізу та збереження структури тканини зразок фіксують у 10 % нейтральному формаліні протягом 24–48 годин при кімнатній температурі. Фіксація забезпечує стабілізацію білкових структур та збереження морфологічних особливостей тканини.

Після фіксації зразки піддають стадії дегідратації шляхом послідовного проведення через серію спиртів зростаючої концентрації (50%, 70%, 80%, 96% та абсолютний спирт) для видалення води з тканин. Далі проводять прозорення у ксилолі та заливку зразків у парафін за класичною гістологічною методикою. Отримані парафінові блоки використовують для виготовлення тонких гістологічних зрізів товщиною 7–15 мкм за допомогою мікротома. Зрізи можуть бути орієнтовані як уздовж, так і поперек м'язових волокон, залежно від завдань дослідження.

Фарбування гістологічних препаратів

Для візуалізації структурних компонентів м'язових волокон застосовують загальноприйняті гістологічні методи фарбування. Найчастіше використовується фарбування гематоксиліном та еозином (H&E), яке дозволяє оцінити загальну гістоархітектуру тканини, виявити ядра м'язових клітин та цитоплазматичні компоненти.

Для аналізу стану сполучної тканини та колагенових волокон доцільним є використання фарбувань за Ван-Гізоном або Моллорі, що дає змогу чітко диференціювати м'язові та сполучнотканинні структури. У разі потреби можуть застосовуватись специфічні гістохімічні методи, такі як судани для виявлення ліпідних включень або гістохімічні реакції для дослідження ферментативної активності.

Мікроскопічне дослідження

Після підготовки та фарбування гістологічні препарати досліджують за допомогою світлового мікроскопа. Первинне спостереження проводять на малих збільшеннях (10×), що дозволяє оцінити загальну організацію м'язових волокон, їх розташування та взаємозв'язок зі сполучною тканиною. Подальше дослідження на середніх (40×) та великих (100×) збільшеннях дає змогу детально вивчити внутрішню будову м'язових волокон, визначити наявність поперечної та поздовжньої посмугованості, розташування ядер (периферійне чи центральне), а також оцінити морфологічні особливості саркоплазми.

Для проведення морфометричних вимірювань використовують окуляр-мікромметр або цифрові зображення з подальшою обробкою за допомогою програмного забезпечення. Оцінюють такі показники, як середній діаметр м'язових волокон, площа поперечного перерізу, відсоток волокон з центральними ядрами та розподіл за типом волокон. Ці дані є інформативними при аналізі функціонально-технологічних властивостей м'язової тканини, а також при вивченні впливу різних факторів на її морфологічну організацію.

Сок горобини чорноплідної та пюре брусниці заморожене, закуплено у ТОВ «Фрутіленд» (ТУ У 10.3-39014356-003:2020).

В якості пряно-ароматичної сировини до маринадів запропоновано апробувати новинку ТзОВ «Велд оф спайсіз» «Приправу №11 Для всіх м'ясних виробів». До її складу входить суміш майорану, петрушки, перцю солодкого, морки та цибулі сушені і подрібнені.

Для виробництва м'ясних напівфабрикатів вибрано м'ясо птиці, зокрема качки – качині гомілки (код 1201), з метою популяризації серед споживачів даного виду напівфабрикату.

Якість і безпечність сировини підтверджена відповідними документами на продукцію і відповідає вимогам нормативних документів за вмістом токсичних елементів та радіонуклідів, за мікробіологічними показниками не перевищує допустимих рівнів.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Удосконалення технології приготування маринадів для м'ясних напівфабрикатів

Маринад на основі пюре брусниці та соку горобини чорноплідної (25%) готували на основі соєвого соусу (60). До складу маринадів також входили сіль кухонна (10%). В рецептуру маринаду пряного додано пряно-ароматичні рослини ТзОВ «Велд оф спайсіз» «Приправу №11 Для всіх м'ясних виробів» (5%), а в маринад пікантний додатково внесено чебрець сушений, подрібнений (2%). Після змішування компонентів маринаду провели пастеризацію за температури 80 °С, впродовж 10 хв.

Таблиця 3.1

Рецептури маринадів з пюре агрусу та брусниці

Компоненти рецептури	Назва маринадів, % на 100%	
	Маринад пряний	Маринад пікантний
Соєвий соус	60	60
Пюре брусниці	25	
Сік горобини чорноплідної		25
Сіль кухонна, кам'яна	10	10
Чебрець сушений, подрібнений	-	2
Пряно-ароматичні рослини ТзОВ «Велд оф спайсіз» «Приправу №11 Для всіх м'ясних виробів»	5	3

Після цього готували м'ясні напівфабрикати для апробації маринадів.

В якості м'ясної сировини використано качині гомілки.

М'ясо качиних гомілок відрізняється темно-червоним кольором, щільною структурою та вираженим смаком завдяки високому вмісту міоглобіну. Воно має високу харчову цінність завдяки збалансованому складу білків (16–18%), жирів (8–10%) і мінімальному вмісту сполучної тканини порівняно з іншими видами м'яса птиці.

М'язові волокна качиних гомілок представлені переважно червоними (повільноскорочувальними) волокнами, які характеризуються високим вмістом мітохондрій та міоглобіну. Це обумовлює їх підвищену витривалість до тривалого теплового впливу, але водночас вимагає делікатних методів приготування для збереження соковитості та м'якості. Завдяки помірній кількості внутрішньом'язового жиру, м'ясо гомілок має насичений смак і добре піддається маринуванню, що покращує текстуру та ароматичні властивості.

Як було зазначено в попередньому розділі маринування м'ясних напівфабрикатів, а саме м'яса яловичини з використання маринаду на основі соєвого соусу достатнє впродовж 2 год за температури 4 °С в вакуумній мішалці. Ми пропонуємо дослідити час маринування м'яса качки за цієї ж температури з використанням вакуумної мішалки.

Дані напівфабрикати рекомендовано для закладів ресторанного господарства так і для продажу торговельній мережі.

3.2. Дослідження функціонально-технологічних показників м'ясних напівфабрикатів у маринадах з використанням рослинної сировини

Одним із напрямів удосконалення технології м'ясних напівфабрикатів є використання маринадів на основі рослинної сировини, що не лише збагачують продукцію біологічно активними сполуками, а й позитивно впливають на її функціонально-технологічні властивості. Маринування є важливим етапом підготовки м'ясної сировини, оскільки дозволяє покращити текстуру, соковитість, аромат і смак готових виробів. Особливу увагу заслуговує застосування пряних і пікантних маринадів, до складу яких входять рослинні інгредієнти з високим вмістом органічних кислот, ефірних олій та антиоксидантів.

Дослідження проведені на м'ясі качиних гомілок, яке характеризується темно-червоним кольором, високим вмістом міоглобіну та помірною кількістю внутрішньом'язового жиру, що робить його придатним для маринування з подальшим використанням у закладах ресторанного господарства та для реалізації в торговельних мережах. Аналіз таких показників, як рН, водозв'язуюча здатність (ВЗЗ), водоутримувальна здатність (ВУЗ), поглинання маринаду та втрати маси після термічної обробки, дозволяє визначити оптимальні умови маринування й обрати найбільш ефективний варіант маринаду.

Метою цих досліджень є становити вплив тривалості маринування (2, 3 та 4 години) та складу маринадів (пряного і пікантного) на функціонально-технологічні показники м'ясних напівфабрикатів з качиних гомілок, а саме: рН, водозв'язуючу здатність, водоутримувальну здатність, рівень поглинання маринаду та втрати маси після термічної обробки.

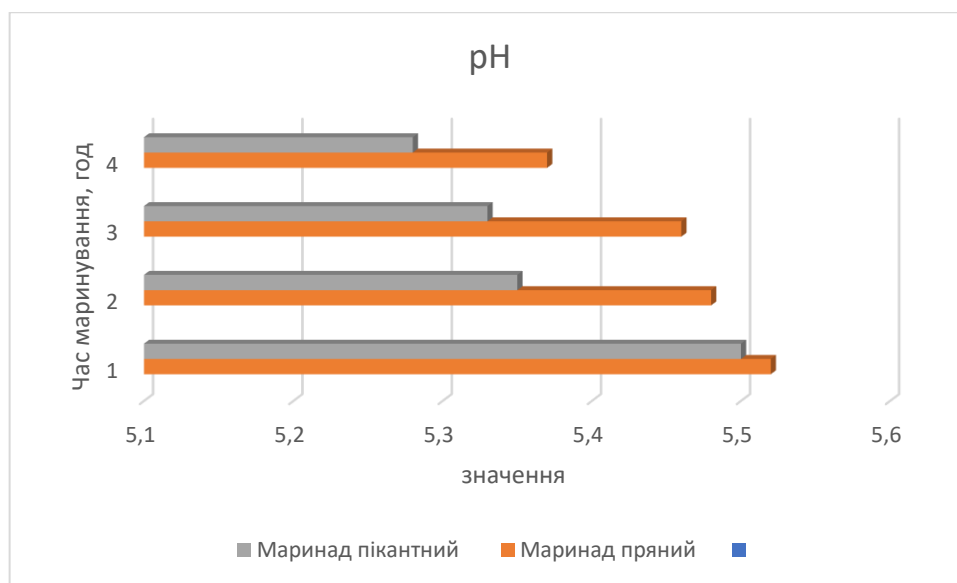


Рис. 3.1. Зміна рН залежно від часу маринування напівфабрикатів

На рис. 3.1 відображено динаміку зміни рН м'яса качиних гомілок під впливом маринування у двох варіантах маринадів – пряному та пікантному.

Згідно з результатами досліджень, спостерігається поступове зниження показника рН упродовж збільшення часу маринування від 1 до 4 годин. Для напівфабрикатів, оброблених пряним маринадом, рН зменшився від 5,52 до 5,37.

У зразках з пікантним маринадом відзначено подібну тенденцію – рН знизився від 5,50 до 5,28.

Більш виражене зниження кислотності спостерігається у перші дві години маринування, що пояснюється проникненням органічних кислот та солей з маринаду у м'язові волокна. Подальше уповільнення зниження рН на 3-й та 4-й годинах свідчить про стабілізацію внутрішньоклітинного середовища м'яса та досягнення рівноваги між м'язовою тканиною і маринадом.

Слід зазначити, що пікантний маринад демонструє дещо більший знижувальний ефект на рН порівняно з пряним. Це може бути пов'язано з наявністю у його складі соку горобини чорноплідної та чебрецю, які містять більше органічних кислот.

Зменшення рН до показників 5,28–5,37 є сприятливим для м'яса, оскільки забезпечує покращення вологоутримувальної здатності білків; підвищення м'якості текстури; створення менш сприятливого середовища для розвитку мікроорганізмів.

Таким чином, результати підтверджують ефективність використання якпряного, так і пікантного маринадів для підвищення якості качиних напівфабрикатів, із можливістю вибору оптимального часу маринування 2–3 години для ресторанного виробництва та торговельної мережі.

