

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва
Кафедра харчових технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
магістр

на тему: «**ВИКОРИСТАННЯ СУБКРИТИЧНИХ ВОДНИХ ЕКСТРАКТІВ**
ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВОК З МЕТОЮ УПОВІЛЬНЕННЯ
ОКИСЛЕННЯ ЛІПІДІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ПОДРІБНЕНОГО
КУРЯЧОГО М'ЯСА»

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Технологія виробництва і переробки
продукції тваринництва
спеціальності 204 Технологія виробництва і
переробки продукції тваринництва
ступеня вищої освіти магістр
групи 204ТВППТ мд
Ігор ЛИСЕНКО
Керівник: д.т.н., проф. Валерій СУКМАНОВ
Рецензент: д.т.н., Анатолій ПОЛІЩУК
завідувач кафедри Технології виробництва
продукції тваринництва, ПДАУ

Полтава – 2021 року

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Виноградні вичавки як джерело антиоксидантів	10
1.2. Окислювальні процеси при зберіганні курячого м'яса	11
1.3. Якість м'ясних продуктів та використання антиоксидантів	12
1.4. Механізм дії природніх антиоксидантів	14
1.5. Сучасні методи екстрагування природніх антиоксидантів з рослинної сировини	15
1.6. Особливості екстрагування БАР субкритичною водою	17
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	23
2.1. Організація виконання досліджень	23
2.2. Експериментальне обладнання для екстракції субкритичною водою	24
2.3. Використані матеріали	25
2.4. Приготування виноградних екстрактів у середовищі субкритичної води	26
2.5. Вимірювання загального вмісту фенолу	26
2.6. Приготування зразків курячого м'яса	27
2.7. Методики аналітичних досліджень	27
2.7.1. Методика визначення реактивних речовин з тіобарбітурової кислотою (TBARS)	27
2.7.2. Методика визначення кислотності рН	28
2.7.3. Методика інструментального визначення коліру	28
2.7.4. Методика одержання сенсорних оцінок	29
2.8. Обробка результатів експериментальних досліджень	31
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	32

3.1. Визначення раціональних параметрів екстрагування біологічно активних речовин з виноградних вичавок	32
3.2. Загальний вміст фенолу	35
3.3. Дослідження вмісту реакційних речовин тіобарбітурової кислоти (TBARS)	36
3.4. Дослідження зміни кислотності рН у зразках при їх тривалому зберіганні	41
3.5. Дослідження коліру зразків	41
3.6. Сенсорна оцінка досліджуваних зразків	45
3.7. Соціально-економічна ефективність впровадження результатів досліджень	49
ВИСНОВКИ	53
ПРОПОЗИЦІЇ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

ВСТУП

За даними аналітичного агентства Index Mundi [1] у 2020 році в Україні вироблено 1,3 млн тонн курятини, що дозволило зайняти 15 позицію в рейтингу світових виробників м'яса птиці. Світовим лідером з виробництва курятини залишаються США із обсягом виробництва 20,3 млн тонн курятини. Друге місце зайняв Китай - 15 млн тонн курятини, третє — Бразилія, 14,1 млн тонн м'яса птиці. Слід зазначити, що темпи зростання виробництва м'яса птиці постійно зростають. Зростають і вимоги до якості харових продуктів, вироблених із м'яса птиці, і в першу чергу – вимоги до уповільнення окислення ліпідів при зберіганні курячого м'яса.

В сучасному світовому суспільстві навколишнє середовище містить велику кількість антропогенних, у тому числі мутагенних та тератогенних факторів. Як наслідок – так званий «оксидативний стрес»: окисне пошкодження біологічних молекул, що в основному генерується вільними радикалами. Виникають ланцюгові вільнорадикальні реакції, збільшується активність окисних ферментів та збільшується концентрація пероксидних ліпідів у плазмі крові. Перелік патологічних станів та хвороб, що виникають на фоні збільшення вмісту вільних радикалів, достатньо великий.

Попередити негативний вплив факторів навколишнього середовища на здоров'я населення можливо при резистентності, активності імунних та відновних процесів. І основна роль в успішній реалізації цих процесів покладається сьогодні на продукти харчування, збагачені біологічно активними речовинами (БАР) - хімічними речовинами, що володіють високою фізіологічною активністю, по відношенню до людини, при невеликих концентраціях; речовинами, які раніше не присутні в продуктах повсякденного харчування і використовуються для додаткового збагачення в процесі їх виробництва

БАР із рослинної сировини мають антиоксидантні властивості та ефективно зв'язують вільні радикали. Даний клас сполук незамінний в технології харчового виробництва завдяки антиоксидантної активності

антиоксидантів по відношенню до ліпідів. Як правило, при виробництві їжі в процесі зберігання і обробки сировини відбувається істотна втрата антиоксидантів, що веде до обмеження їх власного захисту проти окислення ліпідів і сприяє прискореній псуванню продуктів. Відома важлива роль групи антиоксидантів по відношенню до збереження людського здоров'я, що стимулювало інтерес до спеціальних продуктів з додаванням антиоксидантів.

Пошук екологічно безпечних методів і процесів екстракції біологічно значущих сполук рослинного походження є сьогодні одним з пріоритетних напрямків харчової промисловості всіх країн. Від ефективності, повноти вилучення БАР з антиоксидантною активністю залежить ступінь чистоти і собівартість одержуваних продуктів.

У результаті переробки винограду утворюється до 20% відходів - виноградних вичавок (ВВ), що складаються із гребенів, шкірки, кісточок і залишків м'якоті. Дана сировина є важливим джерелом вітамінів, мінеральних солей, водорозчинних цукрів, органічних кислот, пектинових речовин. Завдяки унікальним властивостям комплексу БАР ВВ, вони використовуються при виробництві екстрактів, які є сильними антиоксидантами, та яким притаманні антибактеріальні, ангінопротекторні, протизапальні властивості.

Вищенаведені обставини обґрунтовують актуальність проведення роботи, спрямованої на дослідження впливу додавання екстрактів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара (*Vitis Labrusca L.*) на окислення ліпідів та споживчі якості сирого і приготованого курячого м'яса, яке було запаковано у вакуумну упаковку і зберігається при -18 °С дев'ять місяців.

Мета даного дослідження - оцінка впливу додавання екстрактів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара (*Vitis Labrusca L.*) на окислення ліпідів, інструментальний колір, рН і сенсорні властивості сирого і приготованого курячого м'яса, яке було запаковано у вакуумну упаковку і зберігається при -18 °С дев'ять місяців.

Задля досягнення даної мети нами були сформульовані наступні **завдання дослідження**:

- проєсти аналіз науково-технічної інформації з проблеми дослідження;
- вибрати і обґрунтувати методики досліджень та необхідного експериментального обладнання;
- провести експериментальні дослідження з метою визначення раціональних параметрів процесу вилучення цільових компонентів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара;
- дослідити вплив використання екстрактів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара на уповільнення процесів окислення ліпідів при тривалому зберіганні курячого м'яса;
- дослідити вміст загальних фенолів як антиоксиданта, вміст реакційних речовин тіобарбітурової кислоти, вмісту споживних властивостей вироблених м'ясопродуктів при їх зберіганні;
- дослідити зміни кислотності рН у зразках при їх тривалому зберіганні;
- дослідити зміну коліру зразків при їх тривалому зберіганні;
- провести сенсорну оцінку досліджуваних зразків;
- розрахувати соціально-економічну ефективність впровадження результатів досліджень.

Об'єкт досліджень – кінетика окислювальних процесів при тривалому зберіганні у сирому курячому м'ясі та фрікаделек, виготовлених з нього при додаванні екстрактів з вичавок винограду, отриманих при субкритичному екстрагуванні водою.

