

UDC 663.81:634.51

USE OF FRUIT RAW MATERIALS AS SOURCES OF ORGANIC ACIDS IN THE TECHNOLOGY OF SMALL FLAT SEMI-FINISHED

Anzhela B. Borodai¹, Galyna P. Khomych¹, Oleksandra M. Horobets¹, Yuliia V. Levchenko¹,
Yuliia A. Matsuk^{2*},

¹ Higher Educational Institution of Ukoopspilka «Poltava University of Economics and Trade», 3 Kovalya str., Poltava, 36014, Ukraine

² Oles Honchar Dnipro National University, 72 Gagarin ave., Dnipro, 49010, Ukraine

Received 10 June 2022; accepted 29 November 2022; available online 26 January 2023

Abstract

Aim. Study the effect of organic acids of raw fruit juices on the stability of microflora; develop recipes of kebab based on fruit marinade. **Methods.** Standard methods of analysis were used for research. The quality of finished food products was controlled by organoleptic, physicochemical and microbiological parameters. The results of experimental studies were subjected to statistical processing using standard Microsoft Office software packages. **Results.** The content of biologically active substances of resistant action (organic acids, phenolic and pectin compounds, etc.) in fruit juices was studied. The qualitative and quantitative content of organic acids in fruit raw materials has been determined. The influence of organic acids of fruit raw materials on microbiological indicators of juices, purees, marinades on the basis of juices is investigated and the positive influence of organic acids on formation of technological properties of semi - finished products and finished products is established. It is determined that the use of fruit juices (chaenomeles, cranberries) in the technology of small semi-finished pork and beef can not only reduce microbial contamination, but also affects the important consumer properties of the finished product. **Conclusions.** The expediency of using chaenomeles and cranberry juices in the technology of marinating raw meat (pork, beef) in the preparation of kebabs has been confirmed. The introduction of the proposed technology for the use of fruit acids will expand the range of natural marinades of high biological value.

Keywords: organic acids; marinade; lemon; chaenomeles; cranberry; juice; beef; pork; technological and organoleptic properties.

ВИКОРИСТАННЯ ФРУКТОВОЇ СИРОВИНИ ЯК ДЖЕРЕЛА ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У ТЕХНОЛОГІЇ ДРІБНОШМАТКОВИХ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Анжела Б. Бородай¹, Галина П. Хомич¹, Олександра М. Горобець¹, Юлія В. Левченко¹,
Юлія А. Мацук²

¹Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», вул. Ковалю, 3, Полтава, 36014, Україна

² Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна,

Анотація

Мета. Дослідити вплив органічних кислот соків фруктової сировини на стабільність мікрофлори; розробити рецептури шашлику на основі фруктового маринаду. **Методи.** Для дослідження використовувалися стандартні методи аналізу. Якість готової харчової продукції контролювали за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Результати експериментальних досліджень піддавали статистичній обробці за допомогою стандартних програмних пакетів Microsoft Office. **Результати.** У роботі досліджено вміст біологічно активних речовин резистентної дії (органічні кислоти, фенольні й пектинові сполуки та ін.) у складі фруктових соків. Визначено якісний і кількісний вміст органічних кислот у фруктової сировині та продуктах її переробки. Досліджено вплив органічних кислот фруктової сировини на мікробіологічні показники соків, пюре, маринадів на основі соків і встановлено позитивний вплив органічних кислот на формування технологічних властивостей напівфабрикатів і готових продуктів. Визначено, що використання фруктових соків (хеномелесу, журавлини) у технології дрібношматкових напівфабрикатів зі свинини та яловичини дозволяє не лише знизити мікробне забруднення, а й впливає на важливі споживчі властивості готового продукту. **Висновки.** Підтверджено доцільність використання соків хеномелесу та журавлини в технології маринування м'ясної сировини (свинини, яловичини) в процесі приготування шашликів. Впровадження запропонованої технології використання фруктових кислот дозволить розширити асортимент натуральних маринадів підвищеної біологічної цінності.

Ключові слова: органічні кислоти; маринад; лимон; хеномелес; журавлина; сік; яловичина; свинина; технологічні та органолептичні властивості.

*Corresponding author: e-mail address: lyly2006@ukr.net

© 2022 Oles Honchar Dnipro National University; doi: 10.15421/jchemtech.v30i4.260055

Вступ

Світові тенденції споживання все більше спрямовані на харчові продукти, які мають не тільки високі смакові та естетичні властивості, але й натуральне походження, біологічну цінність, відсутність шкідливих добавок [1–4]. Необхідність заміни харчових органічних кислот, штучних барвників, ароматизаторів на природні речовини є важливою проблемою харчового виробництва. На заваді цьому стоїть їх висока вартість, проте варіантом вирішення цього питання є використання фруктової сировини, багатой природними органічними кислотами, антоціанами, фенольними й іншими біологічно активними речовинами [1; 5; 6].

Промислові органічні кислоти – оцтова, молочна, лимонна, винна є продуктами хімічного синтезу, які згубно впливають на здоров'я людини, тому доцільно обмежувати їх використання в кулінарії. Заміна синтетичних кислот на природні, які не створюють негативний вплив на організм людини, сприяє життєдіяльності організму. Біологічна функція природних органічних кислот пов'язана з їх участю у процесах травлення. До таких функцій харчових кислот належать: активація перистальтики кишківника, стимуляція секреції травних соків, вплив на формування певного складу мікрофлори шляхом зниження рН середовища, гальмування розвитку процесів гниття в кишківнику [7–9].

Постановка проблеми. М'ясні напівфабрикати з яловичини та свинини мають високу поживну цінність, проте переважна частина туші, що використовується для їх виробництва, характеризується високим вмістом сполучної тканини. Для покращення функціонально-технологічних властивостей м'язової та сполучної тканин застосовують маринування із використанням оцту, молочної сироватки, фруктових соків, які мають у своєму складі органічні кислоти. Саме вони здійснюють вплив на пластичні характеристики м'ясної сировини, створюючи кисле середовище зі значеннями рН, що лежать нижче ізоелектричної точки білків продукту. Це призводить до пришвидшення перетворення колагену в глютин, унаслідок чого скорочується тривалість теплової кулінарної обробки та отримується більш соковитий готовий продукт за рахунок підвищення

вологоутримуючої здатності м'язових білків і меншої деформації колагенових волокон [10].

Висока концентрація іонів Гідрогену, яку створює в процесі маринування внесення харчових органічних кислот у м'ясну сировину, є одним із факторів, які не тільки викликають денатурацію білків, але і полегшують дію протеолітичних ферментів. Це можна пояснити тим, що у нативному білку пептидні зв'язки захищені від зовнішніх впливів, бо знаходяться всередині білкової глобули [11; 12].

Сучасний розвиток технологій харчових продуктів ведеться переважно в напрямках розширення їхнього асортименту й підвищення поживної цінності. Проведені дослідження підтверджують необхідність розробки нових видів продукції високої біологічної цінності, яку можна отримати в результаті використання природних органічних кислот фруктової сировини та створити на їх основі продукти з новими властивостями [13]. Заміна синтетичних та потенційно небезпечних інгредієнтів на природні компоненти рослинного походження у складі маринадів, соусів, борошняних виробів дає можливість гарантувати високий рівень якості харчової продукції для широкого кола споживачів [14–20], однак дослідження спрямовуються часто на використання структуроутворювачів, поліпшувачів смаку, які потребують додаткової обробки, що знижує їх поживну цінність та підвищує собівартість. Пошук рослинної сировини з високими технологічними властивостями, багату природними біологічно активними речовинами, дасть можливість розширити асортимент і поліпшити показники якості харчових продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливими питаннями, що виникають у процесі виробництва та реалізації охолоджених м'ясних напівфабрикатів, є дефіцит якісної й відносно недорогої м'ясної сировини, а також нетривалі терміни її зберігання. Існуючі способи забезпечення якості м'ясних напівфабрикатів у процесі виробництва, транспортування та зберігання є або малоефективними, або передбачають застосування значної кількості синтетичних харчових добавок. Тому перспективним є забезпечення технологічних, органолептичних якостей та мікробіологічних характеристик м'ясних напівфабрикатів шляхом використання

природних інгредієнтів із вираженими функціональними властивостями (бактеріостатичними та антиоксидантними), які мають органічні кислоти місцевої фруктової сировини [21–23].