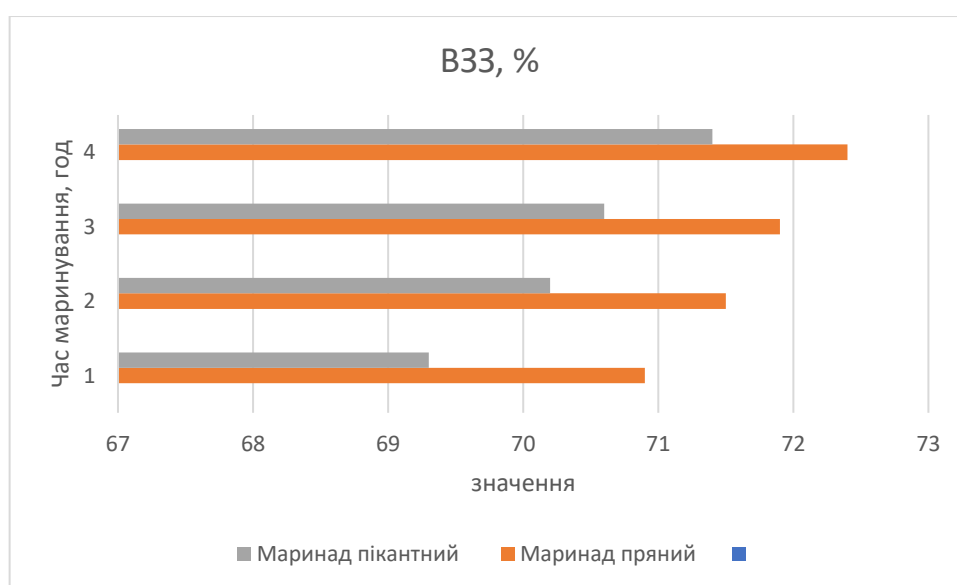


Рис. 3.2. Зміна ВЗЗ залежно від часу маринування напівфабрикатів, %

Згідно з отриманими даними (рис. 3.2), збільшення часу маринування від 1 до 4 годин призводить до поступового зростання водозв'язуючої здатності качиних гомілок. Для напівфабрикатів, оброблених пряним маринадом, значення ВЗЗ підвищилось від 70,9% на першій годині до 72,4% на четвертій годині. Аналогічна тенденція спостерігається й у зразках з пікантним маринадом – зростання показника з 69,3% до 71,4%.

Найвищий приріст ВЗЗ спостерігається між 1-ю та 2-ю годинами маринування, після чого темп зростання дещо сповільнюється, що може свідчити про насичення м'язових волокон вологою та початок стабілізації їхніх структурно-функціональних властивостей.

Отримані результати вказують на те, що для качиних гомілок оптимальним є час маринування щонайменше 2 години за температури 4 °С у вакуумній мішалці. Це забезпечує достатню гідратацію білкових структур, підвищує водозатримуючу здатність і, відповідно, сприяє покращенню соковитості й текстури готових виробів.

Таким чином, напівфабрикати з качиних гомілок, оброблені за запропонованою технологією, можуть бути рекомендовані як для реалізації у закладах ресторанного господарства, так і для розширення асортименту продукції торговельних мереж.

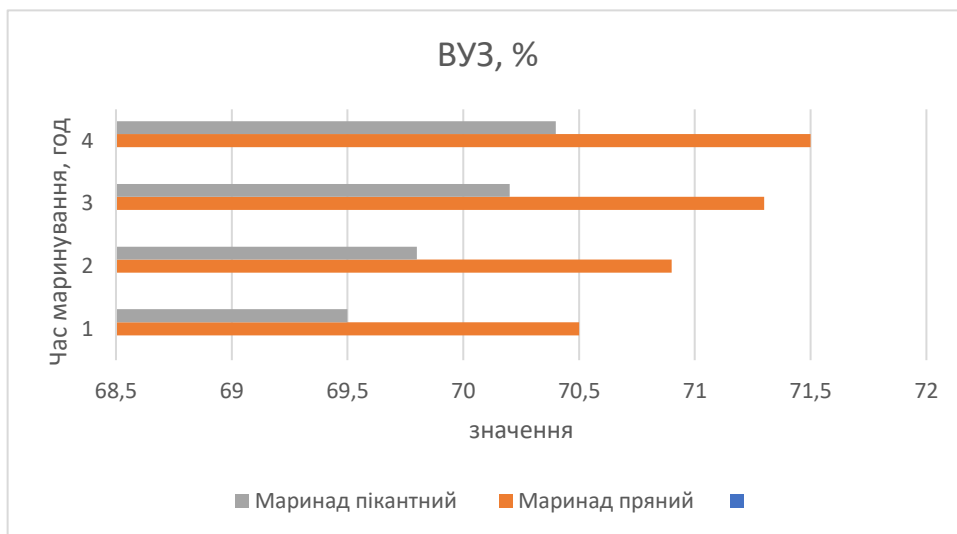


Рис. 3.3. Зміна ВЗЗ залежно від часу маринування напівфабрикатів, %

Результати дослідження, наведені на рис. 3.3, демонструють динаміку змін водоутримувальної здатності (ВУЗ) качиних гомілок при використанні двох видів маринадів – пряного та пікантного – у процесі маринування протягом 4 годин.

У зразках, оброблених прямим маринадом, показники ВУЗ збільшуються від 70,5% на першій годині до 71,5% на четвертій годині. Для напівфабрикатів з пікантним маринадом спостерігається аналогічне зростання від 69,5% до 70,4%.

Найбільший приріст водоутримувальної здатності фіксується протягом перших двох годин маринування, що пояснюється активним проникненням компонентів маринаду (солі, органічних кислот, білкових гідролізатів) у м'язові волокна. Це сприяє гідратації білків, набуханням м'язової тканини та утворенню більш стабільної структури, яка утримує вологу.

У наступні години приріст ВУЗ відбувається повільніше, що свідчить про досягнення часткової рівноваги між м'ясом і маринадом.

Пікантний маринад демонструє дещо нижчі показники ВУЗ порівняно з прямим, що ймовірно пов'язано з вищою кислотністю соку горобини чорноплідної у складі пікантного маринаду. Зниження рН сприяє частковій денатурації білків, що може обмежувати здатність м'язової тканини утримувати воду.

Таким чином, оптимальний час маринування качиних гомілок для досягнення максимальних показників ВУЗ складає 3–4 години. Це забезпечує високу соковитість та покращену текстуру готових виробів, що є важливим як для ресторанного сегменту, так і для продукції торговельної мережі.

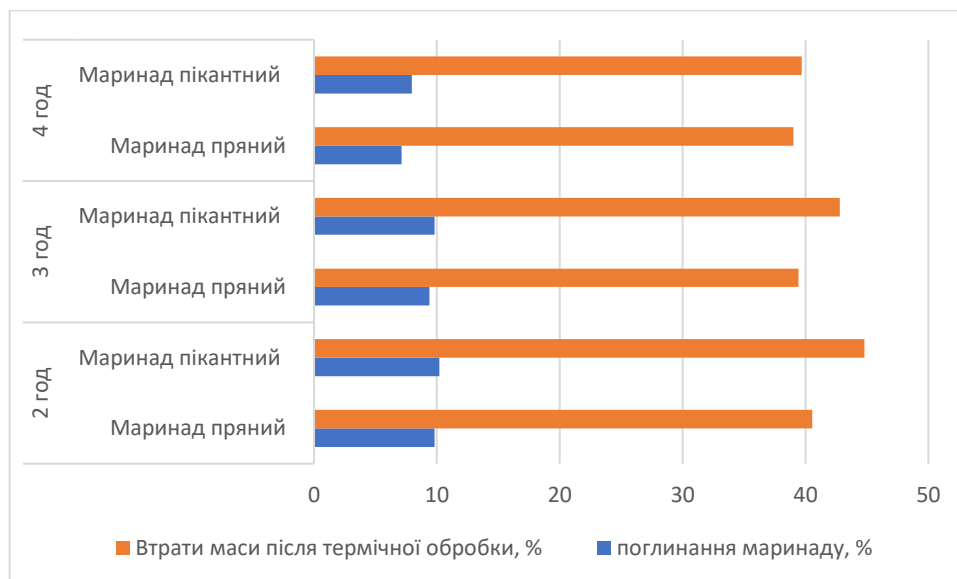


Рис. 3.4. Поглинання маринаду м'ясом та втрати після термічної обробки

На рис 3.4 наведено результати досліджень впливу тривалості маринування (2, 3 та 4 години) на два ключові показники якості напівфабрикатів з качиних гомілок: поглинання маринаду (%) та втрати маси після термічної обробки (%) для двох видів маринадів – пряного та пікантного.

Результати показують, що найбільше поглинання маринаду відбувається протягом перших двох годин маринування. Для пряного маринаду цей показник становив 9,8%, а для пікантного – 10,2%. На третій годині спостерігається незначне зниження (до 9,4% і 9,8% відповідно), що пояснюється насиченням м'язової тканини рідиною та досягненням рівноваги між м'ясом і маринадом. На четвертій годині поглинання маринаду помітно знижується: до 7,12% (пряний) та 7,96% (пікантний), ймовірно через часткове зворотне виділення рідини.

Втрати маси під час термічної обробки демонструють зворотну залежність від часу маринування. На другій годині втрати були найвищими: 40,55% для пряного та 44,8% для пікантного маринадів. На третій годині втрати зменшуються до 39,42% і 42,8% відповідно, а на четвертій – стабілізуються на рівні 39,01% (пряний) та 39,7% (пікантний). Це свідчить про позитивний вплив тривалішого маринування на збереження маси виробів після теплової обробки.

Проведені дослідження показали, що збільшення часу маринування від 1 до 4 годин сприяє зниженню рН м'яса, підвищенню водозв'язуючої (до 72,4%)

та водоутримувальної здатності (до 71,5%), а також зменшенню втрат маси після термічної обробки (до 39,01% для пряного та 39,7% для пікантного маринадів). Максимальне поглинання маринаду спостерігалось після 2 годин (9,8–10,2%), після чого відбувалося його незначне зниження. Оптимальним для качиних гомілок є маринування протягом 3–4 годин за температури 4 °С у вакуумній мішалці, що забезпечує покращення текстури, соковитості та збереження маси готових виробів.

3.3. Органолептична характеристика маринадів

Одним із ключових чинників, що визначають споживчу привабливість м'ясних напівфабрикатів, є органолептичні властивості маринадів, зокрема їх смак, аромат, колір та консистенція. Використання рослинної сировини в складі маринадів не лише збагачує їх біологічно активними компонентами, але й формує нові смакові відтінки та аромати, здатні задовольнити потреби сучасних споживачів. Пряні та пікантні маринади зі спеціями, сушеними травами та плодово-ягідними добавками створюють гармонійний баланс між кислотою, солоністю та солодкими нотами, що важливо для кулінарного використання у закладах ресторанного господарства та у виробництві продукції для торговельної мережі.

Органолептичні дослідження маринадів,

Назва показника	Назва зразка	
	Маринад пряний	Маринад пікантний
Зовнішній вигляд	Темно-червоний колір, однорідний за текстурою, в'язкий, з включенням пряно-ароматичних рослин	Насичений темно-фіолетовий колір, однорідної текстури, рідкий
Смак, запах	Смак гострий з карамельний, вміру солений, характерний для використаної сировини, запах приємний, виражений пряно-ароматичних рослин	Смак приємний, карамельний, солодкий, вміру солений характерний для використаної сировини, присмак прянощів, запах – приємний, виражений аромат чебрецю і пряно-ароматичних рослин
Консистенція	Вязка однорідна, з включенням пряно-ароматичних рослин	Рідка, однорідна, з включенням пряно-ароматичних рослин

Пряний маринад характеризується темно-червоним кольором, однорідною в'язкою текстурою та наявністю видимих включень пряно-ароматичних рослин. Смак має виражену пряність з карамельними нотками, помірну солоність і типовий для використаних інгредієнтів відтінок. Запах приємний, насичений, із домінуванням ароматів пряно-ароматичних рослин. Консистенція в'язка, однорідна, що забезпечує рівномірне покриття м'ясної сировини під час маринування.

Пікантний маринад відрізняється насиченим темно-фіолетовим кольором та рідкою, однорідною текстурою з включенням подрібнених пряно-ароматичних рослин. У смаку переважають карамельні та солодкі ноти з легкою пряністю та помірною солоністю. Запах приємний, насичений ароматами чебрецю та пряно-ароматичних добавок. Консистенція рідка, що сприяє швидшому проникненню маринаду в м'язові волокна.