Предмет дослідження – властивості субкритичних екстрактів, антиоксидантні властивості, показники кислотності, реакційні речовини тіобарбітурової кислоти, коліру, органолептичні показники зразків вареного курячого м'яса, обробленого екстрактами з ВВ.

Практичне значення дослідження. Результати досліджень можуть бути використані м'ясопереробними підприємствами та дозволить виготовляти продукцію з підвищеними споживними властивостями та збільшити терміни її зберігання.

Обсяг та структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку інформаційних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 63 сторінку комп'ютерного тексту. У тексті кваліфікаційної роботи розміщено 12 таблиць; 8 рисунків; перелік використаних інформаційних джерел містить 64 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Виноградні вичавки як джерело антиоксидантів

У результаті переробки винограду утворюється до 20% відходів, що призводить до збільшення собівартості продукції. Особливо багато накопичується вторинної сировини – ВВ [2]. Вміст та вихід вичавок залежить від способу переробки винограду, його сортових особливостей та ступіню віджиму соку. Вихід вичавок (із гребенями) при використанні у технологічній схемі пресів безперервної дії у середньому складає 13%, гідравлічних – 17%, гвинтових – до 21%.

Вичавки складаються на 37...39% (від загальної маси) із шкірки; 15...34% – із частин м'якоті, 1,0 - 3,3% – із залишків гребенів; 23...39% – із насіння. Вихідна вологість вичавок залежить від якості віджиму та коливається від 50 до 60% [3].

Найбільший інтерес із біологічно активних речовин у ВВ представляють поліфенольні сполуки (таніно-катехиновий комплекс). Гігієнічні та лікувальні властивості поліфенолів як біологічно активних сполук винограду, визначаються в основному антиоксидантною, антимуtagenною, антибактеріальною, Р-вітамінною активностями поліфенолів винограду [3, 4].

Поліфеноли винограду, зосереджені в його шкірці, кісточках і гребенях виноградного грона та мають гігієнічні і лікувальні властивості, які визначаються в основному антиоксидантною, антимуtagenною, антибактеріальною, Р-вітамінною активностями, тобто мають комплексну біологічну активність. Технологічний запас поліфенолів винограду в Україні перевищує 500 тонн сумарних поліфенолів в рік.

Поліфеноли винограду в нативному вигляді є в основному флавоноїди - погано розчинні у воді, в звичайному її стані, речовини. При цьому їх розподіл в ВВ становить: 12-20% в шкірці винограду, 1% в м'якоті, 60% в насінні, 19-24 в гребенях виноградної грони [5].

Поліфенольний комплекс представлений феноловими кислотами, флаваноїдами, дубильними речовинами, проантоціанидами, стилбенами. Оскільки експериментально було доведено, що продуктам, які містять сумарні поліфеноли винограду, властивий синергізм антиоксидантної активності [5], то очевидно, що при створенні біологічно активних продуктів з винограду кращим є отримання сумарних поліфенолів, розчинених в рідкій фазі [4 - 7].

1.2. Окислювальні процеси при зберіганні курячого м'яса

Зростання вимог до системи харчування та якості в харчових продуктів, що виникли в результаті розвитку суспільства в останні десятиліття, спонукали людей шукати доступні і більш здорові продукти з задовільним смаком і приємним зовнішнім виглядом. Таким чином, харчова промисловість постійно прагне адаптувати і розробляти нові рецептури, призначені для збільшення терміну зберігання та поліпшення якості і безпеки харчових продуктів.

Куряче м'ясо, особливо його промислові продукти, представляє серйозні проблеми при переробці та зберіганні. Ненасичені ліпіди, тонке подрібнення, включення повітря, гемових пігментів, контакт з металами і висока температура під час обробки сприяють окисленню ліпідів [6-9]. Після мікробного розкладання окислення ліпідів є основним процесом, який призводить до втрати якості харчової продукції [10]. Окислення ліпідів призводить до утворення небажаних продуктів з сенсорної точки зору, що робить їжу непридатною для вживання. Крім того, окислення ліпідів викликає розкладання жиророзчинних вітамінів і незамінних жирних кислот і порушує цілісність і безпеку харчових продуктів за рахунок утворення потенційно токсичних сполук [11], наприклад, малонового альдегіду (МДА).

Намагаючись контролювати цей процес, харчова промисловість використовує синтетичні добавки з антиоксидантними властивостями. Однак через повідомлення про можливі токсичні ефекти синтетичних антиоксидантів і зростаючих вимог споживачів до натуральних продуктів і користі для

здоров'я, зріс інтерес до альтернативних методів уповільнення окислення ліпідів в харчових продуктах, таким як використання природних антиоксидантів. Ці методи включають використання екстрактів спецій [12], фруктові соки [13], екстракти чаю [14], екстракти насіння [15] та інші.

Залишки виноробної промисловості становлять приблизно 30% від загального обсягу винограду, використаного для виробництва вина. Ці побічні продукти, такі як насіння і шкірка, багаті фенольними сполуками, які відповідають за їх високу антиоксидантну активність [16].

Флавоноли є найбільш поширеними фенольними сполуками в виноградній шкірці, тоді як виноградні кісточки багаті флаван-3-олом [17]. Згідно роботи [18], екстракти виноградних вичавок (суміш насіння і шкірки) сортів Ізабель і Ніагара показали значну кількість загальних фенольних сполук, що складаються з флавоноїдів, катехіну і епікатехіну в якості основних сполук. Крім того, екстракти обох сортів мають високу антиоксидантну активність *in vitro*, що було визначено методами вимірювання уловлювання вільних радикалів DPPH і пригнічення перекисного окислення ліпідів. Використання ВВ в якості природного антиоксиданту в харчовій промисловості дозволяє не тільки знизити вплив утилізації вторинної сировини та відходів на навколишнє середовище, але і підвищити коефіцієнт використання харчових продуктів, привернула значну увагу фахівців [19-22].

Таким чином, дослідження для оцінки потенційного використання ВВ в якості природних антиоксидантів при переробці м'яса птиці є актуальним [23-26].

1.3. Якість м'ясних продуктів та використання антиоксидантів

Якісні характеристики м'ясних продуктів погіршуються через окислення ліпідів під час обробки і зберігання. Окислення ліпідів відповідає за утворення продуктів первинного і вторинного окислення, зниження поживної цінності, а також зміну смаку [27], що може викликати небезпеку для здоров'я і економічні втрати з точки зору низької якості продукту [14]. Окислення ліпідів

- досить складний процес, при якому фракція ненасичених жирних кислот мембранних фосфоліпідів окислюється і утворюються гідропероксиди, які в подальшому схильні до окислення або розкладанню до вторинних продуктів окислення, таких як коротколанцюгові альдегіди, кетони та інші окислені сполуки, які можуть негативно вплинути на загальну якість і прийнятність м'яса і м'ясних продуктів.

Антиоксиданти - це сполуки, які здатні віддавати водневi (H^\bullet) радикали [28] для спарювання з іншими доступними вільними радикалами, щоб запобігти реакцію поширення під час процесу окислення. Це ефективно зводить до мінімуму згіркlostі, уповільнює окислення ліпідів без якого-небудь збитку сенсорним або поживним властивостям, в результаті чого зберігається якість і термін придатності м'ясних продуктів. Однак в живих м'язах є внутрішні чинники, що запобігають окислення ліпідів. Ці фактори часто губляться після забою під час перетворення м'язів в м'ясо, первинної/вторинної обробки, обробки або зберігання м'ясних продуктів, що вимагає використання додаткових добавок зовнішніх антиоксидантів [29].