У створенні науково-практичних засад раціональної заміни оцтової кислоти, що входить до складу традиційного маринаду, компонентами натуральної сировини, зробили внесок вітчизняні науковці, які досліджували вплив маринадів на основі молочної, лимонної, яблучної кислот на функціонально-технологічні властивості м'яса дикого кабана. Доведено, що молочна кислота найбільш сприятлива в якості маринувальної суміші для м'яса дикого кабана з максимальною тривалістю обробки 48 год [24; 25] і запропоновано спосіб виробництва делікатесних м'ясних продуктів, що передбачає використання маринадів термічно обробленого соку чи пюре ківі, соку граната, соку обліпихи протягом 24–27 годин 18–25–31 % [26].

Досліджувався вплив маринадів на основі гранатового та грейпфрутового соків, оцту яблучного й молочної сироватки на якісні характеристики м'ясних напівфабрикатів із птиці [27].

З метою оптимізації рецептури маринадів на основі хеномелесу для розм'якшення сполучної тканини яловичини і свинини запропоновано використання екстракту хеномелесу із свіжих плодів та пепсину харчового (5%-ий розчин) і екстракту з відходів серцевини ананасів. У процесі виготовлення напівфабрикатів із кролятини для покращення показників ніжності, вологоутримуючої та вологозв'язуючої здатності м'ясної сировини, підвищення біологічної цінності продукту рекомендується проводити заміну традиційного оцтового маринаду на суміш соку хеномелесу і молочної сироватки [10]. Використання соку хеномелесу для приготування маринадів для м'яса рапани підвищує показник вологозв'язуючої здатності в порівнянні з оцтовим маринадом на 2.5 % [28].

Провівши аналіз публікацій за результатами проведених досліджень щодо використання фруктових соків у технології м'ясних напівфабрикатів виявили, що недостатньо уваги приділено підвищенню їх мікробіологічної безпеки, тому це стало підґрунтям для подальшої роботи.

Мета та цілі дослідження. Враховуючи результати попередніх досліджень, метою

роботи було дослідження впливу органічних кислот соків фруктової сировини на стабільність мікрофлори; розробка рецептур шашлику на основі фруктового маринаду, що позитивно вплине на підвищення харчової та біологічної цінності готових виробів.

Матеріали та методи досліджень

Для досягнення поставленої мети досліджували показники якості та фракційний склад органічних кислот в обраній фруктової сировині; вплив органічних кислот соків фруктової сировини на мікробіологічні показники маринадів та напівфабрикатів; основні показники якості маринуваних напівфабрикатів і готових виробів.

Визначення основних фізико-хімічних показників досліджуваної сировини проводили згідно зі стандартизованими методиками (вміст сухих речовин у сировині – за ДСТУ 7804:2015, масову частку титрованих кислот (у перерахунку на яблучну кислоту) – методом об'ємного титрування за ДСТУ EN 12147-2003, вміст вітаміну С – йодометричним методом за ДСТУ 7803:2015, вміст пектинових речовин – за ДСТУ 8069:2015, визначення пектинових речовин – Са-пектатним методом. Дослідження м'ясної сировини, напівфабрикатів та готової продукції проводили згідно з ДСТУ 7992:2015, ДСТУ 4823.2:2007, ДСТУ ISO 6658:2005, мікробіологічні дослідження проведені згідно з ДСТУ 21237-75, ДСТУ ISO 4833:2006, ДСТУ ISO 6579:2002, ДСТУ 8447:2015.

Визначення вмісту органічних кислот були проведені на хроматографі фірми Agilent Technologies (модель 1100), який укомплектовано проточним вакуумним дегазатором G1379A, 4-х канальним насосом градієнта низького тиску G13111A, автоматичним інжектором G1313A, термостатом колонок G13116A, діодноматричним детектором G1316A, рефрактометричним детектором G1362A. Для проведення аналізу була використана карбогідратна хроматографічна колонка розміром 7.8×300 мм, «Supelcogel-C610H».

Для проведення аналізу встановлювали наступний режим хроматографування: швидкість подачі рухомої фази 0.5 мл/хв; елюенти – водний 0.1%-ий розчин H_3PO_4 ; робочий тиск елюентів 33–36 кПа; температура термостату колонки 30 °C; об'єм проби 5 мкл. Параметри рефрактометричного детектування: масштаб вимірювань 0.5 с. Параметри детектування

діодноматричного детектора: масштаб вимірювань 0.5 с; довжина хвилі – 210/8, порівняння – 360/80 нм. Ідентифікацію органічних кислот визначали за часом утримування стандартів.

Результати та їх обговорення

Дослідження показників якості та фракційного складу органічних кислот в обраній фруктовій сировині. Фруктова сировина характеризується значним вмістом органічних сполук, що дозволяє

використовувати її в якості альтернативної заміни штучно отриманим кислотам: оцтовій, лимонній, винній.

Предметом досліджень були плоди лимону, хеномелесу та ягоди журавлини.

На початковому етапі були досліджені показники якості обраної сировини. За органолептичними показниками сировина повністю відповідає вимогам вітчизняних стандартів [29–31]. Результати фізико-хімічних показників сировини наведені в табл. 1.

Table 1

Physico-chemical indicators of raw material quality

Таблиця 1

Показники	Фізико-хімічні показники якості сировини		
	Найменування сировини		
	Лимон	Хеномелес	Журавлина
	масова частка, %		
Сухих речовин	12.20	14.60	13.20
Цукрів	3.55	9.20	3.65
Титрованої кислотності	6.20	5.20	3.20
Пектину	0.80	1.62	1.37
Клітковини	1.30	1.70	1.80
	вміст, мг/100 г		
L-аскорбінової кислоти	46.00	216.00	20.00
Фенольних речовин	76.00	780.00	120.00

Підтверджено наявність в сировині значного вмісту біологічно активних речовин, зокрема фенольних сполук та L-аскорбінової кислоти (табл. 1), що свідчить про антиоксидантні властивості сировини і можливість використання їх в технології отримання харчових продуктів з метою підвищення їх біологічної цінності. Найвищий вміст фенольних сполук та L-аскорбінової кислоти серед проаналізованої сировини виявлено у плодах хеномелесу.

Фенольні сполуки – це природні антиоксиданти, які широко застосовуються у харчовій

промисловості через здатність зв'язувати іони важких металів у стійкі комплекси, що веде до втрати каталітичної дії останніх, гасити вільнорадикальні процеси, оскільки вони є акцепторами вільних радикалів, котрі утворюються під час аутооксидації [9]. Однак за проведення технологічних процесів, пов'язаних із отриманням готових виробів (соків, пюре), відбувається часткова втрата поживних речовин, знижується їх активність, але не відбувається повної втрати біологічної цінності складових. Визначено зміну показників якості в процесі переробки сировини на сік та пюре (табл. 2).