Рис. 3.5. Маринад пряний (соєвий соус+брусниця)

Як видно на рис. 3.5 Маринад пряний має вязкішу консистенцію, що помітно зі стінок посуду, тому його просочування м'яса є дещо нижчим порівняно з маринадом пікантним.



Рис. 3.6. Маринад пікантний (соєвий соус+горобина чорноплідна)

Як видно на рис. 3.6 Маринад пікантний має насичений колір, рідкішу консистенцію, і більшу кількість нерозчинних у маринаді пряно-ароматичних рослин.

Отримані результати свідчать про високу органолептичну привабливість обох маринадів, що робить їх перспективними для використання у технології м'ясних напівфабрикатів.

3.4. Мікроструктурне дослідження м'ясних напівфабрикатів у маринадах з використанням рослинної сировини

Мікроструктурний аналіз є важливим етапом дослідження впливу маринування на м'язову тканину м'ясних напівфабрикатів, оскільки дозволяє оцінити морфологічні зміни м'язових волокон та визначити оптимальні умови технологічного процесу. Використання маринадів на основі соєвого соусу та плодово-ягідної сировини, зокрема брусниці та соку чорноплідної горобини, сприяє збагаченню продукції біологічно активними сполуками та покращенню функціонально-технологічних властивостей м'яса. Оцінка морфологічних змін під впливом пряного та пікантного маринадів дозволяє виявити особливості їхньої дії на структуру м'язових волокон та обґрунтувати доцільність їх використання у виробництві напівфабрикатів.

Метою проведення досліджень є визначення впливу пряного та пікантного маринадів на морфологічні зміни м'язових волокон качиного м'яса шляхом мікроскопічного аналізу та встановити особливості їхньої дії для обґрунтування оптимальних умов маринування.

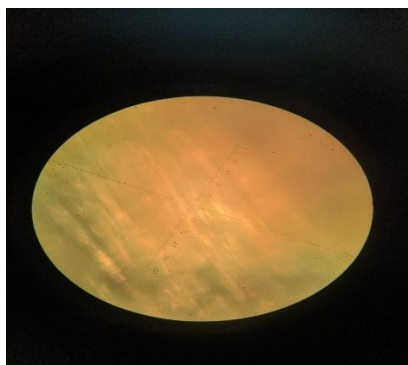


Рис. 3.7. М'ясо качки в маринаді пряному (соєвий соус+брусниця)

Мікроскопічний аналіз м'язових волокон качиного м'яса, маринованого у пряному маринаді на основі соєвого соусу та пюре брусниці, показав характерні морфологічні зміни. М'язові волокна мають витягнуту, паралельну орієнтацію, їхні контури частково розмиті, що свідчить про набухання та гідратацію білкових структур під впливом компонентів маринаду. Загальна текстура тканини виглядає однорідною, без виражених ознак руйнування або деструкції, а

поодинокі мікротріщини та незначні ділянки відшарування між волокнами вказують на осмотичний ефект маринаду, зумовлений вмістом солей та органічних кислот. У порівнянні з сирим (немаринованим) м'ясом, волокна в дослідному зразку виглядають більш пухкими, із збільшеними міжволоконними відстанями, що є наслідком дифузії рідких компонентів маринаду у міжклітинний простір. Структура тканини менш компактна, проте без виражених деградаційних змін, що свідчить про м'який вплив маринаду. Соевий соус як джерело солей та білкових гідролізатів сприяє пом'якшенню м'язових волокон за рахунок осмотичного впливу та часткової денатурації білків, тоді як органічні кислоти пюре брусниці (яблучна, бензойна) забезпечують легке розпушення саркоплазматичних структур. Вакуумне маринування, у свою чергу, посилює проникнення маринаду в тканину та забезпечує рівномірну гідратацію. Таким чином, пряний маринад чинить помірний вплив на структуру м'язової тканини, сприяючи легкому набуханню та збільшенню міжволоконного простору, що покращує соковитість та ніжність готових виробів і є бажаним для підвищення їх органолептичних властивостей.

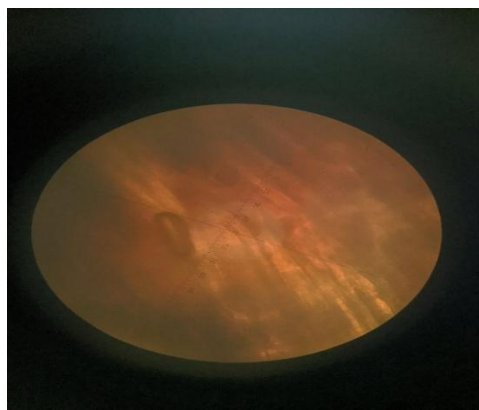


Рис. 3.8. М'ясо качки в маринаді пікантному (соевий соус+горобина чорноплідна)

М'язові волокна качиноного м'яса, маринованого у пікантному маринаді на основі соєвого соусу та соку чорноплідної горобини, зберігають витягнуту поздовжню орієнтацію, але їхні контури менш чіткі, місцями розмиті, що свідчить про часткове набуханню та посилену гідратацію тканини під впливом компонентів маринаду. Текстура виглядає менш однорідною порівняно зі зразком у пряному маринаді, спостерігаються поодинокі ділянки відшарування

між волокнами, мікротріщини та локальні зони фрагментації, що, ймовірно, зумовлено дією органічних кислот та осмотичними процесами. У порівнянні з пряним маринадом, цей зразок демонструє більш виражене набухання, більшу пухкість та менш компакту структуру через інтенсивніше проникнення рідких компонентів, зокрема органічних кислот соку чорноплідної горобини, які сприяють денатурації білків та помірній деструкції саркоплазматичних структур. Вакуумне маринування додатково підсилює цей ефект, забезпечуючи рівномірну гідратацію та збільшення міжволоконного простору. Таким чином, пікантний маринад чинить сильніший вплив на м'язову тканину, що сприяє підвищенню ніжності та соковитості готового продукту, проте потребує контролю часу маринування для запобігання надмірній розпушеності структури.

Отже, дані дослідження показали, що обидва види маринадів сприяють частковому набухання та гідратації білкових структур, що проявляється у зменшенні щільності м'язових волокон та збільшенні міжволоконного простору. Пряний маринад на основі соєвого соусу та брусниці забезпечує помірні морфологічні зміни зі збереженням цілісності структури, тоді як пікантний маринад (соєвий соус + сік чорноплідної горобини) чинить більш виражений вплив, що супроводжується легким відшаруванням волокон та ознаками часткової деструкції саркоплазми. Це пояснюється підвищеною кислотністю пікантного маринаду та глибшим проникненням його компонентів у тканину під вакуумом. Отримані результати свідчать про ефективність обох маринадів для покращення ніжності та соковитості м'яса, проте пікантний маринад потребує більш ретельного контролю часу маринування для уникнення надмірної розпушеності структури.

3.5. Органолептична характеристика м'ясних напівфабрикатів у маринадах з використанням пряно-ароматичної сировини

Нами проведено органолептичну оцінку якості м'ясних напівфабрикатів з використанням пряно-ароматичної сировини у маринадах маринованих у пряному та пікантному маринаді. Для цього здійснена термічна обробка методом запікання у духовій шафі забезпечує рівномірне пропікання м'яса, збереження соковитості та формування апетитної скоринки завдяки карамелізації білків та цукрів на поверхні. Гомілки качки запікали при температурі 180 °С протягом 60 хвилин, що дозволило досягти повної готовності м'яса та сформувати рівномірне підрум'янення без пересушування продукту.

Таблиця 3.4.
Органолептичні дослідження м'ясних напівфабрикатів у маринадах з використанням пряно-ароматичної сировини

Назва показника	Назва зразка	
	М'ясний напівфабрикат у маринаді пряному	М'ясний напівфабрикат у маринаді пікантному
Зовнішній вигляд	Пропечені гомілки качки темно-карамельного кольору із рівномірним підрум'яненням та глянцеvim блиском поверхні, що зумовлено карамелізацією	Пропечені гомілки качки, темно-карамельного кольору
Смак	Смак гармонійний, з вираженою солоністю соєвого соусу, помірною кислотністю та легкими солодкими нотками пюре брусниці. Присутній легкий присмак прянощів.	Смак гармонійний, із вираженою солоністю соєвого соусу, солодко-кислими нотками соку горобини та легким пряним відтінком. Присутня характерна ніжна гірчинка горобини, яка добре балансується карамельними нотами.
запах	Аромат насичений, приємний, із чіткими відтінками пряно-ароматичних рослин та фруктових нот брусниці.	Запах насичений, приємний, із відчутним ароматом чебрецю та прянощів, що посилюють смакову композицію.
Консистенція	Тканина м'яса помірно пружна, ніжна та соковита. М'ясо легко відділяється від кісток, структура рівномірна, без ознак пересушування	М'ясо м'яке та ніжне на дотик, добре відділяється від кісток.
Соковитість	Соковите	Соковите

Згідно з отриманими даними, обидва зразки мають привабливий зовнішній вигляд із рівномірним підрум'яненням та темно-карамельним кольором, характерним для продуктів, що зазнали карамелізації компонентів маринаду під час теплової обробки. Пряний маринад забезпечив глянцевою блиск поверхні, що підвищує візуальну привабливість виробу.

Смакові характеристики обох зразків описуються як гармонійні, з вираженою солоністю соєвого соусу та фруктово-пряними відтінками. Пряний маринад додав м'ясу легку кислинку та солодкість завдяки пюре брусниці, тоді як пікантний маринад надав більш складного смакового букету із солодко-кислими нотами соку горобини та ніжною гірчинкою, що врівноважена карамельними відтінками.

Аромат напівфабрикатів насичений і приємний, з відчутними пряно-ароматичними нотами. У зразках із пікантним маринадом домінує аромат чебрецю, який підсилює смакову композицію.

Консистенція м'яса в обох зразках ніжна та соковита, м'ясо легко відділяється від кісток, структура рівномірна без ознак пересушування. Це свідчить про ефективність застосованих маринадів для збереження вологоутримувальної здатності м'яса під час термічної обробки.



Рис. 3.9. Гомілки качки в маринаді пряному (соєвий соус+брусниця) після термічної обробки

М'ясо має привабливий темно-карамельний колір із рівномірним підрум'яненням та глянцеvim блиском поверхні, що зумовлено карамелізацією цукрів із пюре брусниці та соєвого соусу. Шкірка рівно забарвлена, без пересушених ділянок, із легким червонуватим відтінком, характерним для плодово-ягідних маринадів. Органолептична оцінка підтверджує, що використання пряного маринаду на основі соєвого соусу та пюре брусниці забезпечує формування виразного апетитного зовнішнього вигляду, ніжної та соковитої консистенції, а також гармонійного поєднання смакових відтінків.



Рис. 3.10. Гомілки качки в маринаді пікантному (соєвий соус+горобина чорноплідна) після термічної обробки

Органолептична оцінка показує, що використання пікантного маринаду на основі соєвого соусу та соку чорноплідної горобини сприяє формуванню апетитного зовнішнього вигляду, м'якості та соковитості качиного м'яса. Гармонійне поєднання солоного, солодкого та кислуватого смаків разом із насиченим ароматом прянощів робить страву привабливою як для споживання в закладах ресторанного господарства, так і для реалізації в торговельній мережі.

Органолептичну оцінку якості здійснювали після термічної обробки виробів за 5-ю шкалою за такими показниками як зовнішній вигляд, смак, запах, консистенція. Результати досліджень наведено на рис. 3.11.