З цієї причини синтетичні антиоксиданти, такі як бутильований гідрокситолуол (ВНТ), широко використовувалися для затримки, уповільнення або запобігання окислення ліпідів шляхом уловлювання пероксильних радикалів, які несуть ланцюг, або гальмування утворення вільних радикалів.

На даний час, через побоювання з приводу безпеки цих синтетичних сполук, проводиться велика робота з пошуку нових природних сполук, які сповільняють окислительное розкладання ліпідів, покращують якість і підтримують поживну цінність харчових продуктів [30, 31]. Таким чином, природні антиоксиданти мають більший потенціал застосування в м'ясній промисловості через їх сприйняття для споживачів в порівнянні з синтетичними антиоксидантами.

1.4. Механізм дії природних антиоксидантів

Протягом останніх декількох років виник великий інтерес до природних антиоксидантів через посилення негативної уваги, що приділяється синтетичним антиоксидантів, а також з-за всесвітньої тенденції уникати або мінімізувати використання штучних (синтетичних) харчових добавок. Дослідження природних антиоксидантів також збільшилися в останні роки; ці антиоксиданти можна знайти в будь-якій частині рослини, наприклад в зернах, фруктах, горіхах, насінні, листі, коренях, шкірка і корі. Більшість природних антиоксидантів - це фенольні сполуки, найбільш важливими з яких є токофероли, флавоноїди і фенольні кислоти. Всі вони зазвичай є загальними для всіх рослинних джерел. Їх додають в найрізноманітніші продукти, щоб запобігти або уповільнити окислення ліпідів.

Фенольні смоли, присутні в природних антиоксидантів, мають сильну H^{\bullet} -донорську активність [32] або мають високу здатність поглинати радикали. Основними антиоксидантними фенольними сполуками є: фенольні кислоти, фенольні дітерпени, флавоноїди і ефірні масла. Деякі фенольні сполуки запобігають утворенню вільних радикалів і поширення активних форм кисню (ROS), тоді як інші видаляють вільні радикали і хелатні прооксиданти (перехідні метали) [32]. Фенольні кислоти вловлюють вільні радикали; флавоноїди вловлюють вільні радикали і хелатируючи метали (Fe^{2+} , Fe^{3+} і Cu^{2+}) також. Антиоксидантний потенціал цих природних сполук (фенолів) залежить від їх структури скелета і структури функціональних груп в цьому кістяку [33]. Наприклад, кількість і розташування вільних гідроксильних (-ОН) груп на флавоноїдного скелеті визначають потенціал уловлювання вільних радикалів. Присутність декількох груп -ОН та орто-3,4-дигідрокси-структур підсилює антиоксидантний потенціал фенольних сполук рослинного походження. Полімерні структури (що містять більше -ОН-груп) мають великий антиоксидантним потенціалом [34], тоді як глікозилювання функціональних груп (відновлення -ОН груп) зазвичай знижує антиоксидантну ефективність. Пігменти рослинного походження (антоціани і

продукти їх гідролізу, антоціаніндіни) також містять групи -ОН, які можуть віддавати H^{\bullet} і, таким чином, мають антиоксидантні властивості. Деякі фенольні сполуки також містять віцінальние групи -ОН, приєднані до ароматичного кільця. Ці фенольні сполуки віддають H^{\bullet} , а також віціналь групи -ОН, які можуть хелатувати метали, таким чином запобігаючи окислення більш ніж одним способом. Цей тип природних антиоксидантів (наприклад, карнозінова кислота) має в кілька разів більшу антиоксидантну активність, ніж ВНА і ВНТ, тому що останні не мають віцінальних груп -ОН, таким чином, не хелатуючи метали, а антиоксидантні властивості залежать тільки від механізму донорства H^{\bullet} .

1.5. Сучасні методи екстрагування природних антиоксидантів з рослинної сировини

Витяг біологічно активних речовин, в тому числі і антиоксидантів, з рослинних матеріалів в екстрагент є основною стадією отримання екстрактів. Від ефективності вилучення БАР залежить ступінь чистоти одержуваного продукту, його якість і собівартість. У зв'язку з цим, аналіз, пошук сучасних, ефективних методів вилучення біоактивних речовин представляє безперечний як теоретичний, так і практичний інтерес. Однією з проблем є неповнота вилучення діючої речовини, що призводить до нераціонального використання сировини.

Всі існуючі методи виділення біоактивних речовин з рослин можна розділити на екстракційний і дистиляційні, вибір методу визначається в першу чергу властивостями сполук, що виділяються. Найбільш широко застосовуються екстракційні методи описані в роботах [35-41]. До них відносяться такі, як метод мацерації, або настоювання, ремацераційні методи, метод перколяції, метод Сокслета.

Мацерація проста у виконанні, не вимагає дорогого устаткування [35-41]. Однак при мацерації діючі речовини витягуються в повному обсязі; процес тривалий за часом, тому що швидкість дифузійного процесу невелика;

в витягах завищений вміст баластних речовин (високомолекулярні сполуки, пектини, слизу, білки та ін.).

Перколяції являє собою безперервну фільтрацію матеріалу екстрагентів, в результаті якої відбувається проціджування екстрагента крізь шар сировини [35-41]. Як і мацерація, цей метод застосовується для невеликих обсягів рослинної сировини. Розміри частинок матеріалу зазвичай складають 0,2 - 3 мм.

Ефективним і добре розробленим методом є метод Сокслета, який перевершує по продуктивності інші традиційні методи екстрагування, за винятком вилучення термолабільних сполук [39]. Огляд методів Сокслет - екстрагування твердих матеріалів наведено в роботі [39].

Сокслет-екстрагування сильно залежить від матричних характеристик і розміру частки. Для вилучення всього жиру з олійного насіння за 2 години екстрагування ефективність процесу складе 99% при розмірі частинок 0,4 мм, в той час як для отримання необхідної ефективності для частинок розміром 0,2 мм необхідно 12 годин. Під час Сокслет - екстрагування розчинник, як правило, відновлюється при випаровуванні. Екстрагування і температура випаровування роблять значний вплив на якість кінцевого продукту [38, 39].

Головними недоліками традиційного Сокслет - екстрагування є: тривалий час екстрагування; велика кількість використовуваного розчинника; Сучасні інтенсивні методи екстрагування. До сучасних інтенсивних методів екстрагування можна віднести наступні: модифікована рідинна екстракція (ЖЕМ), надкритична флюїдна екстракція, субкритичної екстракції водою, ультразвукова екстракція. ЖЕМ - це процес вилучення в системі тверде тіло - рідина, який протікає при підвищених температурах від 50 до 2000С і тиску від 10 до 15 МПа. Екстракцію проводять під тиском, щоб підтримати модифікатор в рідкому стані при високій температурі. Розчинник при цьому залишається нижче його критичного стану. Підвищення температури підсилює кінетику екстрагування, а підвищений тиск утримує розчинник в рідкому стані. Високий тиск дозволяє швидше отримувати сполуки з

заповненої клітини, а підвищення температури покращує дифузію розчинника, що призводить до інтенсифікації екстрагування [38-40].

Інтенсивно розвивається метод субкритичного екстракції водою [42]. З огляду на, що водні настої і відвари є найбільш фізіологічними лікарськими формами для організму людини, слід визнати перспективність цього напрямку. Особливий інтерес до води викликаний її унікальною здатністю змінювати свої фізико-хімічні параметри, такі як діелектрична проникність, в'язкість, теплоємність, коефіцієнт дифузії і щільність в залежності від тиску і температури. Вода в цих умовах веде себе подібно полярному органічному розчиннику. Принципова відмінність цієї технології від наявних в даний час сверхкритической флюидной CO₂ екстракції, екстракції зрідженими газами - використання властивостей води як середовища для розчинення і екстракції органічної речовини, що знаходиться в рослинному матеріалі з одного боку, і, що дуже важливо, використання води одночасно як реагенту в хімічній реакції, що відбувається в середовищі, хімічні властивості якої справляються температурою, тиском і каталізаторами.