Table 2

Quality indicators of raw materials and processed products (juice and puree)

Таблиця 2

Назва зразка	Показники якості сировини та продуктів переробки (соків і пюре)					
	Показники якості					
	Масова частка, %			Вміст, мг/100 г		pH, од. pH
	сухих речовин	титрованої кислотності	пектинових речовин	L-аскорбінової кислоти	фенольних речовин	
	Лимон					
Плоди	12.20	6.20	0.80	46.00	76.00	-
Пюре	11.50	5.82	0.86	26.00	36.00	2.08
Сік	9.80	6.03	0.45	29.95	53.00	2.05
	Хеномелес					
Плоди	14.60	5.36	1.62	248.00	810.00	-
Пюре	12.20	4.98	1.10	98.56	480.00	2.62
Сік	9.50	5.22	0.82	128.83	650.00	2.60
	Журавлина					
Ягоди	13.20	3.20	1.37	20.00	120.00	-
Пюре	11.80	2.80	1.02	13.80	63.00	3.55
Сік	9.80	2.95	0.72	15.30	78.00	3.50

Підтверджено, що вилучення і перехід у продукт біологічно активних компонентів фруктової сировини залежить від виду переробки і органічної речовини. Зокрема, фенольні речовини, що максимально локалізуються в шкірці сировини і підшкірному шарі в більшій мірі переходять у сік, а в меншій – в пюре. Вміст пектинових речовин більший в пюре, аніж у соках [9].

Для подальших досліджень використовували сік із плодів лимону, хеномелесу та ягід журавлини, оскільки саме сік характеризується

вищим вмістом органічних кислот, які важливі для якісного проведення процесу маринування.

За результатами досліджень науковців відомо, що в плодах і соку лимонів переважає лимонна кислота (4.70...4.55 %), виявлена яблучна (0.31...0.30 %), винна (0.26...0.20 %) та оксалатна (0.10...0.03 %) кислоти [32]. Враховуючи недостатню інформативність щодо складу органічних кислот в плодах хеномелесу та ягодах журавлини, проводили дослідження їх якісного складу методом хроматографічних досліджень (табл. 3).

The composition of organic acids in fruit and berry raw materials and juices

Table 3

Таблиця 3

Найменування сировини		Зразок		Вміст, г/100 г			
		лимонна	яблучна	бурштинова	хінна	винна	оксалатна
Хеномелес	плоди	0.23	4.10	0.14	1.96	-	-
	сік	0.15	3.40	0.11	1.64	-	-
Журавлина	ягоди	1.66	0.98	0.32	-	-	-
	сік	1.30	0.50	0.21	-	-	-

За результатами хроматографічних досліджень визначено (табл. 3), що домінуючою серед органічних кислот хеномелесу, як в плодах, так і в соці є яблучна кислота, частка якої становить 64 % від загальної кількості в сировині. Яблучна кислота стимулює обмін речовин, нормалізує клітинний обмін, позитивно впливає на кровообіг, апетит, стабілізує процес травлення, зміцнює імунітет та посилює захисні властивості організму. В якості харчової добавки (E 296) яблучна кислота використовується в технології виготовлення консервів, фруктових соків, безалкогольних напоїв, коктейлів, кондитерських виробів і десертів [32; 33]. У плодах хеномелесу виявлено хінну кислоту, яка займає майже 31 %. У меншій кількості виявлено вміст бурштинової кислоти (2.2 %). Вміст лимонної кислоти в плодах хеномелесу незначний – 3.5 %.

В ягодах та соці з журавлини, як і у випадку лимонів, домінує лимонна кислота, частка її становить 56.0 % від загального вмісту. Солі лимонної кислоти в організмі людини беруть участь в обмінних процесах, активують або інгібують певні ферменти, запобігаючи згортанню крові та відкладенню солей у сечовивідних шляхах.

Наявність бурштинової кислоти у плодах хеномелесу у кількості 0.14 та ягодах журавлини – 0.32 г/100 г підвищує їх анти-

оксидантні властивості, оскільки вона виконує роль відновлювального та радикал-акцепторного агенту, який відповідає за антиоксидантний захист [1]. Позитивно впливає на організм людини і виявлена у складі хеномелесу хінна кислота (1.96 г/100 г), яка має жарознижувальні властивості, використовується в якості складової препаратів від застуди, застосовується для відновлення ослабленого організму після тривалого лікування [9].

Хроматограми складу органічних кислот в соках хеномелесу та журавлини наведені на рис. 1.

Наявність органічних кислот формує не тільки смакові властивості сировини та харчових продуктів, але й впливає на процеси обміну речовин в організмі людини: вони розчиняють в організмі небажані відкладення, виявляють сприятливий вплив на кислотно-лужну рівновагу і що, особливо важливо, затримують розвиток мікроорганізмів. Зокрема, фруктові соки виявляють пригнічуючий вплив на мікрофлору, тому що містять у своєму складі органічні кислоти, фітонциди, ефірні олії та інші речовини з бактерицидною дією, які здатні пригнічувати патогенну мікрофлору, збільшуючи строк зберігання готових виробів.

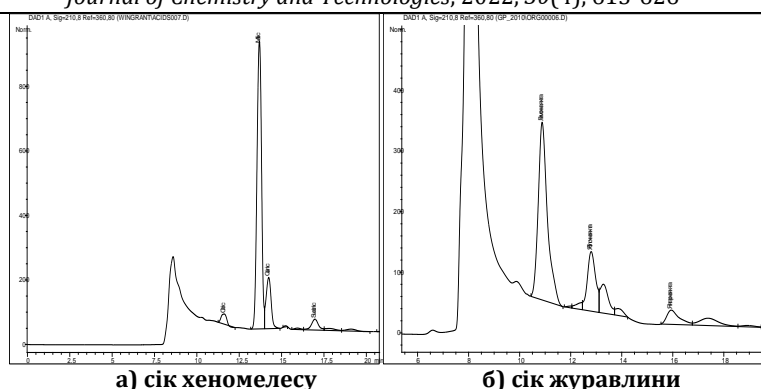


Fig.1. Chromatograms of the composition of organic acids in the juices of chaenomeles (a) and cranberries (b)
Рис. 1. Хроматограми складу органічних кислот у соках хеномелесу (а) та журавлини (б)

Дослідження впливу комплексу органічних кислот фруктової сировини на розвиток мікроорганізмів. Фруктові соки, які були обрані для використання в якості альтернативної заміни харчових органічних кислот – оцтової, лимонної, молочної, винної, містять у своєму складі цілий комплекс органічних кислот, зокрема, в їх складі виявлена яблучна, лимонна, бурштинова, хінна, оксалатна, хлорогенова, бензойна та аскорбінова кислоти, а також альдегіди, флавоноїди, складні ефіри, леткі ароматичні та інші органічні сполуки, що можуть вплинути на життєдіяльність мікроорганізмів.

Мікрофлора, що знаходиться на поверхні плодів і ягід, живе і розмножується на поверхневих тканинах рослин, зовсім не завдаючи їм шкоди. Це пояснюється

природним імунітетом фруктів, що залежить від кислотності клітинного соку, вмісту природних консервантів, таких як фітонциди, ефірні олії, глікозиди, алкалоїди, дубильні речовини, органічні кислоти, які пригнічують діяльність мікроорганізмів [34].

Переважаючою мікрофлорою плодів і ягід є плісеневі гриби, що пояснюється значною лабільністю їхніх ферментів та швидкістю росту міцелію. Переважання мікроміцетів обумовлюється також значною кількістю вуглеводів у фруктовій сировині, низьким вмістом білкових речовин, кислим рН середовища клітинного соку. Результатом життєдіяльності грибів є зниження кількості органічних кислот, рослинних антибіотиків, підвищення кислотності, що створює умови для розвитку та розмноження дріжджів і бактерій [35; 36].