Рис. 3.11. Кислотне число напівфабрикатів у маринадах з використання пряно-ароматичної сировини, мг, КОН

Згідно з отриманими даними, обидва зразки характеризуються високими показниками за всіма критеріями. Зовнішній вигляд напівфабрикатів оцінено максимально для пряного маринаду (5 балів) та дещо нижче для пікантного (4,8 бала), що може пояснюватися менш вираженим глянцем поверхні у другому зразку. Смак обох зразків отримав найвищу оцінку (5 балів), що свідчить про гармонійне поєднання компонентів маринадів та насиченість смакової композиції.

Запах отримав однакову оцінку (4 бали) для обох варіантів, що вказує на виражений аромат прянощів і соусу, але ймовірно менш інтенсивний фруктовий відтінок у порівнянні зі смаком. Консистенція обох виробів оцінилася на рівні 5 балів, що свідчить про їхню ніжність, відсутність пересушування та рівномірну текстуру.

Соковитість гомілок у пряному маринаді отримала оцінку 4,9 бала, а у пікантному – 5 балів, що свідчить про дещо кращу здатність останнього зберігати вологу під час теплової обробки.

Проведена органолептична оцінка показала, що обидва варіанти маринадів забезпечують високу споживчу привабливість готових виробів. Гомілки качки у пряному маринаді (соєвий соус + пюре брусниці) відзначаються більш

вираженим глянцем та рівномірним підрум'яненням, ніжною консистенцією та гармонійним поєднанням солодко-кислих і пряних нот. Зразки у пікантному маринаді (соевий соус + сік чорноплідної горобини) характеризуються дещо менш інтенсивним блиском, але відзначаються максимальною соковитістю та багатим ароматом із відтінками чебрецю та фруктів. Обидва види маринадів ефективно зберігають вологоутримувальну здатність м'яса та покращують його органолептичні властивості.

3.6. Дослідження змін кислотного та пероксидного чисел під час зберігання напівфабрикатів у маринадах

Дослідні напівфабрикати з качиних гомілок були упаковані у вакуумні пакети та зберігалися при температурі 0...4 °С протягом 15 діб.

Окислення ліпідів зазвичай розпочинається у субклітинних мембранах, особливо у фракціях, що містять високо ненасичені фосфоліпіди. Схильність ненасичених жирних кислот до окислення спричиняє прогіркання та зміну кольору м'ясної сировини. Якість м'ясних напівфабрикатів з птиці зазнає змін під впливом взаємопов'язаних процесів – окислювальних, мікробіологічних та фізичних. У зв'язку з цим було проведено дослідження динаміки показників окислення ліпідів та мікробіологічного стану дослідних зразків протягом періоду зберігання. Під час зберігання відбувається гідролітичний розпад жирів, інтенсивність якого визначають за вмістом вільних жирних кислот, що виражається через величину кислотного числа.

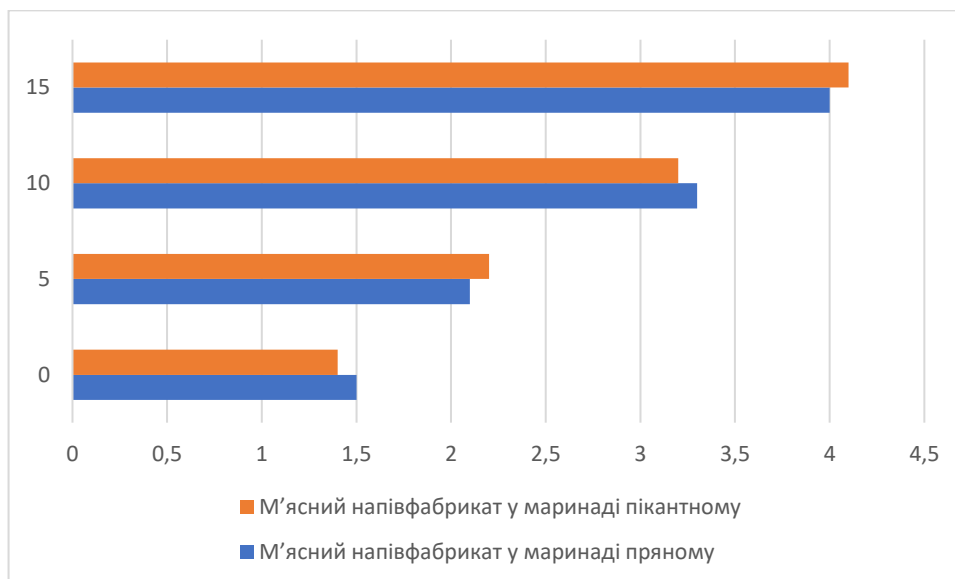


Рис. 3.12. Кислотне число напівфабрикатів у маринадах з використання пряно-ароматичної сировини, мг, КОН

На початку зберігання (0 доба) кислотне число становило 1,5 мг КОН/г жиру у пряному маринаді та 1,4 мг КОН/г жиру у пікантному. Протягом 15 діб спостерігається поступове зростання цього показника у всіх зразках. На 5-й день кислотне число підвищилося до 2,1–2,2 мг КОН/г, на 10-й – до 3,2–3,3 мг КОН/г, а на 15-й – до 4,0 мг КОН/г у пряному та 4,1 мг КОН/г у пікантному маринаді.

Підвищення кислотного числа протягом зберігання є наслідком гідролізу тригліцеридів із вивільненням вільних жирних кислот під дією ендогенних та мікробних ліпаз. Незважаючи на загальне зростання показника, темпи цього процесу залишаються відносно помірними завдяки використанню пряно-ароматичних рослин у складі маринадів. Спеції та рослинні добавки (майоран, чебрець, брусниця, чорноплідна горобина) містять ефірні олії та антиоксидантні сполуки (поліфеноли, флавоноїди), які здатні пригнічувати окислювальні та гідролітичні процеси. Це пояснює відсутність різкого стрибка кислотного числа протягом 15 діб.

У пікантному маринаді кінцеве значення кислотного числа (4,1 мг КОН/г) трохи вище, що можна пов'язати з більш кислим середовищем соку чорноплідної горобини, який сприяє частковому підвищенню гідролітичної активності ліпаз. Пряний маринад продемонстрував дещо кращу стабілізацію цього показника, що, ймовірно, обумовлено антиоксидантною дією брусниці.

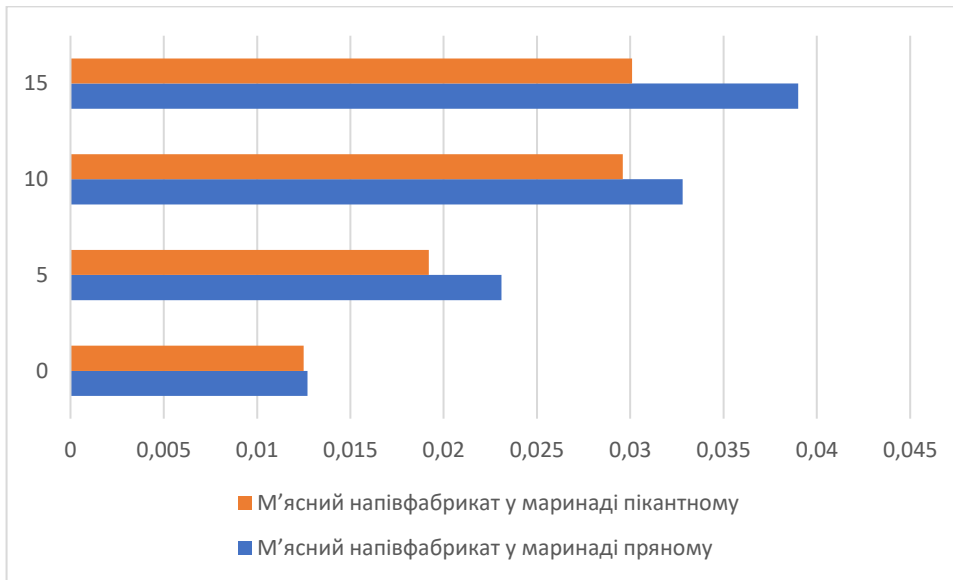


Рис. 3.13. Пероксидне число напівфабрикатів у маринадах, %, J₂

На початку зберігання (0 доба) пероксидне число становило 0,0127 ммоль активного кисню/кг жиру у пряному маринаді та 0,0125 ммоль/кг у пікантному. Протягом зберігання відбулося поступове зростання цього показника у всіх зразках. На 5-й день спостерігається збільшення до 0,0231 ммоль/кг у пряному та до 0,0192 ммоль/кг у пікантному маринаді. На 10-й день пероксидне число досягло 0,0328 та 0,0296 ммоль/кг відповідно, а на 15-й – 0,039 ммоль/кг у пряному та 0,0301 ммоль/кг у пікантному маринаді. Зростання пероксидного числа вказує на накопичення первинних продуктів окислення ліпідів (гідропероксидів) під впливом кисню та активних форм кисню навіть за умов вакуумного пакування. Проте показники залишаються на низькому рівні, що свідчить про ефективність маринадів із пряно-ароматичною сировиною у гальмуванні ліпідного окислення.

Антиоксидантні компоненти пряно-ароматичних рослин (поліфеноли, флавоноїди та ефірні олії), що містяться в пряно-ароматичній сировині до маринадів ТзОВ «Велд оф спайсіз» «Приправу №11 Для всіх м'ясних виробів», а саме суміш майорану, петрушки, перцю солодкого, морки та цибулі сушені і подрібнені нейтралізують вільні радикали та інгібують утворення пероксидів. Помітно, що в пікантному маринаді значення пероксидного числа дещо нижче на всіх етапах зберігання, що, ймовірно, пов'язано з вищою концентрацією

органічних кислот у соку чорноплідної горобини, які проявляють антиоксидантну активність.

Отже, проведені дослідження впливу пряно-ароматичної сировини на збереження якісних показників м'ясних напівфабрикатів із качиних гомілок під час зберігання показали, що використання суміші рослинних компонентів ТзОВ «Велд оф спайсіз» «Приправа №11 Для всіх м'ясних виробів» у складі пряного маринаду та її поєднання з подрібненим чебрецем у складі пікантного маринаду сприяло гальмуванню окислювальних процесів у ліпідній фракції м'яса. Пряно-ароматичні рослини, що входять до складу маринадів (майоран, петрушка, солодкий перець, морква та цибуля), містять поліфеноли, флавоноїди та ефірні олії, які володіють вираженою антиоксидантною дією та здатні нейтралізувати вільні радикали. Це підтверджується відсутністю різкого підвищення кислотного та пероксидного чисел протягом 15 діб зберігання у вакуумній упаковці при температурі 0...4 °С.

Зокрема, кінцеві значення кислотного числа склали 4,0 мг КОН/г у пряному маринаді та 4,1 мг КОН/г у пікантному, а пероксидного числа – 0,039 та 0,0301 ммоль активного кисню/кг жиру відповідно. Дещо кращі результати стабілізації пероксидного числа у пікантному маринаді можуть бути обумовлені наявністю соку чорноплідної горобини, багатого на органічні кислоти та природні антиоксиданти, які додатково інгібують окислювальні процеси. Таким чином, застосування пряно-ароматичної сировини у складі маринадів дозволяє значно покращити стійкість м'ясних напівфабрикатів до окислення жирів та подовжити термін зберігання без втрати якості.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Розрахунок показників економічної ефективності є важливою складовою оцінки доцільності впровадження нових технологій у виробництво. В даному розділі виконано економічний аналіз виготовлення напівфабрикатів із качиних гомілок у маринадах із використанням пряно-ароматичної сировини. Здійснено розрахунок вартості основної та допоміжної сировини, витрат на приготування маринадів, а також визначено основні економічні показники проєкту, зокрема прибуток підприємства, рівень рентабельності, термін окупності, продуктивність праці, фондівдачу та коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень. Проведені розрахунки дозволяють оцінити фінансову доцільність впровадження розроблених напівфабрикатів у виробничу діяльність підприємства.