Перспективні методи інтенсифікації екстракційного процесу. В даний час спостерігається розвиток ряду методів, спрямованих на інтенсифікацію вилучення речовин. До них можна віднести електроімпульсний метод обробки матеріалу, що екстрагується, магнітоімпульсний, відцентрову екстракцію і екстракцію в умовах дії мікрохвильового поля.

Аналіз сучасних методів екстрагування антиоксидантів дозволив нам стверджувати, що найбільш перспективним є метод екстрагування у середовищі субкритичної води.

1.6. Особливості екстрагування БАР субкритичною водою

Вода має хімічні та фізичні властивості такі, як ніякий інший розчинник [42, 43]. При температурі навколишнього середовища, вода є полярною рідиною, яка дисоціює на іон гідроксонію (H₃O⁺) і гідроксид-іона (OH⁻), як описано його константою дисоціації (K_d), яка становить від $1,0 \times 10^{-14}$ при 25

°С. Ця дисоціація зазвичай описується як "самостійна іонізація води" [42], рівняння 1.1:

$$K_w = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} \quad (1.1)$$

Крім того, вода має надзвичайно високу відносну діелектричну проникність, статична ϵ_r , (до 80) при температурі 20 °С. Це означає, що вода створює електростатичні зв'язки з іншими молекулами, тим самим зменшуючи або усуваючи міжмолекулярні взаємодії між іонами. Іншими словами, вода дуже добре розчиняє сіль. Відносна статична діелектрична проникність (ϵ_r) може бути виміряна за допомогою конденсатора, та описана залежністю, яка б пов'язала ємність в вакуумі (C_0) до ємності в рідині (C_x) (рівняння 1.2):

$$\epsilon_r = C_0 / C_x \quad (1.2)$$

Величина π^* так само як ϵ_r визначається експериментально. Обидва параметри, ϵ_r і π^* , відносно великі для рідкої води за умов навколишнього середовища, та вони зменшуються зі збільшенням температури.

Вода з великим значенням ϵ_r також має високий дипольний момент (1,85 D), в той час як n-гексан з ϵ_r 1,9 при температурі 20 °С має нульовий дипольний момент D 27. Проте, ϵ_r не слід плутати з дипольним моментом молекули. Наприклад, дихлорметан при 20 °С має відносно низьку ϵ_r (9,1), в той час як його дипольний момент досить високий (1,60 D), що також вірно для етилацетату ($\epsilon_r = 6,0$, 1,78 D).

Високий дипольний момент води можна пояснити високою електронегативністю кисню в порівнянні з воднем та меншим кутом між зв'язками O-H (104,5°) в порівнянні з типовим тетраедричним кутом 109°. Такий розподіл заряду призводить до міжмолекулярної взаємодії між молекулами води, а також з іншими дипольними молекулами (тобто, так

званий водневих зв'язків). Вода має високу здатність до утворення водневих зв'язків, що призводить до дуже високої питомої теплоємності ($C_{p,m}$ 75,3 Дж моль⁻¹ К⁻¹, ізобарна, молярна, при 25 °С) і високої теплоти пароутворення (H_v 40,7 кДж/моль при 100 °С) (табл. 1.1) [42].

Таблиця 1.1

Хімічні та фізичні властивості рідкої води при різних температурах і тисках насичення [42]

Властивість	T = 298 K (25 °C, 0,1 МПа)	T = 373 K (100 °C, 0,1 МПа)	T = 473 K (200 °C, 1,5 МПа)	T = 623 K (350 °C, 17 МПа)
Константа дисоціації, K_d	$1,0 \times 10^{-14}$	$5,6 \times 10^{-13}$	$4,9 \times 10^{-12}$	$1,2 \times 10^{-12}$
pK_d	13.99	12.25	11.31	11.92
Відносна статична діелектрична проникність, ϵ_r	78,5	55,4	34,8	14,1
Дипольний момент	1,85	1,85	1,85	1,85
Питома теплоємність, C_p , (г ⁻¹ К ⁻¹)	4,18	4,22	4,51	10,1
Теплота пароутворення, H_v (кДж/моль)	44,0	40,7	35,0	15,6
Густина (г/см ³)	0,997	0,958	0,865	0,579
Динамічна в'язкість, η (мПа с)	0,891	0,282	0,134	0,067
Поверхневий натяг (дин/см)	72,0	58,9	37,6	3,7
Коефіцієнт самодифузії, D (м ² /с)	$2,3 \times 10^{-9}$	$8,6 \times 10^{-9}$	$23,8 \times 10^{-9}$	-

Найбільш важливим фізико-хімічним параметром, який визначає можливості води як розчинника для екстракції БАР є відносна діелектрична проникність. Залежність діелектричної проникності від температури - це унікальна властивість води. Вода при кімнатній температурі - дуже полярний

розчинник з діелектричною проникністю ϵ близько 80 при атмосферному тиску. (*Полярний розчинник* - сполуки, молекули яких мають електричний дипольний момент). Для полярних речовин, в порівнянні з неполярними, характерні висока діелектрична проникність, підвищені температура кипіння і температура плавлення. Дипольний момент зазвичай виникає внаслідок різної електронегативності складових молекулу атомів, через що зв'язки в молекулі набувають полярність. Однак, для утворення дипольного моменту потрібно не тільки полярність зв'язків, а й відповідне їх розташування в просторі). Значення діелектричної проникності ϵ може бути зменшено, наприклад до 27, коли вода нагрівається до 250 °С за умови підтримування її в рідкому стані відповідним тиском (рис. 1.1).