Table 4

Results of microbiological studies of fresh juices and purees
fruits and berries

Таблиця 4

Результати мікробіологічних досліджень соків та пюре із свіжих
плодів і ягід

Показники	К МАФАМ, КУО в 1,0 г, не більше	БГКП, КУО в 0,1 г	Патогенні мікроорганізми у т. ч. роду <i>Salmonella</i>	Патогенні мікроорганізми <i>Staphylococcus aureus</i>	Дріжджі, КУО в 1,0 г	Гриби, КУО в 1,0 г не більше
Норма згідно ДСТУ	$5.0 \cdot 10^4$	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	50
Сік лимону	$1.6 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	23
Сік хеномелесу	$2.7 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	-
Сік журавлини	$1.3 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	14
Пюре хеномелесу	$0.1 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	37
Пюре журавлини	$3.4 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	-

Примітка * - не допускається.

Пюре та соки є гарним живильним середовищем для розвитку мікрофлори за рахунок доступності поживних речовин, високого вмісту вологи й цукрів. Тому одним із завдань роботи було дослідження мікробіологічних показників соків і пюре із плодів та ягід (табл. 5). Для натуральних соків допустимі норми забруднення мікроорганізмами становлять $5.0 \cdot 10^4$ КУО в 1 г, кількість збудників псування – не більше 50 КУО в 1 г.

Мікробіологічні показники як контрольного зразку, так і дослідних зразків, були в межах нормативних значень. У жодному із досліджуваних зразків не знайдено БГКП (бактерій групи кишкової

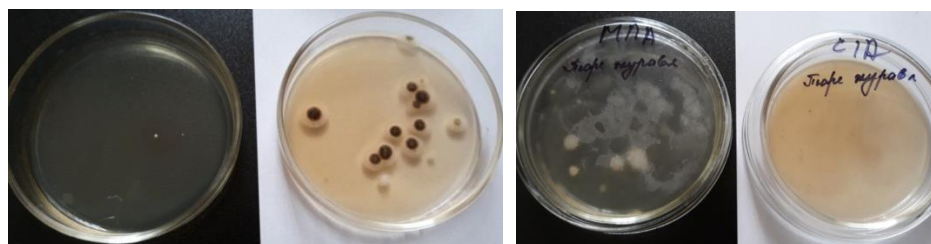
палички, коліформи) та патогенних мікроорганізмів, у тому числі родів *Salmonella* та *Staphylococcus*.

Ріст мікрофлори у дослідних зразках наведено на рис. 2–4.

Отримані результати досліджень свідчать, що наявність у соках і пюре органічних кислот та фенольних сполук гальмує розвиток бактерій. Проте стабільності мікробіологічних показників напівфабрикатів з фруктової сировини (соків і пюре) недостатньо для гарантії мікробіологічної безпеки м'ясних напівфабрикатів, для яких вони будуть використовуватися, оскільки можливе значне забруднення м'яса.



Fig. 2. Growth of bacteria and pathogens on MPA and WA (macro picture – lemon juice)
Рис. 2. Ріст бактерій та збудників псування на МПА й СА (макрокартина – сік лимону)

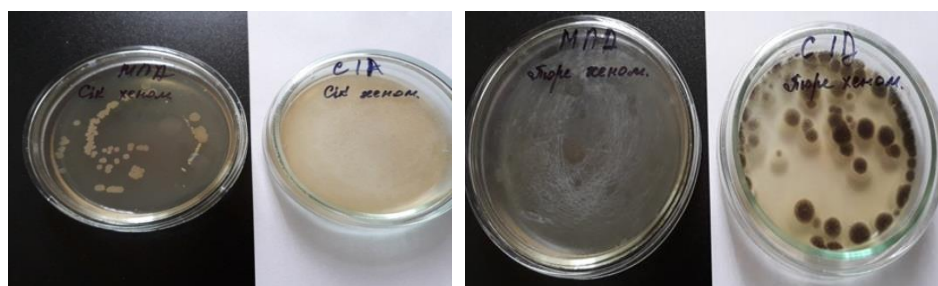


a) sample 1
а) зразок 1

b) sample 2
б) зразок 2

Fig. 3. Growth of bacteria and pathogens on MPA and WA (macro picture – sample № 1 (a) – cranberry juice, sample № 2 (b) – cranberry puree)

Рис. 3. Ріст бактерій та збудників псування на МПА й СА (макрокартина – зразок № 1 (а) – сік журавлини, зразок № 2 (б) – пюре журавлини)



a) sample 3
а) зразок 3

b) sample 4
б) зразок 4

Fig. 4. Growth of bacteria and pathogens on MPA and WA (macro picture – sample № 3 (a) – chaenomeles juice, sample № 4 (b) – chaenomeles puree)

Рис. 4. Ріст бактерій та збудників псування на МПА й СА (макрокартина – зразок № 3 (а) – сік хеномелесу, зразок № 4 (б) – пюре хеномелесу)

У дослідних зразках соку лимону й журавлини було виявлено, хоч і в невеликих кількостях та в межах норми, мікроміцети. За допомогою мікроскопії препаратів встановлено наявність багатоклітинного міцелію та конідіальне спороношення грибів з роду *Aspergillus*, у соку з хеномелесу плісєневих грибів не виявлено. Імовірно, пов'язано це з наявністю у складі хеномелесу хлорогенової кислоти ($C_6H_{18}O_9$), яка має фунгітоксичні властивості.

З'ясовано, що в соках, які рекомендуються для маринування м'ясних напівфабрикатів, кількість МАФАНМ становила $1.3 \cdot 10^2 - 2.7 \cdot 10^2$ КУО в 1 г, що значно нижче встановлених норм, у пробах не виявлені БГКП (бактерії групи кишкової палички), патогенні мікроорганізми, у тому числі роду *Salmonella* та *Staphylococcus*, тому можемо припустити можливість мікробіологічної стабільності готового продукту.

Пюре хеномелесу й журавлини показали різні результати щодо мікробного забруднення бактеріями – відповідно $0.1 \cdot 10^2$ та $3.4 \cdot 10^2$ КУО в 1 г, і грибами – 37 КУО/г та відсутність росту, що, імовірно, пов'язане з наявністю бензойної кислоти у журавлині.

Таким чином, отримані результати мікробіологічних досліджень свідчать, що наявність у соках та пюре органічних кислот гальмує розвиток мікроорганізмів і створює передумови гарантування мікробіологічної безпеки маринадів та м'ясних напівфабрикатів з їх використанням.

Дослідження впливу комплексу органічних кислот маринадів із фруктової сировини на показники безпеки напівфабрикатів із м'ясної сировини. Ефект, що досягається в процесі маринування, полягає не тільки в зменшенні часу теплової обробки, збільшенні виходу готової страви, отриманні нових споживчих характеристик, розширенні асортименту зазначеної групи продукції, але й у консервуючій дії. Позитивним моментом використання маринадів із плодів та ягід є можливість застосування в їх складі різних інгредієнтів, які можна постійно варіювати з урахуванням тенденцій, що виникають і змінюються під впливом ринкових умов.