Таблиця 4.1

Розрахунок вартості основної сировини для напівфабрикатів

№	Потреба в сировині та матеріалах за рецептурою	Норма, %	Потреба для виробництва 1 т виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн.
1	Гомілки качині	116,5	116500	250	2912500
Всього					2912500

Таблиця 4.2

Розрахунок вартості маринадів

№	Найменування допоміжних матеріалів	Норми витрат, %	Потреба для виробництва 100 кг виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, грн
1	Соевий соус	120	1200	46,5	55800
2	Пюре брусниці	25	250	30,0	7500
3	Сік горобини чорноплідної	25	250	20,0	5000
4	Сіль кухонна, кам'яна	20	200	21,0	4200
5	Чебрець сушений, подрібнений	2	20	18,0	360

6	Пряно-ароматичні рослини ТзОВ «Велд оф спайсіз» «Приправу №11 Для всіх м'ясних виробів»	8	800	58,0	46400
Всього					119260

Вартість сировини – 3031760

Вартість напівфабрикатів – 3638112

Економічна ефективність проєкту:

1. Прибуток підприємства:

$$P = TP - Cn = \text{тис, грн.};$$

де TP – товарна продукція підприємства,

Cn – собівартість продукції, тис. грн.

606352

2. Рентабельність:

$$R = P / Cn \times 100\%;$$

Cn- собівартість продукції.

20%

3. Термін окупності

$$T = I / Pp \text{ року.}$$

I – інвестиції

Pp – Річний прибуток

Рентабельність (20%) показує, що на кожну гривню витрат ви отримуєте 0,20 грн прибутку. Тобто, якщо ви знаєте суму продажів (виручку) або обороту, ви можете розрахувати річний прибуток за формулою:

$$\text{Річний прибуток} = \text{Виручка} \times 0,20$$

121270,4

Термін окупності, роки :

2 роки 5 місяців

4. Продуктивність праці

$$Ppr = TP / Чр, \text{ тис. грн}$$

Чр – чисельність робітників

25,26 тисгрн

4. Фондовіддача -витрати на 1 грн. товарної продукції :

$\Phi = \text{Сп} / \text{Тп}$, грн/грн

Сп – собівартість продукції

Тп – товарна продукція

0,8 грн/грн

6. Коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень

$E_{\text{еф}} = 1 / T$

T- термін окупності

0,4

Результати економічної ефективності розроблених продуктів зводимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

Економічна ефективність впровадження виробництва маринадів і напівфабрикатів

Номер рецептур и	Статті витрат						Коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень
	Товарна продукція, грн/т	Повна собівартість, грн/т	Прибуток підприємства, тис,грн.;	Рентабельність, %	Фондовіддача, грн/грн	Термін окупності, міс.	
Напівфабрикати	3638112	3031760	606352	20	0,80	2 роки 5 місяців	0,4

Результати розрахунків показали, що впровадження виробництва м'ясних напівфабрикатів у маринадах із пряно-ароматичною сировиною є економічно

ефективним. Вартість сировини становила 3 031 760 грн, а вартість готових напівфабрикатів – 3 638 112 грн. Прибуток підприємства склав 606 352 грн, рентабельність виробництва – 20%, що свідчить про отримання 0,20 грн прибутку на кожну гривню витрат. Розрахований термін окупності проекту становить 2 роки 5 місяців, а коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень – 0,4. Показник фондівіддачі 0,80 грн/грн підтверджує ефективне використання ресурсів. Отримані дані свідчать про доцільність впровадження розробленої продукції у виробництво та її конкурентоспроможність на ринку.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження показали, що збільшення часу маринування від 1 до 4 годин сприяє зниженню рН м'яса, підвищенню водозв'язуючої (до 72,4%) та водоутримувальної здатності (до 71,5%), а також зменшенню втрат маси після термічної обробки (до 39,01% для пряного та 39,7% для пікантного маринадів). Максимальне поглинання маринаду спостерігалось після 2 годин (9,8–10,2%), після чого відбувалося його незначне зниження. Оптимальним для качиних гомілок є маринування протягом 3–4 годин за температури 4 °С у вакуумній мішалці, що забезпечує покращення текстури, соковитості та збереження маси готових виробів.

Обидва види маринадів сприяють частковому набухання та гідратації білкових структур, що проявляється у зменшенні щільності м'язових волокон та збільшенні міжволоконного простору. Пряний маринад на основі соєвого соусу та брусниці забезпечує помірні морфологічні зміни зі збереженням цілісності структури, тоді як пікантний маринад (соєвий соус + сік чорноплідної горобини) чинить більш виражений вплив, що супроводжується легким відшаруванням волокон та ознаками часткової деструкції саркоплазми. Це пояснюється підвищеною кислотністю пікантного маринаду та глибшим проникненням його компонентів у тканину під вакуумом.

Проведена органолептична оцінка показала, що обидва варіанти маринадів забезпечують високу споживчу привабливість готових виробів. Гомілки качки у пряному маринаді (соєвий соус + пюре брусниці) відзначаються більш вираженим глянцем та рівномірним підрум'яненням, ніжною консистенцією та гармонійним поєднанням солодко-кислих і прямих нот. Зразки у пікантному маринаді (соєвий соус + сік чорноплідної горобини) характеризуються дещо менш інтенсивним блиском, але відзначаються максимальною соковитістю та багатим ароматом із відтінками чебрецю.

Дослідження показали, що використання пряно-ароматичної сировини ТзОВ «Велд оф спайсіз» у пряному маринаді та її поєднання з подрібненим чебрецем у пікантному маринаді сприяло гальмуванню окислювальних процесів

у ліпідній фракції качиноного м'яса. Завдяки антиоксидантним властивостям компонентів (поліфеноли, флавоноїди, ефірні олії) відзначено помірне зростання кислотного та пероксидного чисел протягом 15 діб зберігання у вакуумній упаковці при 0...4 °С. Кінцеві значення кислотного числа становили 4,0–4,1 мг КОН/г, а пероксидного – 0,039–0,0301 ммоль активного кисню/кг жиру. Пікантний маринад продемонстрував дещо кращу стабілізацію пероксидного числа завдяки наявності соку чорноплідної горобини. Застосування пряно-ароматичних маринадів дозволяє підвищити стійкість напівфабрикатів до окислення та продовжити термін їх зберігання без втрати якості.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Впровадження у виробництво двох розроблених рецептур маринадів – пряного (соевий соус із пюре брусниці) та пікантного (соевий соус із соком чорноплідної горобини), збагачених пряно-ароматичною сировиною ТзОВ «Велд оф спайсіз» («Приправа №11 Для всіх м'ясних виробів») та подрібненим чебрецем, дозволяє значно розширити асортимент м'ясних напівфабрикатів і задовольнити споживчий попит на продукцію з вираженими сенсорними характеристиками та підвищеною стійкістю під час зберігання. Оптимізація технологічного процесу шляхом застосування вакуумної мішалки при температурі 4 °С упродовж 3–4 годин забезпечує рівномірне проникнення маринаду в м'язову тканину, підвищення водоутримувальної здатності, покращення текстури та зменшення втрат маси після теплової обробки. Рекомендується також використовувати вакуумне пакування для збереження якості готових виробів протягом 15 діб при температурі 0...4 °С, що сприяє уповільненню окислювальних і мікробіологічних процесів без використання синтетичних консервантів. Розроблені напівфабрикати позиціонуються як преміальний продукт для закладів ресторанного господарства та роздрібної торгівлі завдяки високим органолептичним властивостям, натуральності складу та сучасним технологіям маринування. Економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження технології, оскільки рівень рентабельності становить 20%, а термін окупності – 2 роки 5 місяців, що свідчить про швидке повернення інвестицій та перспективність масштабування виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Latoch A., Czarniecka-Skubina E., Moczowska-Wyrwisz M. Marinades based on natural ingredients as a way to improve the quality and shelf life of meat: a review // *Foods*. – 2023. – Vol. 12. – Article 3638. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12193638>.
2. Alvarado C., McKee S. Marination to improve functional properties and safety of poultry meat // *Journal of Applied Poultry Research*. – 2007. – Vol. 16. – P. 113–120. – DOI: <https://doi.org/10.1093/japr/16.1.113>.
3. Yusop S.M., O'Sullivan M.G., Kerry J.F., Kerry J.P. Effect of marinating time and low pH on marinade performance and sensory acceptability of poultry meat // *Meat Science*. – 2010. – Vol. 85. – P. 657–663. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.03.039>.
4. Vlahova-Vangelova D.B., Balev D.K., Dragoev S.G., Kirisheva G.D. Improvement of the technological and sensory properties of meat by whey marinating // *Scientific Works of the University of Food Technologies*. – 2016. – Vol. 63. – P. 7–13. – URL: [http://uft-plovdiv.bg/site_files/file/scienwork/scienworks_2016/docs/original%20SWUFT201601103%20\(final\).pdf](http://uft-plovdiv.bg/site_files/file/scienwork/scienworks_2016/docs/original%20SWUFT201601103%20(final).pdf) (дата звернення: 10.09.2023).
5. González-González L., Luna-Rodríguez L., Carrilo-López L.M., Alarcón-Rojo A.D., García-Galicia I., Reyes-Villagrana R. Ultrasound as an alternative to conventional marination: acceptability and mass transfer // *Journal of Food Quality*. – 2017. – Article ID 8675720. – DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/8675720>.
6. Kargiotou C., Katsanidis E., Rhoades J., Kontominas M., Koutsoumanis K. Efficacies of soy sauce and wine base marinades for controlling spoilage of raw beef // *Food Microbiology*. – 2011. – Vol. 28. – P. 158–163. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.09.003>.
7. Jinap S., Hasnol N., Sanny M., Jahurul M. Effect of organic acid ingredients in marinades containing different types of sugar on the formation of heterocyclic amines in grilled chicken // *Food Control*. – 2018. – Vol. 84. – P. 478–484. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.09.031>.
8. Latoch A. Effect of meat marinating in kefir, yoghurt and buttermilk on the texture and color of pork steaks cooked sous-vide // *Annals of Agricultural Sciences*. – 2020. – Vol. 65. – P. 129–136. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2020.06.001>.
9. Babikova J., Hoeche U., Boyd J., Noci F. Nutritional, physical, microbiological, and sensory properties of marinated Irish sprat // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. – 2020. – Vol. 22. – Article 100277. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100277>.
10. Lawrence M.T., Lawrence T.E. At-home methods for tenderizing meat using blade tenderisation, lime juice and pineapple puree // *Meat Science*. – 2021. – Vol. 176. – Article 108487. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108487>.
11. Sengun I.Y., Turp G.Y., Cicek S.N., Avci T., Ozturk B., Kilic G. Assessment of the effect of marination with organic fruit vinegars on safety and quality