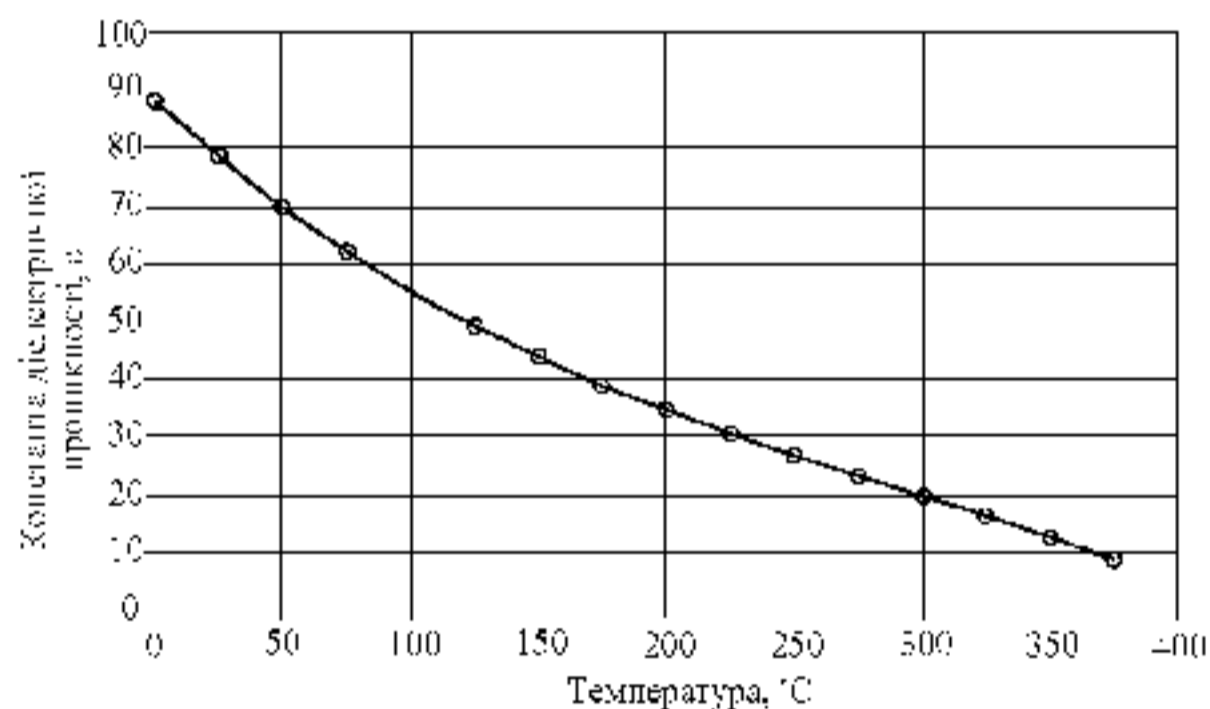


Рис. 1.1. Залежність значення константи діелектричної проникності ϵ води від температури [42]

При даній температурі значення діелектричної проникності води близьке до значення діелектричної проникності етанолу (24,3) при звичайних умовах, і відкриває можливість для розчинення у воді середнеполярних і малополярних сполук [43, 44].

Діелектрична проникність води при підвищенні температури від 100 °С до 374 °С варіює в інтервалі між ϵ мурашиної кислоти ($\epsilon = 58$) при 100 °С; ϵ

етиленгліколю ($\epsilon = 37$) при $180\text{ }^{\circ}\text{C}$; ϵ метанолу ($\epsilon = 32.6$) при $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ і досягає ϵ етанолу ($\epsilon = 24,3$) при $270\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Інша важлива характеристика води - величина іонного добутку (*Іонний добуток води* – добуток концентрацій іонів водню H^+ та іонів гідроксиду OH^- в воді або в водних розчинах) $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ є параметром, який використовують для опису дисоціації в воді в широкому температурному діапазоні від 100 до $374\text{ }^{\circ}\text{C}$. (*Дисоціація* - здатність молекули води розпадатися (дисоціювати) на два іона які і є провідниками електричного струму в чистій воді).

Таким чином можна констатувати, що даний метод дозволяє отримувати екстракти з високою концентрацією БАР, а також вилучати БАР з сировини, які не розчинні у екстрагентах, таких як вода у звичайному, або гарячому стані.

Проведений аналітичний огляд науково-технічної інформації з теми дослідження дозволив нам сформулювати мету дослідження.

Метою даного дослідження є оцінка впливу додавання екстрактів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара (*Vitis Labrusca L.*) на окислення ліпідів, інструментальний колір, рН і сенсорні властивості сирого і приготованого курячого м'яса, яке було запаковано у вакуумну упаковку і зберігається при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ дев'ять місяців.

Задля досягнення даної мети потрібно виконати наступні завдання дослідження:

- вибрати і обґрунтувати методики дослідження та необхідне експериментальне обладнання;
- провести експериментальні дослідження з метою визначення раціональних параметрів процесу вилучення цільових компонентів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара;
- дослідити вплив використання екстрактів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара на уповільнення процесів окислення ліпідів при тривалому зберіганні курячого м'яса;

- дослідити вміст загальних фенолів як антиоксиданта, вміст реакційних речовин тіобарбітурової кислоти, вмісту споживних властивостей вироблених м'ясопродуктів при їх зберіганні;

- дослідити зміни кислотності рН у зразках при їх тривалому зберіганні;

- дослідити зміну коліру зразків при їх тривалому зберіганні;

- провести сенсорну оцінку досліджуваних зразків;

- розрахувати соціально-економічну ефективність впровадження результатів досліджень.

Об'єкт досліджень – кінетика окислювальних процесів при тривалому зберіганні у сирому курячому м'ясі та фрікаделек, виготовлених з нього при додаванні екстрактів з вичавок винограду, отриманих при субкритичному екстрагуванні водою.

Предмет дослідження – властивості субкритичних екстрактів, антиоксидантні властивості, показники кислотності, реакційні речовини тіобарбітурової кислоти, коліру, органолептичні показники зразків вареного курячого м'яса, обробленого екстрактами з ВВ.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Організація виконання досліджень

При виконанні даного проекту була реалізована наступна структурно-логічна послідовність роботи:

1. Аналіз науково-технічної інформації з проблеми дослідження. Обґрунтування актуальності виконання роботи.
2. Формулювання мети дослідження та завдань, які необхідно вирішити для її досягнення, об'єкту та предмету дослідження.
3. Вибір і обґрунтування використаного лабораторного обладнання та методик проведення експериментальних досліджень.
4. Проведення експериментальних досліджень з метою визначення раціональних параметрів процесу вилучення цільових компонентів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара.
5. Визначення загального вмісту фенолів в екстрактах з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара.
6. Дослідження вплив використання екстрактів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара на уповільнення процесів окислення ліпідів при тривалому зберіганні курячого м'яса.
7. Дослідження вміст загальних фенолів як антиоксиданта, вміст реакційних речовин тіобарбітурової кислоти, вмісту споживних властивостей вироблених м'ясопродуктів при їх зберіганні.
7. Дослідження зміни кислотності рН у зразках при їх тривалому зберіганні.
8. Дослідження зміну коліру зразків при їх тривалому зберіганні.
9. Проведення сенсорну оцінку досліджуваних зразків.
10. Розрахунки соціально-економічну ефективність впровадження результатів досліджень.

2.2. Експериментальне обладнання для екстракції субкритичною водою

Експериментальні дослідження процесу екстрагування субкритичною водою були проведені в науково-дослідній лабораторії ПДАА «Субкритичні технології в харчових виробництвах» на лабораторному стенді, який складався з дисплея магнітної мішалки (1); регулятора температури (2); стакану реактора (3); термопари (4); гвинтів (5); кришки стакану реактора (6); спускного каналу (7); вентиля спускного каналу (8); додаткового датчика температур (9); провіда додаткового датчика температури (10) манометра реактора (11); вентиля впускного каналу (12); регулятор магнітної мішалки (13); магнітної мішалки з підігрівом (14); елементів магнітної мішалки (15); термоблоку (16); прокладки фторопластової (17); хомути (18); впускного каналу (19); провіда основного датчика температури (20); з'єднання високого тиску (21); шланги високого тиску (22); спускних гвинтів компресора (23); манометра компресора (24); водопровіда охолодження (25); насоса системи охолодження компресора (26); датчика температури компресора (27) (Рис. 2.1., 2.2).