Технологічні властивості м'яса визначаються хімічним складом та морфологічною будовою, взаємозв'язком цих речовин в окремих структурних компонентах продуктів (клітинах, тканинах) і виявляються за їх технологічної обробки під впливом різних чинників та залежать від: виду,

породи, віку, категорії вгодованості, технології та умов вирощування. Також вони визначаються особливостями хімічного складу; морфологічної будови на макро- (вид м'язів, їх розташування, вид тканин) та мікрорівні (будова тканин: м'язової, жирової, сполучної), розмірно-масовими характеристиками [11–12].

Для покращення технологічних властивостей обраних м'ясних напівфабрикатів застосовували маринування свинини та яловичини соками із лимону, хеномелесу й журавлини. За контрольний зразок було обрано маринування дрібношматкових м'ясних напівфабрикатів розчином оцтової кислоти. Маринування зразків проводили відповідно до рецептури № 412 Збірника рецептур «Шашлик з яловичини, баранини та свинини» [37]. Концентрація відповідної кислоти в маринаді становила 1.0 ± 0.1 %.

Дослідні зразки маринадів готували однією партією. Контрольним зразком був оцет столовий, 9 % виробництва ТМ «КАМА». Підтверджено відсутність мікроорганізмів у столовому оцті, що можна пояснити хімічним походженням продукту та відсутністю поживних речовин для життєдіяльності мікроорганізмів.

Оскільки м'ясо є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, то для визначення впливу обраних маринадів на основі натуральних фруктових соків на показники мікробного забруднення сировини, було досліджено м'ясні напівфабрикати із тазостегнової частини яловичини та свинини без обробляння й через 30 хвилин після маринування у фруктових соках (табл. 6) та у маринадах після маринування (табл. 7).

Через 30 хв після обробляння м'ясних напівфабрикатів із яловичини (експозиція витримування в маринаді обрана за результатами фізико-хімічних та органолептичних показників) відмічена тенденція до зниження в них кількості мікроорганізмів (табл. 6), що підтверджується й працями зарубіжних науковців, які вивчали протимікробний ефект рослинних екстрактів на мікробіоту м'ясних напівфабрикатів [38–40]. Найвищий протимікробний ефект було виявлено при оброблянні зразків м'яса у соках журавлини та хеномелесу. Кількість мікроорганізмів у зразках м'ясних напівфабрикатів із яловичини, що оброблялися у маринаді з оцтом, зменшилася

на 10 % порівняно з початковим журавлини – на 19 %, у зразках зі свинини - на забрудненням, у маринаді з соком лимону – на 7; 11; 33 та 22 % відповідно. 7 %, із соком хеномелесу – на 33 %, із соком

Table 6

Microbiological quality indicators of meat semi-finished products (n=3, p ≤ 0.05)

Таблиця 6

Мікробіологічні показники якості м'ясних напівфабрикатів (n=3, p ≤ 0.05)

Показники, зразки	Норма за ДСТУ 9958	Результати дослідження			
		яловичина		свинина	
		до маринування	після 30 хв у маринадах	до маринування	після 30 хв у маринадах
			9.1x10 ²		1.0·10 ³
МАФАН, КУО/г	1·10 ³				
		9.0·10 ²		1.0·10 ³	
зразок 1- контроль					
зразок 2 (в маринаді з оцтом)			8.1 x 10 ²		9.3·10 ²
зразок 3 (в маринаді з соком лимону)			8.4 x 10 ²		8.9·10 ²
зразок 4 (в маринаді з соком хеномелесу)			6.0 x 10 ²		6.7·10 ²
зразок 5 (в маринаді з соком журавлини)			7.3 x 10 ²		7.8·10 ²
БГКП КУО/ 0.1 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Дріжджі, плісняві гриби КУО/ 1.0 г	не нормується	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у т. ч. роду Salmonella	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, Staphylococcus aureus	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Кількість МАФАНМ як у контрольному зразку, так і у дослідних зразках м'ясних напівфабрикатів, були в межах нормативних показників. У жодному із досліджуваних зразків не знайдено БГКП (коліформи) та патогенних мікроорганізмів, у тому числі родів *Salmonella* та *Staphylococcus* (табл. 7).

Table 7

The results of microbiological studies of marinades 30 minutes after marinating meat semi-finished products (n=3, p ≤ 0.05)

Таблиця 7

Результати мікробіологічних досліджень маринадів до та через 30 хв після маринування м'ясних напівфабрикатів (n=3, p ≤ 0.05)

Показники	Зразки				БГКП, КУО в 0.1	Патогенні мікроорганізми, т. ч. роду <i>Salmonella</i>	Патогенні мікроорганізми, <i>Staphylococcus</i>	Дріжджі, КУО в 1,0 г	Гриби, КУО в 1,0 г
	до маринування	після маринування							
Норма згідно ДСТУ		5.0·10 ⁴			*	*	*	*	50
	яловичина	свинина	яловичина	свинина					
маринад із оцтом	2.0·10 ²	2.8·10 ²	2.6·10 ²	3.1·10 ²	-	-	+	11	
маринад із соком лимону	1.8·10 ²	1.9·10 ²	2.2·10 ²	2.3·10 ²	-	-	-	14	
маринад із соком хеномелесу	1.7·10 ²	1.1·10 ²	1.9·10 ²	1.4·10 ²	-	-	-	-	
маринад із соком журавлини	1.3·10 ²	1.2·10 ²	1.5·10 ²	1.6·10 ²	-	-	-	12	

Примітка * - не допускається, * - не виявлено.

У самих маринадах – як у контрольному зразку з оцтом, так і в зразках із фруктовими соками – через 30 хв маринування, незважаючи на додаткове забруднення їх власною мікрофлорою м'ясних напівфабрикатів, яка була в межах нормативних показників і не перевищувала для яловичини $3.8 \cdot 10^2$ та $5.1 \cdot 10^2$ КУО/г для свинини, кількість мікроорганізмів збільшилася не суттєво. У маринадах, що використовувались для яловичини – на 7–19 %, у маринадах для свинини – відповідно на 15–18 %.

Дослідження показника активної кислотності маринованих напівфабрикатів показали, що у контрольного зразка в маринаді на основі оцтової кислоти рН становить 5.7. У зразку 4 з маринадом на основі журавлини рН найвищий – 5.88. рН, спостерігалось відхилення у лужну сторону на 3.17 % порівняно з контролем. У зразку 3 з маринадом на основі соку хеномелесу активна кислотність показала значення рН 5.58, тобто зсув активної кислотності від значення контрольного зразку у кислий бік – 1.93 %. У зразку 2 з маринадом на основі лимонного соку показник рН маринованих напівфабрикатів був менший за контроль на 1.70 % і становив 5.60.

Отримані результати досліджень свідчать, що наявність у соках і пюре органічних кислот забезпечує мікробіологічну безпеку м'ясних напівфабрикатів. Пояснюється це тим, що органічні кислоти фруктової сировини знижують значення рН середовища, внаслідок чого мікроорганізми втрачають здатність до розмноження або гинуть. У різних кислот властивість знижувати рівень рН різна, залежить вона від розміру молекул, ступеня дисоціації, константи дисоціації: рК–значення рН, за якого кислота функціонує на 50 % як молекулярна форма і на 50 % – як активна, дисоційована форма. Органічні кислоти є слабкими кислотами і лише частково дисоційовані [41]. Більшість органічних кислот, що мають антимікробну активність, мають рК від 3 до 5, а деякі кислоти мають кілька констант, наприклад, бурштинова, лимонна, фумарова, оксалатна [42].

Слід зазначити, що коротколанцюгові кислоти (C_1 - C_7) мають вищу антимікробну активність. Це або прості монокарбонові кислоти, такі як мурашина, оцтова, пропіонова та масляна кислоти, або оксикислоти, такі як молочна, яблучна, винна та лимонна. Коротколанцюгові ненасичені

кислоти, такі як фумарнова та сорбінова кислоти, також мають бактеріостатичний ефект. Потрапляючи всередину клітини, органічні кислоти вивільняють протони, підвищуючи кислотність всередині клітини, що призводить до порушення її обмінних процесів і загибелі [43].