- of beef // *International Journal of Food Microbiology*. – 2021. – Vol. 336. – Article 108904. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108904>.
12. Ünal K., Alagöz E., Çelik I., Sariçoban C. Marination with citric acid, lemon, and grapefruit affects the sensory, textural, and microstructure characteristics of poultry meat // *British Poultry Science*. – 2022. – T. 63. – C. 31–38. – DOI: <https://doi.org/10.1080/00071668.2021.2017556>.
13. Mozuriene E., Bartkiene E., Krungleviciute V., Zadeike D., Juodeikiene G., Damasius J., Baltusnikiene A. Effect of natural marinade based on lactic acid bacteria on pork meat quality parameters and biogenic amine contents // *LWT – Food Science and Technology*. – 2016. – T. 69. – C. 319–326. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.061>.
14. Demir H., Celik S., Sezer Y.C. Effect of ultrasonication and vacuum impregnation pretreatments on the quality of beef marinated in onion juice, a natural meat tenderizer // *Food Science and Technology International*. – 2022. – T. 28. – C. 340–352. – DOI: <https://doi.org/10.1177/10820132211072352>.
15. Simitzis P., Zikou F., Progoulakis D., Theodorou G., Politis I. A note on the effects of yoghurt acid whey marination on the tenderness and oxidative stability of different meat types // *Foods*. – 2021. – T. 10. – Article 2557. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10112557>.
16. Thanissery R., Smith D.P. Marinade with thyme and orange oils reduces *Salmonella* Enteritidis and *Campylobacter coli* on inoculated broiler breast fillets and whole wings // *Poultry Science*. – 2014. – T. 93. – C. 1258–1262. – DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03624>.
17. Singh P., Yadav S., Pathera A., Sharma D. Effect of vacuum tumbling and red beetroot juice incorporation on quality characteristics of marinated chicken breast and leg meats // *Nutrition & Food Science*. – 2019. – T. 50. – C. 143–156. – DOI: <https://doi.org/10.1108/NFS-01-2019-0012>.
18. Aykin-Dinçer E. Application of ultrasound-assisted vacuum impregnation for improving the diffusion of salt in beef cubes // *Meat Science*. – 2021. – T. 176. – Article 108469. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108469>.
19. Rahman S.M.E., Sharmeen I., Pan J., Kong D., Xi Q., Du Q., Yang Y., Wang J., Han R. Marination ingredients on meat quality and safety – a review // *Food Quality and Safety*. – 2023. – T. 7. – Article fyad027. – DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad027>.
20. Aykin-Dinçer E., Dinçer C. Modeling of sage (*Salvia fruticosa* Miller) phenolics diffusion in meat cubes during ultrasound-assisted vacuum impregnation // *Food Bioscience*. – 2023. – T. 53. – Article 102755. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102755>.
21. Karam L., Roustom R., Abiad M.G., El-Obeid T., Savvaidis I.N. Combined effects of thymol, carvacrol and packaging on the shelf-life of marinated chicken // *International Journal of Food Microbiology*. – 2019. – T. 291. – C. 41–47. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.11.009>.
22. Sengün I.Y., Goztepe E., Ozturk B. Efficiency of marination liquids prepared with koruk (*Vitis vinifera* L.) on safety and some quality attributes of poultry

meat // *LWT – Food Science and Technology*. – 2019. – T. 113. – Article 108317. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108317>

23. Balestra F., Petracci M. Technofunctional ingredients for meat products: current challenges // *Sustainable Meat Production and Processing* / Galanakis C.M. (ed.). – Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2019. – C. 45–68. – DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00004-6>.

24. Chang H.J., Wang Q., Zhou G.H., Xu X.L., Li C.B. Influence of weak organic acids and sodium chloride marination on characteristics of connective tissue collagen and textural properties of beef semitendinosus muscle // *Journal of Texture Studies*. – 2010. – T. 41. – C. 279–301. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2010.00238.x>.

25. Kadioğlu P., Karakaya M., Unal K., Babaoğlu A.S. Technological and textural properties of spent chicken breast, drumstick and thigh meats as affected by marinating with pineapple fruit juice // *British Poultry Science*. – 2019. – T. 60. – C. 381–387. – DOI: <https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1600436>.

26. Latoch A., Libera J. Quality and safety of pork steak marinated in fermented dairy products and sous-vide cooked // *Sustainability*. – 2019. – T. 11. – Article 5644. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su11205644>.

27. Tkacz K., Modzelewska-Kapituła M., Petracci M., Zduńczyk W. Improving the quality of sous-vide beef from Holstein-Friesian bulls by different marinades // *Meat Science*. – 2021. – T. 182. – Article 108639. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108639>.

28. Vişan V.-G., Chiş M.S., Păucean A., Mureşan V., Puşcaş A., Stan L., Vodnar D.C., Dulf F.V., Tăbulcă D., Vlaic B.A., et al. Influence of marination with aromatic herbs and cold pressed oils on Black Angus beef meat // *Foods*. – 2021. – T. 10. – Article 2012. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10092012>.

29. Abdel-Naeem H.H.S., Talaat M.M., Imre K., Morar A., Herman V., El-Nawawi F.A.M. Structural changes, electrophoretic pattern, and quality attributes of camel meat treated with fresh ginger extract and papain powder // *Foods*. – 2022. – T. 11. – Article 1876. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11131876>.

30. Serdaroğlu M., Abdraimov K., Oenenc A. The effects of marinating with citric acid solutions and grapefruit juice on cooking and eating quality of turkey breast // *Journal of Muscle Foods*. – 2007. – T. 18. – C. 162–172. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2007.00074.x>.

31. Kumar Y., Singh P., Pandey A., Tanwar V.K., Kumar R.R. Augmentation of meat quality attributes of spent hen breast muscle (*Pectoralis major*) by marination with lemon juice vis-à-vis ginger extract // *Journal of Animal Research*. – 2017. – T. 7. – C. 523–529. – DOI: <https://doi.org/10.5958/2277-940X.2017.00078.5>.

32. Smith D.P., Action J.C. Marination, cooking, and curing of poultry products // *Poultry Meat Processing* / Owens C.M., Alvarado C.Z., Sams A.R. (eds.). – Boca Raton: CRC Press, 2010. – C. 311–336. – DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429136736-13>.

33. Yusop S.M., O’Sullivan M.G., Kerry J.F., Kerry J.P. Sensory evaluation of Indian-style marinated chicken by Malaysian and European naïve assessors //

- Journal of Sensory Studies. – 2009. – T. 24. – C. 269–289. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2009.00209.x>.
34. Goli T., Ricci J., Bohuon P., Marchesseau S., Colligan A. Influence of sodium chloride and pH during acidic marination on water retention and mechanical properties of turkey breast meat // *Meat Science*. – 2014. – T. 96. – C. 1133–1140. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.010>.
35. Yusop S.M., O’Sullivan M.G., Kerry J.P. Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products // *Processed Meats* / Kerry J.P., Kerry J.F. (eds.). – Amsterdam: Elsevier; Sawston: Woodhead Publishing, 2011. – C. 421–449. – DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857092540.3.421>.
36. Pathania A., McKee S.R., Bilgili S.F., Singh M. Antimicrobial activity of commercial marinades against multiple strains of *Salmonella* spp. // *International Journal of Food Microbiology*. – 2010. – T. 139. – C. 214–217. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.03.017>.
37. Nisiotou A., Chorianopoulos N.G., Gounadaki A., Panagou E.Z., Nychas G.J.E. Effect of wine-based marinades on the behavior of *Salmonella typhimurium* and background flora in beef fillets // *International Journal of Food Microbiology*. – 2013. – T. 164. – C. 119–127. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.04.021>.
38. Bolumar T., Bindrich U., Toepfl S., Toldrá F., Heinz V. Effect of electrohydraulic shockwave treatment on tenderness, muscle cathepsin and peptidase activities and microstructure of beef loin steaks from Holstein young bulls // *Meat Science*. – 2014. – T. 98. – C. 759–765. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.07.024>.
39. Gómez I., Janardhanan R., Ibañez F.C., Beriain M.J. The effects of processing and preservation technologies on meat quality: sensory and nutritional aspects // *Foods*. – 2020. – T. 9. – Article 1416. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9101416>.
40. Munekata P.E.S., Pateiro M., Domínguez R., Nieto G., Kumar M., Dhama K., Lorenzo J.M. Bioactive compounds from fruits as preservatives // *Foods*. – 2023. – T. 12. – Article 343. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12020343>.
41. Al-Dalali S., Li C., Xu B. Effect of frozen storage on the lipid oxidation, protein oxidation, and flavor profile of marinated raw beef meat // *Food Chemistry*. – 2022. – T. 376. – Article 131881. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131881>.
42. Alvarado C.Z., Sams A.R. Early postmortem injection and tumble marination effects on broiler breast meat tenderness // *Poultry Science*. – 2004. – T. 83. – C. 1035–1038. – DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/83.7.1035>.
43. Zhuang H., Bowker B. Effect of marination on lightness of broiler breast fillets varies with raw meat color attributes // *LWT – Food Science and Technology*. – 2016. – T. 69. – C. 233–235. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.044>.
44. Petracci M., Laghi L., Rocculi P., Rimini S., Panarese V., Cremonini M.A., Cavani C. The use of sodium bicarbonate for marination of broiler breast meat // *Poultry Science*. – 2012. – T. 91. – C. 526–534. – DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01666>.

45. Barbut S., Zhang L., Marcone M. Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets // *Poultry Science*. – 2005. – T. 84. – C. 797–802. – DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.797>.
46. Smith D.M. Functional properties of muscle proteins in processed poultry products // *Poultry Meat Processing* / Owens C.M., Alvarado C.Z., Sams A.R. (eds.). – Boca Raton: CRC Press, 2010. – C. 231–244. – DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429136736-10>.
47. Barbanti D., Pasquini M. Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat // *LWT – Food Science and Technology*. – 2005. – T. 38. – C. 895–901. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.006>.
48. Fellenberg M.A., Espinoza S., Peña I., Alarcón J. Antioxidant and bacteriostatic effects of the addition of extract of quillay polyphenols (*Quillaja saponaria*) in the marinade of broiler chicken // *British Journal of Poultry Science*. – 2011. – T. 13. – C. 71–79. – DOI: <https://doi.org/10.1080/00071668.2011.565030>.
49. Smith D.P., Young L.L. Marination pressure and phosphate effects on broiler breast fillet yield, tenderness, and color // *Poultry Science*. – 2007. – T. 86. – C. 2666–2670. – DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00293>.
50. Xiong Y.L. Muscle protein // *Proteins in Food Processing* / Yada R.Y. (ed.). – London: Woodhead Publishing, 2004. – C. 100–122. – DOI: <https://doi.org/10.1533/9781855738957.100>.
51. Wynveen E.J., Browker A.L., Grant A.L., Lamkey J.M., Fennewalk K.J., Henson L., Gerrard D.E. Pork quality is affected by early postmortem phosphate and bicarbonate injection // *Journal of Food Science*. – 2001. – T. 66. – C. 886–891. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15192.x>.
52. Woelfel R.L., Sams A.R. Marination performance of pale broiler breast meat // *Poultry Science*. – 2001. – T. 80. – C. 1519–1522. – DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/80.10.1519>.
53. Alvarado C.Z., Sams A.R. Injection marination strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat // *Poultry Science*. – 2003. – T. 82. – C. 1332–1336. – DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/82.8.1332>.
54. Burke R.M., Monahan F.J. The tenderization of shin beef using a lemon juice marinade // *Meat Science*. – 2003. – T. 63. – C. 161–168. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00071-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00071-1).
55. He F., Kim H.W., Hwang K.E., Song D.H., Kim Y.J., Ham Y.K., Kim S.Y., Yeo I.J., Jung T.J., Kim C.J. Effect of ginger extract and citric acid on the tenderness of duck breast muscles // *Korean Journal of Food Science and Animal Resources*. – 2015. – T. 35. – C. 721–730. – DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.5.721>.
56. Komoltri P., Pakdeechanuan P. Effects of marinating ingredients on physicochemical, microstructural and sensory properties of golek chicken // *International Food Research Journal*. – 2012. – T. 19. – C. 1449–1455. – URL: [http://www.ifrj.upm.edu.my/19%20\(04\)%202012/23%20IFRJ%2019%20\(04\)%202012%20Pakdeechanuan%20\(023\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/19%20(04)%202012/23%20IFRJ%2019%20(04)%202012%20Pakdeechanuan%20(023).pdf) (дата звернення: 10.09.2023).