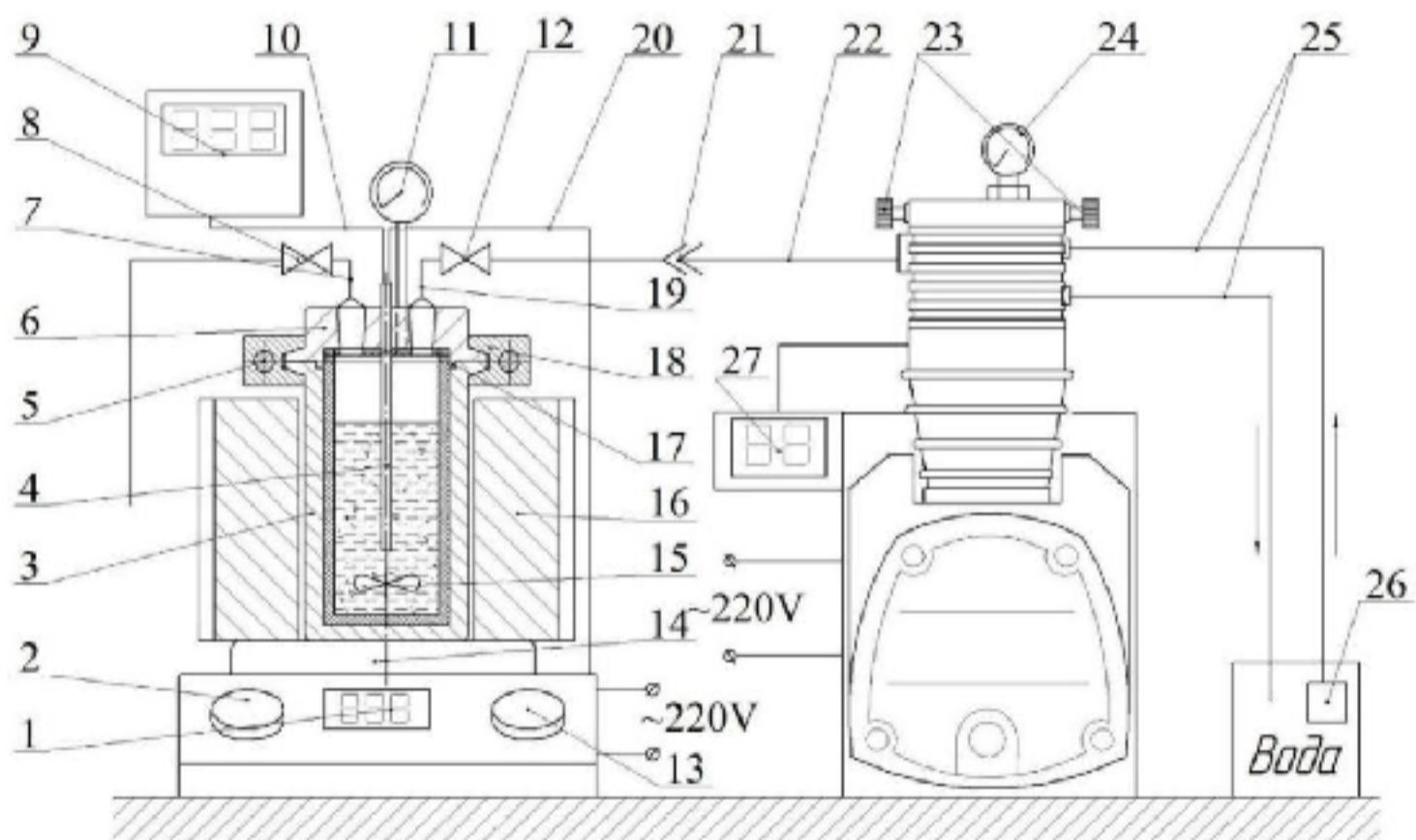


Рис. 2.1. Принципова схема установки для отримання екстрактів в середовищі субкритичної води

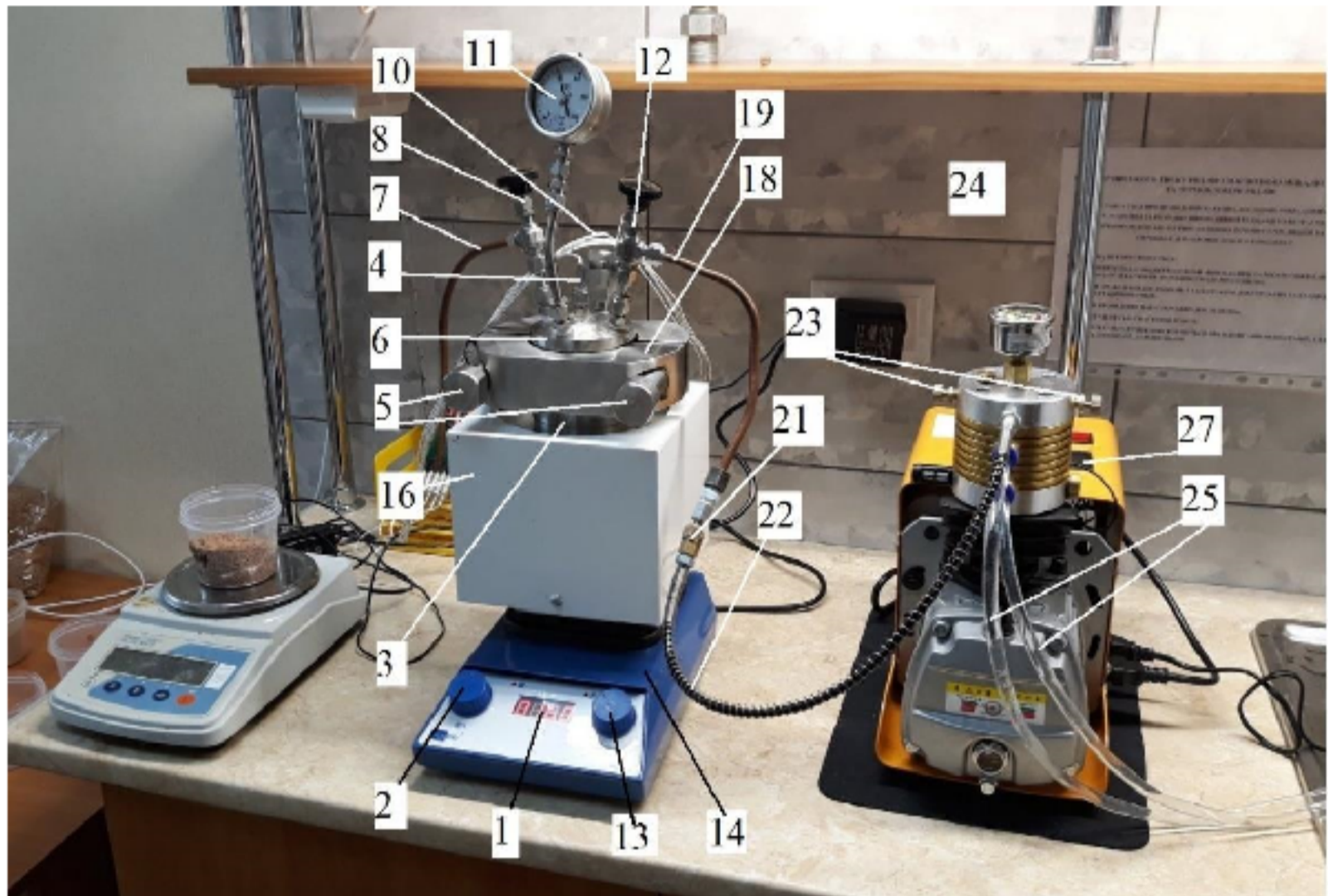


Рис. 2.2. Фотографічне зображення установки для отримання екстрактів в середовищі субкритичної води

2.3. Використані матеріали

Сировина складалося з пресованих виноградних вичавок (суміш насіння і шкірки), отриманих від винограда (*Vitis labrusca*) Ніагара (NGE) і Ізабель (IGE). Куряче м'ясо (гомілки і стегна) було придбано на місцевому ринку. У цьому дослідженні використовувалися наступні хімічні речовини: бутильований гідрокситолуол (ВНТ), етанол і карбонат натрію (Na_2CO_3); комерційна суміш еріторбат натрію, лимонної кислоти і цукру (SE); 1,1,3,3-тетраетоксіпропан (ТЕР; приблизно 97%) і 2-тіобарбітурову кислоту (ТВА; мінімум 98%); пропів-3,4,5-трігідроксibenзоат (РВ); трихлоруксусна кислота (ТСА), етилендінітрілотетрауксусна кислота, дигідрат динатрієвої солі (Titriplex III), галова кислота, розчин Folin-Ciocalteu. Пакети з багатошарової структурою з етиленвінілацетату (EVA) з проникністю для кисню $<25 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в

день при 1 атм/23 °С / відносна вологість (RH) 0% і проникність для водяної пари <math><10 \text{ г H}_2\text{O/м}^2</math> в день при 1 атм/38 °С/90% відносної вологості і використовувалися для характеристики вакуумної упаковки.