Фракція недисоційованих органічних кислот є ліпофільною, тому вони вільно проникають через мембрани мікроорганізмів, а це в свою чергу спричиняє незворотні наслідки, оскільки органічні кислоти здійснюють протимікробну дію переважно зсередини клітини. Накопичення токсичних аніонів органічних кислот всередині бактеріальної клітини призводить до порушень реплікації бактеріальної ДНК, наслідком цього є пригнічення обміну речовин, а також пригнічення її здатності до розмноження [42].

Науковці доводять, що органічні кислоти мають здатність змінюватися з недисоційованої в дисоційовану форми залежно від рН середовища, що посилює їхній антимікробний ефект. Ключовим основним принципом дії органічних кислот на бактерії є те, що недисоційовані органічні кислоти можуть проникати через стінки клітин бактерій і порушувати нормальну фізіологію певних видів бактерій, які є «чутливими до рН» [43].

Оскільки плодово-ягідна сировина містить різні органічні монокислоти, відмінні за хімічним складом, властивостями, власним спектром мікробної активності, який пов'язаний з певним діапазоном рН, то їхнє поєднання і застосування може привести до синергізму між ними та яскраво вираженого бактеріостатичного чи бактерицидного ефектів.

Враховуючи той факт, що метою застосування нових маринадів є не тільки зменшення мікробного забруднення вихідної сировини, і, відповідно, покращення показників безпеки сировини, але і досягнення оптимального ефекту стосовно тендеризації м'яса та отримання готових м'ясних кулінарних виробів з високими технологічними показниками, то наступним кроком експериментальних досліджень було визначення органолептичних та структурно-механічних показників маринованих напівфабрикатів із свинини та яловичини.

Тазостегнова частина туші характеризується достатнім вмістом сполучної тканини, що обумовлює

використання органічних кислот з метою інтенсифікації процесу денатурації колагену.

Результати органолептичної оцінки всіх зразків свідчать, що м'ясо свинини та яловичини набуває найкращих ознак за маринування в соках хеномелесу та журавлини: воно стає пружним, має приємний смак і аромат, ніжнішу консистенцію. Крім того, наявність антиоксидантних речовин у соках гальмує окиснення міоглобіну та гемоглобіну у процесі переробки

маринованого м'яса, покращує його колір, смак і надає приємні фруктові ноти.

Із метою доведення раціональності використання фруктових соків у маринуванні м'ясної сировини, дослідили їх вплив на функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини.

Результати впливу органічних кислот на показник ніжності м'яса наведено на рис. 7. Визначено, що органічні кислоти фруктових соків позитивно впливають на показник ніжності м'яса.

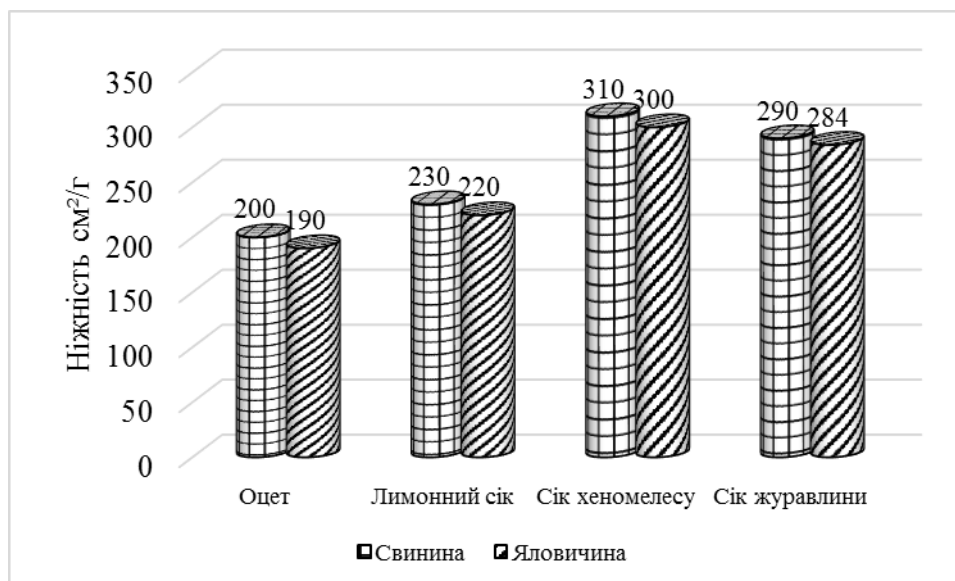


Fig. 7. Change in the tenderness of beef and pork depending on the type of fruit marinade

Рис. 7. Зміна показнику ніжності м'яса яловичини та свинини в залежності від виду плодово-ягідного маринаду

Так, використання соку хеномелесу збільшує ніжність м'яса яловичини на 28 %, свинини – на 30 % порівняно з контрольним зразком, а використання соку журавлини – відповідно на 25 % та 28 % у порівнянні з контрольним зразком. Ніжність м'яса яловичини і свинини за умови використання лимонного соку переважає контрольний зразок на 18 та 20 % відповідно.

Встановлено, що органічні кислоти фруктових соків здатні не лише впливати на розм'якшення м'язових волокон, але й беруть участь в механізмі поглинання та випресовування вологи під час термічної обробки. Здатність білкових речовин утримувати вологу під час теплової обробки впливає, головним чином, на втрати в процесі теплової обробки та вихід готового продукту.

Технологічна схема отримання шашлику передбачає проведення теплової обробки.

Після проведених досліджень способів маринування, який прискорює процес розм'якшення м'язової тканини навіть тазостегнової частини, таке м'ясо краще запікати або готувати на грилі. Нами використано пароконвективне оброблення напівфабрикатів за температури 240 °C протягом 15–20 хв. Дослідження втрат в процесі теплової обробки наведені на рис. 8.

Отримані дані демонструють зменшення втрат при тепловій обробці в зразках, які були оброблені в соках хеномелесу та журавлини. Імовірно, пов'язано це не лише з органічними кислотами, що містяться в досліджуваних соках, а й з наявністю пектинових речовин, які здатні утворювати комплекси з білками, внаслідок чого волога, що була поглинута під час маринування, менше витрачається під час приготування.

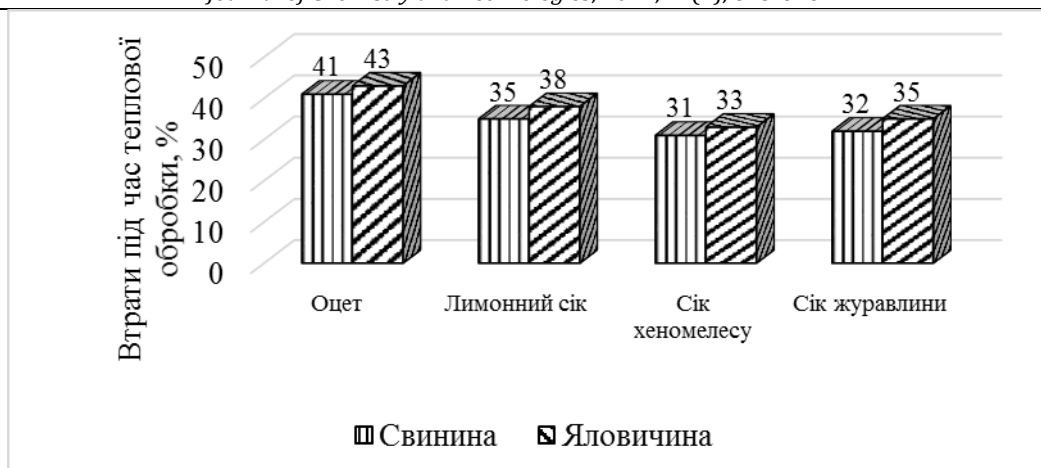


Fig. 8. Changes in losses during heat treatment depending on the type of fruit marinade
Рис. 8. Зміни втрат при тепловій обробці в залежності від виду плодово-ягідного маринаду

Спираючись на отримані дані та дослідження науковців [44] були розроблені маринади для приготування шашлику з м'ясної сировини. Рецептури шашлику з м'ясної сировини з використанням соків з фруктові сировини в якості маринаду наведено у табл. 9.