57. Goli T., Bohuon P., Ricci J., Trystram G., Collignan A. Mass transfer dynamics during the acidic marination of turkey meat // *Journal of Food Engineering*. – 2011. – T. 104. – C. 161–168. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.12.024>.
58. Zochowska-Kujawska J., Kotowicz M., Lachowicz K., Sobczak M. Influence of marinades on shear force, structure and sensory properties of home-style jerky // *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. – 2017. – T. 16. – C. 413–420. – DOI: <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2017.0514>.
59. Siroli L., Baldi G., Soglia F., Bukvicki D., Patrignani F., Petracci M., Lanciotti R. Use of essential oils to increase the safety and the quality of marinated pork loin // *Foods*. – 2020. – T. 9. – Article 987. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9080987>.
60. Ünal K., Alp H., Babaoğlu A.S., Karakaya M. Different properties of chicken and turkey breast fillets marinated with fruit juices // *Fleischwirtschaft*. – 2020. – T. 2. – C. 88–93. – URL: <https://www.researchgate.net/profile/Ali-Babaoğlu/publication/342624251>.
61. Samant S.S., Crandall P.G., O'Bryan C., Lingbeck J.M., Martin E.M., Seo H.S. Sensory impact of chemical and natural antimicrobials on poultry products: a review // *Poultry Science*. – 2015. – T. 94. – C. 1699–1710. – DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pev165>.
62. González-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. – T. 44. – C. 262–268. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01808.x>.
63. Schirmer B.C., Langsrud S. A dissolving CO₂ headspace combined with organic acids prolongs the shelf-life of fresh pork // *Meat Science*. – 2010. – T. 85. – C. 280–284. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.007>.
64. Tiburski J.H., Rosenthal A., Deliza R., Godoy R.L., Pacheco S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp // *Food Research International*. – 2011. – T. 44. – C. 2326–2331. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.032>.
65. Maldonado-Astudillo Y.I., Alia-Tejacal I., Núñez-Colín C.A., Jiménez-Hernández J., Pelayo-Zaldívar C., López-Martínez V., Valle-Guadarrama S. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. // *Scientia Horticulturae*. – 2014. – T. 174. – C. 193–206. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.018>.
66. Naveena B.M., Sen A.R., Vaithyanathan S., Babji Y., Kondaiah N. Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties // *Meat Science*. – 2008. – T. 80. – C. 1304–1308. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.06.005>.
67. Vaithyanathan S., Naveena B.M., Muthukumar M., Girish P.S., Kondaiah N. Effect of dipping in pomegranate (*Punica granatum*) fruit juice phenolic solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4°C) // *Meat Science*. – 2011. – T. 88. – C. 409–414. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.01.007>.

68. Xu L., Zhu M.J., Liu X.M., Cheng J.R. Inhibitory effect of mulberry (*Morus alba*) polyphenol on the lipid and protein oxidation of dried minced pork slices during heat processing and storage // *LWT – Food Science and Technology*. – 2018. – T. 91. – C. 222–228. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.065>.
69. Espada-Bellido E., Ferreiro-González M., Carrera C., Palma M., Barroso C.G., Barbero G.F. Optimization of the ultrasound-assisted extraction of anthocyanins and total phenolic compounds in mulberry (*Morus nigra*) pulp // *Food Chemistry*. – 2017. – T. 219. – C. 23–32. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.122>.
70. Zhu M., Huang Y., Wang Y., Shi T., Zhang L., Chen Y., Xie M. Comparison of (poly)phenolic compounds and antioxidant properties of pomace extracts from kiwi and grape juice // *Food Chemistry*. – 2019. – T. 271. – C. 425–432. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.202>.
71. Al-Zoreky N.S. Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels // *International Journal of Microbiology*. – 2009. – T. 134. – C. 244–248. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.06.002>.
72. Bazargani-Gilani B., Aliakbarlu J., Tajik H. Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with *Zataria multiflora* Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. – 2015. – T. 29. – C. 280–287. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.04.007>.
73. Botinestean C., Keenan D.F., Kerry J.P., Hamill R.M. The effect of thermal treatments including sous-vide, blast freezing and their combinations on beef tenderness of *M. semitendinosus* steaks targeted at elderly consumers // *LWT – Food Science and Technology*. – 2016. – T. 74. – C. 154–159. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.041>.
74. Tantamacharik T., Carne A., Agyei D., Birch J., Bekhit A.E.D.A. Use of plant proteolytic enzymes for meat processing // *Biotechnological Applications of Plant Proteolytic Enzymes* / Guevara M., Daleo G. (eds.). – Cham: Springer Nature, 2018. – C. 43–67. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-78099-0_3.
75. Gerelt B., Ikeuchi Y., Suzuki A. Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration // *Meat Science*. – 2000. – T. 56. – C. 311–318. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00059-2).
76. Özen M., Ozdemir N., Ertekin-Filiz B., Budak N.H., Kök-Tas T. Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) vinegars produced from fresh fruit or juice concentrate: Bioactive compounds, volatile aroma compounds and antioxidant capacities // *Food Chemistry*. – 2020. – T. 309. – Article 12566. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125766>.
77. Bakir S., Devecioglu D., Kayacan S., Toydemir G., Karbancioglu-Guler F., Capanoglu E. Investigating the antioxidant and antimicrobial activities of different vinegars // *European Food Research and Technology*. – 2017. – T. 243. – C. 2083–2094. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2907-2>.
78. Aziz M., Karboune S. Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: A review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2018. – T. 58. – C. 486–511. – DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1208611>.

79. Roudbari Z., Coort S.L., Kutmon M., Eijssen L., Melius J., Sadkowski T., Evelo C.T. Identification of biological pathways contributing to marbling in skeletal muscle to improve beef cattle breeding // *Frontiers in Genetics*. – 2020. – T. 10. – Article 1370. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01370>.
80. Patrignani F., Siroli L., Serrazanetti D.I., Gardini F., Lanciotti R. Innovative strategies based on the use of essential oils and their components to improve safety, shelf-life and quality of minimally processed fruits and vegetables // *Trends in Food Science and Technology*. – 2015. – T. 46. – C. 311–319. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.01.012>.
81. Siroli L., Patrignani F., Gardini F., Lanciotti R. Effects of sub-lethal concentrations of thyme and oregano essential oils, carvacrol, thymol, citral and trans-2-hexenal on membrane fatty acid composition and volatile molecule profile of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* and *Salmonella enteritidis* // *Food Chemistry*. – 2015. – T. 182. – C. 185–192. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.032>.
82. Grant A., Parveen S. All natural and clean-label preservatives and antimicrobial agents used during poultry processing and packaging // *Journal of Food Protection*. – 2017. – T. 80. – C. 540–544. – DOI: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-293>.
83. Al-Dalali S., Li C., Xu B. Evaluation of the effect of marination in different seasoning recipes on the flavor profile of roasted beef meat via chemical and sensory analysis // *Journal of Food Biochemistry*. – 2021. – T. 46. – Article e13962. – DOI: <https://doi.org/10.1111/jfbc.13962>.
84. Sokołowicz Z., Augustyńska-Prejsnar A., Krawczyk J., Kačániová M., Kluz M., Hanus P., Topczewska J. Technological and sensory quality and microbiological safety of RIR chicken breast meat marinated with fermented milk products // *Animals*. – 2021. – T. 11. – Article 3282. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11113282>.
85. Okpala C.O.R., Juchniewicz S., Leicht K., Korzeniowska M., Guiné R.P.F. Antioxidant, organoleptic and physicochemical changes in different marinated oven-grilled chicken breast meat // *Foods*. – 2022. – T. 11. – Article 3951. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11243951>.
86. Nassu R.T., Goncalves A.G., Pereira M.A.A., Beserra J.F. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant // *Meat Science*. – 2003. – T. 63. – C. 43–49. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00057-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00057-7).
87. Zhang H., Wu J., Guo X. Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality // *Food Science and Human Wellness*. – 2016. – T. 5. – C. 39–48. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.02.001>.
88. Shahidi F., Hossain A. Bioactives in spices, and spice oleoresins: phytochemicals and their beneficial effects in food preservation and health promotion // *Journal of Food Bioactives*. – 2018. – T. 3. – C. 8–75. – DOI: <https://doi.org/10.31665/JFB.2018.3157>.
89. Martini S., Cattivelli A., Conte A., Tagliazucchi D. Black, green, and pink pepper affect differently lipid oxidation during cooking and in vitro digestion of meat

// Food Chemistry. – 2021. – T. 350. – Article 129246. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129246>.

90. Okpala C.O.R., Juchniewicz S., Leicht K., Skendrović H., Korzeniowska M., Guiné R.P.F. Quality attributes of different marinated oven-griller pork neck meat // International Journal of Food Properties. – 2023. – T. 26. – C. 453–470. – DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2177697>.

91. Zhang Y., Henning S.M., Lee R.-P., Huang J., Zerlin A., Li Z., Heber D. Turmeric and black pepper spices decrease lipid peroxidation in meat patties during cooking // International Journal of Food Science and Nutrition. – 2015. – T. 66. – C. 260–265. – DOI: <https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1025721>.

92. Yusop S.M., O’Sullivan M.G., Preuß M., Weber H., Kerry J.F., Kerry J.P. Assessment of nanoparticle paprika oleoresin on marinating performance and sensory acceptance of poultry meat // LWT – Food Science and Technology. – 2012. – T. 46. – C. 349–355. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.11.021>.

93. Boskovic M., Djordjevic J., Glisic M., Ciric J., Janjic J., Zdravkovic N., Krnjaic D., Baltic M.Z. The effect of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil on four *Salmonella* serovars and shelf life of refrigerated pork meat packaged under vacuum and modified atmosphere // Journal of Food Processing and Preservation. – 2019. – T. 44. – Article e14311. – DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14311>.

94. Wei Q., Liu X., Zhao S., Li S., Zhang J. Research Note: Preservative effect of compound spices extracts on marinated chicken // Poultry Science. – 2022. – T. 101. – Article 101778. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101778>.

95. Onopiuk A., Kołodziejczak K., Marcinkowska-Lesiak M., Wojtasik-Kalinowska I., Szpicer A., Stelmasiak A., Poltorak A. Influence of plant extract addition to marinades on polycyclic aromatic hydrocarbon formation in grilled pork meat // Molecules. – 2022. – T. 27. – Article 175. – DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27010175>.

96. Boskovic M., Djordjevic J., Ivanovic J., Janjic J., Zdravkovic N., Glisic M., Glamoclija N., Baltic B., Djordjevic V., Baltic M. Inhibition of *Salmonella* by thyme essential oil and its effect on microbiological and sensory properties of minced pork meat packaged under vacuum and modified atmosphere // International Journal of Food Microbiology. – 2017. – T. 258. – C. 58–67. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.018>.

97. Fellenberg M.A., Carlos F., Peña I., Ibáñez R.A., Vargas-Bello-Pérez E. Oxidative quality and color variation during refrigeration (4°C) of rainbow trout fillets marinated with different natural antioxidants from oregano, quillaia and rosemary // Agricultural and Food Science. – 2020. – T. 29. – C. 43–54. – DOI: <https://doi.org/10.23986/afsci.88160>.

98. Rohod R.V., de Moraes Garcia E.R., Jorge de Lara A.F. Natural extracts marination in chicken breast fillets // Food Technology and Ciência Rural. – 2023. – T. 53. – Article e20210813. – DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210813>.

99. Pathania A., McKee S.R., Bilgili S.F., Singh M. Antimicrobial activity of commercial marinades against multiple strains of *Salmonella* spp. // International Journal of Food Microbiology. – 2010. – T. 139. – C. 214–217. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.03.017>.