2.4. Приготування виноградних екстрактів у середовищі субкритичної води

Виноградні вичавки (суміш насіння і шкірки) сушили в сушильній шафі при 40 °С протягом 24 годин і подрібнювали в аналітичному млині до діаметра зерна менше 0,5 мм. Екстрагування БАР з виноградних вичавок проводили у лабораторному реакторі згідно з «Керівництвом по експлуатації лабораторного реактора високого тиску РВД-2-500» та «Інструкції з експлуатації мішалки магнітної з підігрівом платформи» (НПО «Укроргансінтез» та ООО «РИВА-СТАЛЬ», Україна).

Отримані екстракти фільтрували (фільтрувальний папір 12,5 мм) і зберігали в пляшках зі скла в холодильнику (6 ± 2 °С).

2.5. Вимірювання загального вмісту фенолу

Загальний вміст фенолів (РС) аналізувалося кожен раз, перед обробкою зразків курячого м'яса, щоб визначити обсяг екстракту виноградних залишків, який необхідно було додати в м'ясо (обсяг був розрахований для отримання концентрації 60 мг РС/кг м'яса). Аналіз проводився в трьох примірниках. Вміст загальних фенолів у зразках ІГЕ і НГЕ визначали колориметрически за допомогою методу, запропонованого в роботі [45]. Розчини екстракту (0,1 мл) змішували з 5 мл дистильованої води і 0,5 мл реагенту Фолина-Чокальтеу. Через 3 хв реакції 1,5 мл Na_2CO_3 (20%) і 2,9 мл. Додавали мл дистильованої води. Оптичну щільність вимірювали на спектрофотометрі при 765 нм після 2 ч інкубації в темряві при кімнатній температурі. РС висловлювали в еквівалентах галоївої кислоти (GAE) на 100 г (суха вага) виноградних вичавок.

2.6. Приготування зразків курячого м'яса

Аналіз априорної інформації показав, що найбільш доцільною концентрацією фенолів у екстрактах, що додаються до зразків курячого м'яса, є концентрації 60 мг загальної кількості фенольних сполук (ФС)/кг м'яса [18]. Ця концентрація була використана в даному дослідженні.

Курячі стегна без кісток і шкіри (8 кг) і гомілки (8 кг), отримані від птахів, убитих у віці приблизно 42 днів, подрібнювали на м'ясорубці (решітка 7-8 мм) і розділені на 5 обробок наступним чином: 1) IGE (концентрація 60 мг ФС/кг м'яса); 2) NGE (концентрація 60 мг ФС/кг м'яса); 3) ВНТ (0,01%) відповідно розчиняється в 5 мл соєвого масла без антиоксиданту; 4) SE (0,37%, концентрація, зазвичай використовується в промисловості), диспергований в солі; 5) контроль без додавання антиоксидантів. У всіх варіантах обробки додавали хлорид натрію (1,5%). Відразу після додавання інгредієнтів зразки гомогенізували в кутері. З гомогенізованої м'ясної суміші були сформовані порції по 25 г у вигляді фрикадельок. Деякі зразки готували на гарячій плиті до тих пір, поки внутрішня температура не досягла 72 °С протягом 5 хвилин. Сирі і приготовані зразки були упаковані у вакуумну упаковку окремо в вакуумні пакети з багат шаровою структурою етилену і вінілацетату, 6 зразків з одного і того ж рецептурного складу зберігати при температурі (-18 °С) протягом дев'яти місяців. Процедуру проводили в трьох примірниках.

2.7. Методики аналітичних досліджень

2.7.1. Методика визначення реактивних речовин з тіобарбітурової кислотою (TBARS)

Значення TBARS були визначені в двох примірниках з використанням методу екстракції, описаного у роботі [46] з модифікаціями. Для екстракції 5 г м'яса гомогенізували в Ultra Turrax при 10000 об/хв протягом 30 с з 15 мл розчину (7,5% TCA, 0,1% PV і 0,1 % EDTA). Після фільтрації за допомогою якісного фільтрувального паперу (12,5 мм) 5 мл фільтрату змішували з 5 мл водного розчину (0,02 М TBA) в закритих пробірках. Зразки інкубували на

водяній бані при 100 °С протягом 40 хв, а потім охолоджували в холодній воді. Поглинання було виміряно при 532 нм і 600 нм за допомогою спектрофотометра проти контрольного зразка, що містив 5 мл того ж розчину ТСА, РВ і EDTA і 5 мл розчину ТВА. Різницю ($A_{532 \text{ нм}} - A_{600 \text{ нм}}$) використовували в якості значень оптичної щільності з поправкою на мутність. Результати розраховували за стандартною кривою ТЕР і висловлювали в мг МДА на кг м'яса. Визначення значення TBARS проводилося після обробки і після трьох, шести і дев'яти місяців зберігання у замороженому стані.

2.7.2. Методика визначення кислотності рН

Кислотність рН визначали безпосередньо на зразках за допомогою потенціометра з автоматичною температурною компенсацією і скляним проникаючим електродом. Для аналізу зразки відтавали протягом 12 год при 6 ± 2 °С. Аналіз проводився на п'яти оброблених зразках кожної обробки після трьох, шести і дев'яти місяців зберігання у замороженому стані з використанням двох показань для кожного зразка.

2.7.3. Методика інструментального визначення коліру

Інструментально колір визначали у трьох різних місцях на внутрішній поверхні зразка за допомогою спектроколориметра, відкаліброваного за білим та чорним стандартами. Спектральну криву визначали в діапазоні 400-700 нм та значеннях згідно (ISO 11664-2:2007 Колориметрія. Часть 2. Осветители по стандарту CIE).

Відповідно до стандарту, колір виміряли у системі тримірних прямокутних координат X , Y , Z , де одно з двох основних кольорових просторів: L^* - це значення світлості, a^* - протиположність червоного та зеленого кольорів, b^* - протиположність синього та жовтого кольорів (Рис. 2.3).

Значення за осі L (світло) висвітлюються за координатою Y . Значення світла ідуть від чорного до білого або за шкалою значень від 0 до 100, де 0

(чорний), а 100 (білий) - сверху. Значення a вчислюють по осі X. Позитивні значення визначають червоні кольори, відмовні - зелені. Так, 50 означає червоний, а - 50 - зелений. Ось b : від жовтого до синьому. Значення b відкадають за осі Z. Позитивні значення це жовті кольори, негативні - сині. Значення по осі b ідуть від -50 (синій) до 50 (жовтий).