Враховуючи, що запропоновані рецептури маринадів містять нову сировину, яка має свій смак та аромат, дослідили їх вплив на органолептичні показники готових виробів.

Shashlik recipe based on fruit and berry marinade

Table 9

Таблиця 9

Сировина	Рецептура шашлику на основі фруктового маринаду					
	Контроль		Маринад на основі соку хеномелесу		Маринад на основі соку журавлини	
	брутто, г	нетто, г	брутто, г	нетто, г	брутто, г	нетто, г
Яловичина (товстий край)	216	159	216	159	216	159
Свинина (тазостегнова частина)	173	147	173	147	173	147
Цибуля	30	25	30	25	30	25
Оцет 3%	15	15				
Сік хеномелесу			15	15		
Сік журавлини					15	15
Маса смаженого м'яса		100		110		110

У результаті проведеної органолептичної оцінки встановили, що використання маринадів на основі фруктових соків покращує структурно-механічні властивості м'ясної сировини, розм'якшуючи волокна сполучної тканини, надаючи м'ясним виробам приємні фруктові нотки в ароматі та ніжний післясмак.

Висновки

На основі проведених фізико-хімічних досліджень фруктові сировини підтверджено високі концентрації біологічно активних речовин резистентної дії (органічні кислоти, фенольні й пектинові сполуки та ін.) в її складі. Визначено якісний і кількісний

вміст органічних кислот у рослинній сировині: в плодах лимонів та ягодах журавлини домінує лимонна, а в плодах хеномелесу – яблучна кислота.

Отримані результати мікробіологічних досліджень свідчать, що наявність у соках і пюре органічних кислот гальмує розвиток мікроорганізмів, що дозволяє гарантувати мікробіологічну безпеку маринадів та м'ясних напівфабрикатів. Досліджено вплив фруктових соків на розвиток мікроорганізмів в обробці м'яса свинини і яловичини. Встановлено, що найвищим протимікробним ефектом володіють соки журавлини та хеномелесу. Після оброблення м'ясних напівфабрикатів із яловичини відмічена

тенденція до зниження кількості мікроорганізмів від $0.9 \cdot 10^3$ до $6.0 \cdot 10^2$, а свинини – від $1.0 \cdot 10^3$ до $6.7 \cdot 10^2$ КУО/г відповідно.

Встановлено, що використання органічних кислот у технології харчових продуктів дозволяє не лише знизити мікробне забруднення, а й впливає на такі важливі споживчі властивості, як ніжність сировини, втрати при тепловій обробці. Найкращі показники ніжності сировини та мінімальні втрати при тепловій обробці спостерігаються в процесі використання маринадів на основі соку хеномелесу й журавлини. Наявність антиоксидантних речовин у соках зумовлює

гальмування окиснення міоглобіну та гемоглобіну у процесі переробки маринованого м'яса з яловичини та свинини, покращує його смак і надає приємні фруктові ноти.

Підтверджено доцільність використання соків хеномелесу та журавлини в технології мариновання м'ясної сировини (свинини, яловичини) в процесі приготування шашликів. Впровадження розроблених рецептур шашлику на основі фруктового маринаду дозволить розширити асортимент натуральних маринадів і позитивно вплине на підвищення харчової та біологічної цінності готових виробів.

References

- [1] Khomych, H. P., Tkach, N. I. (2009) [The use of wild raw materials to provide BAR food products : monograph]. Poltava, Ukraine: PUET (in Ukrainian).
- [2] Cherevko, O. I., Peresichnyi, M. I. (2017). [Innovatsiini tekhnologii kharchovoi produktsii funktsionalnoho pryznachennia (Vols. 4)]. Kharkiv, Ukraine: KhDUKhT (in Ukrainian).
- [3] *Marination as a hurdle to microbial pathogens and spoilers in poultry meat products*. <https://www.researchgate.net/publication/365623444>
- [4] Smittle, R. B., Smittle, R. B. (2000). Microbiological safety of mayonnaise, salad dressings, and sauces produced in the United States: a review. *J Food Prot.*; 63(8): 1144-53. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10945595>
- [5] Telezhenko, L.N. (2004). [Scientific basis for the conservation of biologically active substances in fruit and vegetable processing technologies]. (PhD dissertation).
- [6] Sahebkhara, A., Hosseini, M., Sharifan, A. (2020). *Plasma-assisted preservation of breast chicken fillets in essential oils-containing marinades*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820307489>
- [7] Dudenko, N. V., Pavlotska, L. F., Kovalenko, V. O. (2015). [Scientific bases of technology and systematic use of food products with a health-improving effect: monograph]. Kharkiv, Ukraine: KhDUKhT (in Ukrainian).
- [8] Peresichnyi M. I. (2012). [Technology of functional food products: monograph]. (Vols. 2)]. Kyiv, Ukraine: NUKhT (in Ukrainian).
- [9] Khomych, H.P., Kapreliants L.V. (2013). [Phenolic compounds of wild fruits and berries: composition, properties, changes during processing: monograph]. Poltava, Ukraine: PUET (in Ukrainian).
- [10] Khomych, H.P. Oliinyk, L.B., Nakonechna, Yu.H. (2021) Optyimizatsiia tekhnolohichnykh kharakterystyk miasnykh marynovanykh napivfabrykativ. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky*. 25, 127–135 (in Ukrainian).
- [11] Bal-Prylypko, L. V. (2012) [Innovatsiini tekhnologii yakisnykh ta bezpechnykh miasnykh vyrobiv : monohrafiia]. Kyiv : NUBiP (in Ukrainian).
- [12] Tsekhmistrenko, S. I., Tsekhmistrenko O. S. (2014) [Biokhimiia miasa ta miasoproduktiv : navch. Posibnyk], Bila Tserkva (in Ukrainian).
- [13] Shtonda O. A., Pasichnyi V. M. (2019). [Perspektyvy vykorystannia fruktovo-yahidnoi syrovyny u tekhnologii miasnykh naturalnykh napivfabrykativ]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnologii*. Kyiv : NUKhT., 25, 6. 194–200 (in Ukrainian).
- [14] Khomych, H. P., Levchenko Yu. V., Horobets O. M. (2019). [Kompleksna otsinka yakosti sousiv na fruktovo- ovochevii osnovi]. *Naukovyi visnyk PUET: Technical Sciences*, 1 (85), 79-86. Poltava, Ukraine: (in Ukrainian).
- [15] Cavalcanti, R. N. Koshima, C. C., Forster-Carneiro, T. M., Gomes, M. A. Rostagno, J. M. Prado and M. A. A. Meireles, Chapter (2022). *Uses and applications of extracts from natural sources, in natural product extraction: principles and applications (2)* pp. 1-65. <https://pubs.rsc.org/en/content/chapterhtml/2022/bk9781839162640-00001?isb>
- [16] Nykonets, V., Shtonda, O. (2014). [Vykorystannia fruktiv u marynadakh dlia miasnykh napivfabrykativ]. *Prodovolcha industriia APK*. 3, 36 - 38 (in Ukrainian).
- [17] Shtonda, O.A., Bobryshev, E.O. (2017). [Zastosuvannia roslynnykh fermentiv pry vyrobnytstvi marynovanykh miasnykh napivfabrykativ] <https://www.sworld.com.ua/konferua6/97>
- [18] Horobets, O. M. (2017). [Udoskonalennia tekhnologii vyrobiv z drizhdzhovoho tista z vykorystanniam khenomelesu]: dys. ... kand. tekhn. nauk: spets. 05.18.16 / ONAKhT, Odesa (in Ukrainian).
- [19] Peshuk, L. V., Yancheva, M. O., Hashchuk, O. I., Kyrychenko S. H. (2017) [Tekhnolohiia miasoproduktiv iz netradytsiinoi miasnoi syrovyny : pidruchnyk] Nats. un-t kharch. tekhnol., Khark. derzh. un-t kharch. ta torh. Kyiv : TsUL (in Ukrainian).
- [20] Vidal, N.P., Manful, C., Pham, T.H., Wheeler, E., Stewart, P., Keough, D., Thomas, R. (2020). Novel unfiltered beer-based marinades to improve the nutritional quality, safety, and sensory perception of grilled ruminant meats. *Food Chem.*; 302:125326. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31416003/>
- [21] Osaili, T. M., Hasan, F. etc.(2021). *Effect of yogurt-based marinade combined with essential oils on the behavior of Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 and Salmonella spp. in camel meat chunks during storage*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33640573>
- [22] Lytoui, A. E., Tzortzinis, K., etc. (2019). Investigating the influence of organic acid marinades, storage temperature and time on the survival/inactivation interface of Salmonella on chicken breast fillets.