100. Hasyimah A.K.N., Jinap S., Sanny M., Ainaatul A.I., Sukor R., Jambari N.N., Nordin N., Jahurul M.H.A. Effects of honey spices marination on polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic amines formation in gas-grilled beef satay // *Polycyclic Aromatic Compounds*. – 2022. – T. 42. – C. 1620–1648. – DOI: <https://doi.org/10.1080/10406638.2021.1903472>.
101. Ruiz A., Williams S.K., Djeri N., Hinton A., Rodrick G.E. Nisin, rosemary, and ethylenediaminetetraacetic acid affect the growth of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat turkey ham stored at four degrees Celsius for sixty-three days // *Poultry Science*. – 2009. – T. 88. – C. 1765–1772. – DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00544>.
102. Lucera A., Costa C., Conte A., Del Nobile M.A. Food applications of natural antimicrobial compounds // *Frontiers in Microbiology*. – 2012. – T. 3. – Article 287. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00287>.
103. Jayasena D.D., Jo C. Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review // *Trends in Food Science and Technology*. – 2013. – T. 34. – C. 96–108. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.09.002>.
104. Van Haute S., Raes K., Van der Meeren P., Sampers I. The effect of cinnamon, oregano and thyme essential oils in marinade on the microbial shelf life of fish and meat products // *Food Control*. – 2016. – T. 68. – C. 30–39. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.03.025>.
105. Pateiro M., Barba F.J., Domínguez R., Sant’Ana A.S., Mousavi Khaneghah A., Gavahian M., Gómez B., Lorenzo J.M. Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review // *Food Research International*. – 2018. – T. 113. – C. 156–166. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.002>.
106. Domínguez R., Pateiro M., Gagaoua M., Barba F.J., Zhang W., Lorenzo J.M. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products // *Antioxidants*. – 2019. – T. 8. – Article 429. – DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>.
107. Posgay M., Greff B., Kapcsándi V., Lakatos E. Effect of *Thymus vulgaris* L. essential oil and thymol on the microbiological properties of meat and meat products: A review // *Heliyon*. – 2022. – T. 8. – Article e10812. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10812>.
108. Hyldgaard M., Mygind T., Meyer R.L. Essential oils in food preservation: Mode of action, synergies, and interactions with food matrix components // *Frontiers in Microbiology*. – 2012. – T. 3. – Article 12. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>.
109. Prakash B., Kedia A., Mishra P.K., Dubey N.K. Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities—Potentials and challenges // *Food Control*. – 2015. – T. 47. – C. 381–391. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.07.023>.
110. Aminzare M., Hashemi M., Hassanzad Azar H., Hejazi J. The use of herbal extracts and essential oils as a potential antimicrobial in meat and meat products: A review // *Journal of Human and Environment Health Promotion*. – 2016. – T. 1. – C. 63–74. – URL: [https://doi.org/10.1007/s12010-016-0300-0](#)

https://applications.emro.who.int/imemrf/J_Hum_Environ_Health_Promot/J_Hum_Environ_Health_Promot_2015_1_2_63_74.pdf (дата звернення: 10.09.2023).

111. Lanciotti R., Gianotti A., Patrignani F., Belletti N., Guerzoni M., Gardini F. Use of natural aroma compounds to improve shelf life and safety of minimally processed fruits // *Trends in Food Science and Technology*. – 2004. – Т. 15. – С. 201–208. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.10.002>.

112. Ghaderi-Ghahfarokhi M., Barzegar M., Sahari M.A., Ahmadi Gavlighi H., Gardini F. Chitosan-cinnamon essential oil nano formulation: Application as a novel additive for controlled release and shelf life extension of beef patties // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2017. – Т. 102. – С. 19–28. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.122>.

113. Diez-Simon C., Eichelsheim C., Mumm R., Hall R.D. Chemical and sensory characteristics of soy sauce: a review // *J. Agric. Food Chem.* – 2020. – Т. 68. – С. 11612–11630. – DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04106>.

114. Gao X., Zhang J., Liu E., Yang M., Chen S., Hu F., Ma H., Liu Z., Yu X. Enhancing the taste of raw soy sauce using low intensity ultrasound treatment during moromi fermentation // *Food Chemistry*. – 2019. – Т. 298. – Article 124928. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.124928>.

115. Greenberg P. Soy sauce, China's liquid spice // *Sauces, Seasonings and Spices*. – 2000. – Т. 7, № 2. – С. 21–22.

116. Lioe H.N., Selamat J., Yasuda M. Soy sauce and its umami taste: a link from the past to current situation // *Journal of Food Science*. – 2010. – Т. 75, № 3. – С. R71–R76. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01534.x>.

117. Devanthi P.V.P., Gkatzionis K. Soy sauce fermentation: microorganisms, aroma formation, and process modification // *Food Research International*. – 2019. – Т. 120. – С. 364–374. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.02.041>.

118. Diez-Simon C., Mumm R., Hall R.D. Mass spectrometry based metabolomics of volatiles as a new tool for understanding aroma and flavour chemistry in processed food products // *Metabolomics*. – 2019. – Т. 15, № 3. – Article 41. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11306-019-1503-1>.

119. Wanakhachornkrai P., Lertsiri S. Comparison of determination method for volatile compounds in Thai soy sauce // *Food Chemistry*. – 2003. – Т. 83. – С. 619–629. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00171-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00171-0).

120. Harada R., Yuzuki M., Ito K., Shiga K., Bamba T., Fukusaki E. Microbe participation in aroma production during soy sauce fermentation // *Journal of Bioscience and Bioengineering*. – 2018. – Т. 125, № 6. – С. 688–694. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2017.11.009>.

121. Feng Y., Cai Y., Su G., Zhao H., Wang C., Zhao M. Evaluation of aroma differences between high-salt liquid-state fermentation and low-salt solid-state fermentation soy sauces from China // *Food Chemistry*. – 2014. – Т. 145. – С. 126–134. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.080>.

122. Liang C. The complete guide to soy sauces. – URL: <https://www.malafood.com/en/the-complete-guide-to-soy-suaces> (дата звернення: 10.09.2023).

123. Lioe H.N., Wada K., Aoki T., Yasuda M. Chemical and sensory characteristics of low molecular weight fractions obtained from three types of Japanese soy sauce (Shoyu) – Koikuchi, Tamari and Shiro Shoyu // *Food Chemistry*. – 2007. – T. 100. – C. 1669–1677. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.052>.
124. Feng Y., Su G., Zhao H., Cai Y., Cui C., Sun-Waterhouse D., Zhao M. Characterisation of aroma profiles of commercial soy sauce by odour activity value and omission test // *Food Chemistry*. – 2015. – T. 167. – C. 220–228. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.096>.
125. Sano A., Satoh T., Oguma T., Nakatoh A., Satoh J., Ohgawara T. Determination of levulinic acid in soy sauce by liquid chromatography // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2007. – T. 105, № 3. – C. 1242–1247. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2007.03.021>.
126. Gao X., Liu E., Yin Y., Yang L., Huang Q., Chen S., Ho C.T. Enhancing activities of salt-tolerant proteases secreted by *Aspergillus oryzae* using atmospheric and room-temperature plasma mutagenesis // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2020. – T. 68, № 9. – C. 2757–2764. – DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b07473>.
127. Yang Y., Deng Y., Jin Y., Liu Y., Xia B., Sun Q. Dynamics of microbial community during the extremely long-term fermentation process of a traditional soy sauce // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2017. – T. 97. – C. 3220–3227. – DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8167>.
128. Wei Q., Wang H., Chen Z., Lv Z., Xie Y., Lu F. Profiling of dynamic changes in the microbial community during the soy sauce fermentation process // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2013. – T. 97, № 20. – C. 9111–9119. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5163-0>.
129. Hasnip S., Crews C., Potter N., Brereton P., Diserens H., Oberson J.-M., Baigrie B., Byrd N., Campbell D.J., Hageman L., Hollywood F., Noro Y., Nyman P., Wehage H. Determination of 1,3-dichloropropanol in soy sauce and related products by headspace gas chromatography with mass spectrometric detection: interlaboratory study // *Journal of AOAC International*. – 2005. – T. 88, № 5. – C. 1404–1412. – DOI: <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1404>.
130. Lee S.M., Seo B.C., Kim Y.S. Volatile compounds in fermented and acid-hydrolyzed soy sauces // *Journal of Food Science*. – 2006. – T. 71, № 3. – C. C146–C156. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb15606.x>.
131. Nishimura T., Kuroda M. *Koku in Food Science and Physiology*. – Cham: Springer, 2019. – 240 c. – DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25946-1>.
132. Zhang A., Sun H., Wang P., Han Y., Wang X. Modern analytical techniques in metabolomics analysis // *Analyst*. – 2012. – T. 137, № 2. – C. 293–300. – DOI: <https://doi.org/10.1039/C1AN15605E>.
133. Charve J., Manganiello S., Glabasnia A. Analysis of umami taste compounds in a fermented corn sauce by means of sensory guided fractionation // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2018. – T. 66, № 8. – C. 1863–1871. – DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05560>.

134. Riedel K., Sombroek D., Fiedler B., Siems K., Krohn M. Human cell-based taste perception – a bittersweet job for industry // *Natural Product Reports*. – 2017. – T. 34, № 5. – C. 484–495. – DOI: <https://doi.org/10.1039/C6NP00093H>.
135. Batenburg A.M., De Joode T., Gouka R.J. Characterization and modulation of the bitterness of polymethoxyflavones using sensory and receptor-based methods // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2016. – T. 64, № 12. – C. 2619–2626. – DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05833>.
136. Feng Y., Su G., Sun-Waterhouse D., Cai Y., Zhao H., Cui C., Zhao M. Optimization of headspace solid-phase micro extraction (HS-SPME) for analyzing soy sauce aroma compounds via coupling with direct GC-olfactometry (D-GC-O) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) // *Food Analytical Methods*. – 2017. – T. 10, № 3. – C. 713–726. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0634-5>.
137. Zou G., Xiao Y., Wang M., Zhang H. Detection of bitterness and astringency of green tea with different taste by electronic nose and tongue // *PLoS ONE*. – 2018. – T. 13, № 12. – Article e0206517. – DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206517>.
138. Sun S.Y., Jiang W.G., Zhao Y.P. Profile of volatile compounds in 12 Chinese soy sauces produced by a high-salt diluted state fermentation // *Journal of the Institute of Brewing*. – 2010. – T. 116, № 3. – C. 316–328. – DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2010.tb00432.x>.
139. Lin S.Y., Lo Y.C., Chen Y.K., Yang S.C., Mau J.L. Nonvolatile taste components and functional compounds of commercial soy sauce products // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2015. – T. 39, № 6. – C. 2680–2686. – DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12513>.
140. Kong Y., Zhang L.L., Zhang Y.Y., Sun B.G., Sun Y., Zhao J., Chen H.T. Evaluation of non-volatile taste components in commercial soy sauces // *International Journal of Food Properties*. – 2018. – T. 21, № 1. – C. 1854–1866. – DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1494191>.
141. Lubes G., Goodarzi M. Analysis of volatile compounds by advanced analytical techniques and multivariate chemometrics // *Chemical Reviews*. – 2017. – T. 117, № 9. – C. 6399–6422. – DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00188>.
142. Calingacion M., Mumm R., Tan K., Quiatchon-Baeza L., Concepcion J.C.T., Hageman J.A., Prakash S., Fitzgerald M., Hall R.D. A multidisciplinary phenotyping and genotyping analysis of a mapping population enables quality to be combined with yield in rice // *Frontiers in Molecular Biosciences*. – 2017. – T. 4. – Article 32. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fmolb.2017.00032>.