- International Journal of Food Microbiology*, 299, 47–57. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30953995>
- [23] Jinapab S., Hasnola N. D. S., Sannya M. etc. (2018). Effect of organic acid ingredients in marinades containing different types of sugar on the formation of heterocyclic amines in grilled chicken. *Food Control*, 84, 478–484.
- [24] Peshuk L. V., Ishchenko V. M., Shtyk I. I., Ivanova T. M. (2016). *Ukraine Patent No. 110564*.
- [25] Peshuk, L. V., Ishchenko, V.M., Shtyk, I.I., Ivanova, T. M., (2014) Vykorystannia marynadiv na osnovi kharchovykh kyslot dlia pryhotuvannia napivfabrykativ z miasa dykoho kabana. *Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S.Z. Gzhytskoho*. 16(2), 4, 164–170 (in Ukrainian).
- [26] Peshuk, L. V., Shtyk, I. I., Halenko, O. O., Derkach, A. O., Lypka Kh. V (2015). *Ukraine Patent No. 101493*, Kyiv, Ukraine. Ukrainian Institute of Industrial Property.
- [27] Rublyk, Yu., Oliinyk, L.B. Udoskonalennia tekhnologii marynovanykh napivfabrykativ z ptytsi. <http://www.dspace.puet.edu.ua/bitstream>.
- [28] Khomych, H. P., Levchenko, Yu. V., Borodai, A. B., Haivoronska, Z. M., Bondarchuk, V. S. (2020). Vykorystannia fruktovykh sokiv u tekhnologii marynovannia moreproduktiv. *Zbirnyk «Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli»*, 1(96), 22–29 (in Ukrainian).
- [29] State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy of Ukraine. (2010). [*National standardizationbasic principles*]. (Aiva svizha : DSTU 7023-2009). Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [30] State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy of Ukraine. (2008). [*National standardizationbasic principles*]. (Zhuravlyna svizha DSTU 5035:2008). Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [31] State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy of Ukraine. (2008). [*National standardizationbasic principles*]. (Frukty tsytusovi. EՅK OON FFV-14:2004, IDT DSTU EՅK OON FFV-14:2007). Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [32] Voitsekhivska, O. V., Sytar, O. V., Taran, N.Yu. (2015). Fenolni spoluky: riznomanittia, biolohichna aktyvnist, perspektyvy zastosuvannia. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Biolohiia*. 1, 104–119 (in Ukrainian).
- [33] Raksha-Sliusareva O.A. (2010). [*Pidkhody do otsinky yakosti kharchovykh dobavok, spriamovanykh na korektsiiu kharchuvannia y rehuliatytsiiu system orhanizmu: monohrafiia*]. Donetsk, DonNUET, (in Ukrainian).
- [34] Rudavska, H. B., Demkevych, L. I. (2015). [*Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv: pidruchnyk*]. Kyiv : NUKhT, (in Ukrainian).
- [35] Serdiuk, M. Ye., Baibierova, S.S. (2016). Vplyv abiotychnykh faktoriv na rozvytok fiziolohichnykh rozladiv ta mikrobiolohichnykh zakhvoriuvan pid chas kholodylnoho zberihannia plodiv yabluni / *Pratsi Tavriiskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnoho universytetu*. Tekhnichni nauky. 16(1), 192–203. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptdau_2016_16_1_30
- [36] Park, S., Szonyi, B., Gautam, R., Nightingale, K., Anciso, J., Ivanek R., Park, S., et al. (2012). Risk factors for microbial contamination in fruits and vegetables at the preharvest level: a systematic review. *J Food Prot. Nov*, 75(11), 2055-81. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23127717/>
- [37] Shalyminov, O.V. (2016). Zbirnyk retseptur natsionalnykh strav ta kulinarnykh vyrobiv, 992, (in Ukrainian).
- [38] Effect of Essential Oils and Vacuum Packaging on Spoilage-Causing Microorganisms of Marinated Camel Meat during Storage (2021). <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/12/2980>
- [39] Pinto de Rezende L, Barbosa, J.B., Gomes, A.M., Silva, A.M., Correia, D.F., Teixeira, P., Pinto de Rezende L, et al. (2022). Inhibition of Several Bacterial Species Isolated from Squid and Shrimp Skewers by Different Natural Edible Compounds. *Foods*. 6;11(5), 757. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/5/757>
- [40] Osaili, T.M., Hasan F., Dhanasekaran D.K., Obaid R.S., Al-Nabulsi A.A., Ayyash M., Karam L., Savvaidis I.N., Holley, R.M., Osaili T.M. et al. (2021). Effect of active essential oils added to chicken tawook on the behaviour of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157:H7 during storage. *Int J Food Microbiol*. 16; 337: 108947. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160520304414>
- [41] Yevlash V. V., Torianyk O. I., Kovalenko V. O., ta in. (2016). [*Kharchova khimiia: navch. posibnyk*]. (Vols. 2).], Kharkiv, (in Ukrainian).
- [42] Skorobohaty, Ya.P., Huzii, A.V., Zaverukha, O.M. (2020). [*Kharchova khimiia : Navchalnyi posibnyk*]. Lviv, (in Ukrainian).
- [43] Damodaran, Sh., Parkyn, K. L., Fennema, O. R. (2020). [*Khymyia pyshchevykh produktov*] (Vols. 4).], Sankt-Peterburh, (in Russian).
- [44] Peshuk, L. V., Ivanova, T. M. (2015) Analiz sposobiv termichnoho obroblennia na yakisni pokaznyky miasoproduktiv spetsialnoho pryznachennia *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho*. 17, 4(64). 96–100, Lviv, (in Ukrainian).