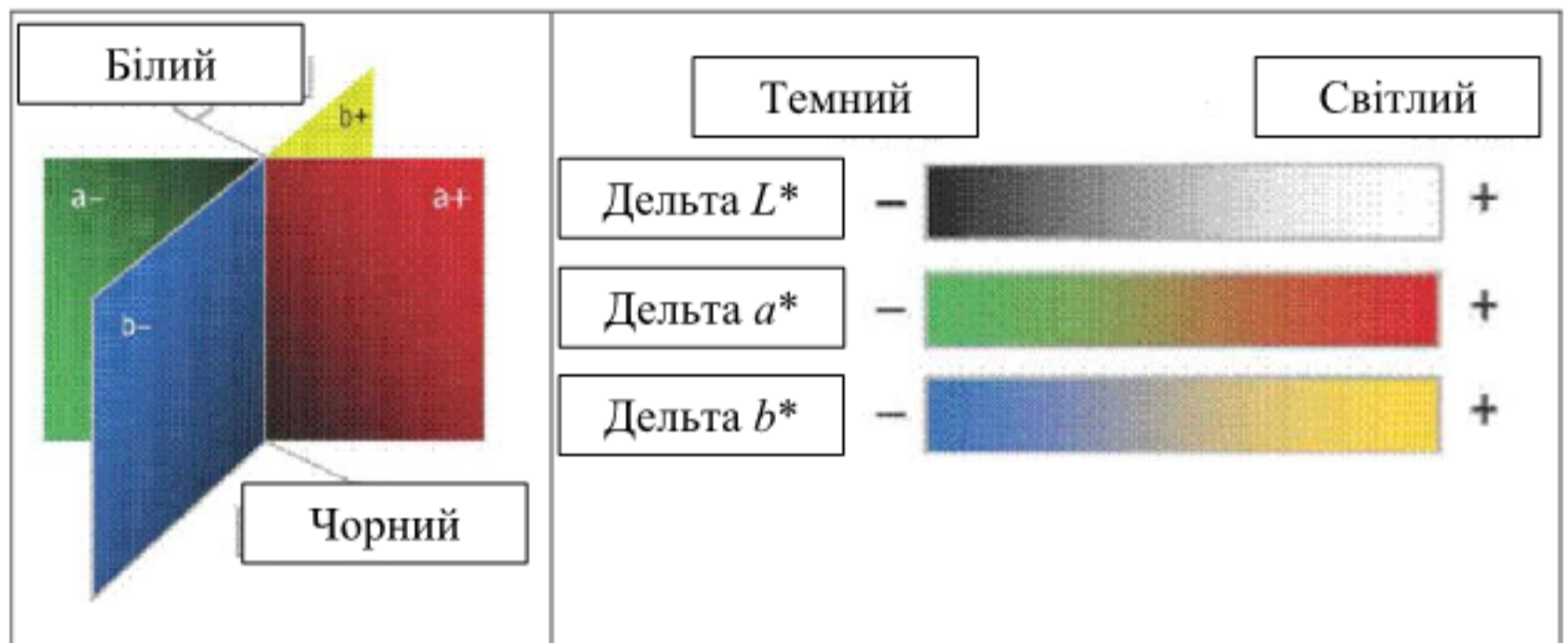


Рис. 2.3. Інструментальна оцінка кольору спектроколориметром

Параметри були відкалібровані в стандартному білому фарфорі з площею вимірювання діаметром 8 мм, кутом спостереження 10° і джерелом світла D65 з включеним дзеркальним компонентом. Для аналізу зразки відтавали 12 годин при 6 ± 2 °C. Для визначення кольору з обох сторін продукту був знятий поверхневий шар. Аналіз проводився на п'яти зразках від кожної обробки після трьох, шести і дев'яти місяців заморожування з двома показаннями для кожного зразка.

Колір розраховували за формулою (ISO 11664-2:2007):

$$[(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}] \quad (2.1)$$

2.7.4. Методика одержання сенсорних оцінок

Для сенсорної оцінки була навчена група з 12 учасників. Було проведено два тренування (по 2 години кожна). На цих сесіях вивчалися характеристики

кольору, запаху і смаку обробленого курячого м'яса. Після опису атрибутів членам комісії були представлені зразки (табл. 2.1), щоб позначити межі шкали при оцінці зразків. Метою цього тренінгу було оцінити можливі зміни кольору, смаку і запаху продукту, викликані додаванням екстрактів і окислення ліпідів. Під час експерименту членів комісії вчили згадувати використані зразки.

Навчена група оцінювала продукти після обробки та після трьох, шести та дев'яти місяців заморожування. Під час кожного зберігання учасники дискусії оцінювали продукт у двох повторностях. П'ять зразків за сесію були представлені учасникам дискусії, які були закодовані з випадковими числами з трьох цифр. Для аналізу змін смаку та запаху зразки розрізали на кубики однакового розміру та нагрівали в мікрохвильовці (10 с). Що стосується зміни кольору, цілі зразки були представлені лише з поверхневим шаром, знятим з продукту для кращої візуалізації внутрішнього кольору. Учасники дискусії оцінювали зразки на зміну кольору, смаку та запаху, використовуючи 10-бальну неструктуровану шкалу від відсутньої (0) до інтенсивної (10).

Таблиця 2.1

Атрибути, стандартні посилання і рейтинг, використані при сенсорній оцінці вареного курячого м'яса з різними антиоксидантними обробками після обробки і після трьох, шести і дев'яти місяців зберігання в замороженому вигляді (-18 °C)

Атрибут	Посилання	Рейтинг
Зміна запаху	Неокислене соєве масло	0
	Свіже варене куряче м'ясо, без концентрованого виноградного соку	0
	Окислене соєве масло	10
	Свіже приготоване куряче м'ясо з концентрованим виноградним соком	10
	Варене свіже куряче м'ясо, без барвника	0

Атрибут	Посилання	Рейтинг
Зміна кольору	Приготоване свіже куряче м'ясо з темно-червоним барвником	10
	Приготоване свіже куряче м'ясо, з зеленим барвником	10
Зміна смаку	неокислену соєве масло	0
	Свіже варене куряче м'ясо, без концентрованого виноградного соку	0
	Окислене соєве масло	10
	Свіже приготоване куряче м'ясо з концентрованим виноградним соком	10

2.8. Обробка результатів експериментальних досліджень

При проведенні експериментальних досліджень була забезпечена не менш як 3-кратка повторність дослідів та кінцевий результат представляли з урахуванням числа дослідів n у вигляді середнього арифметичного з квадратичним (стандартним) відхиленням S (середньою квадратичною похибкою).

$$X = \sum x_i/n \quad (2.2)$$

де x_i – значення окремого показника;

Середнє значення похибки:

$$S_m = S\sqrt{n} \quad (2.3)$$

Таким чином, результати дослідів записували у вигляді:

$$X \pm S \text{ або } X \pm S_m. \quad (2.4)$$

Статистичну обробку результатів досліджень виконували у програмі STATISTICA 10.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення раціональних параметрів екстрагування біологічно активних речовин з виноградних вичавок

Аналіз наявної науково-технічної інформації про екстрагування біологічно активних речовин [47] виноградних вичавок різних сортів винограда дозволяє визначити діапазон варіювання параметрів процесу екстрагування:

- температура – від 100 до 180 °С;
- тривалість процесу – від 20 до 70 хв.;
- розмір фракції – 0,5±0,1 мм;
- тиск – 10 МПа;
- гідромодуль (співвідношення маси сировини до маси розчинника) – 1:

10.

Серед вищезазначених параметрів найбільший вплив має температура та тривалість екстрагування [47], тому в експериментах змінювали саме ці параметри. Інші параметри були прийняті постійними на вищезазначених рівнях. У подальшому будемо вважати значення даних параметрів раціональними.

Враховуючи дані обставини, на першому етапі досліджень було проведено експериментальні дослідження впливу даних параметрів на вихід цільових компонентів. Серед загального вмісту БАР переважну частку складають поліфеноли [47], які і є потужними антиоксидантами, тому у якості цільової речовини було прийнято загальний вихід фенолів, який опосередковано характеризує антиоксидантні властивості отриманих екстрактів.

Результати експериментальних досліджень представлені на рис. 3.1 та 3.2.

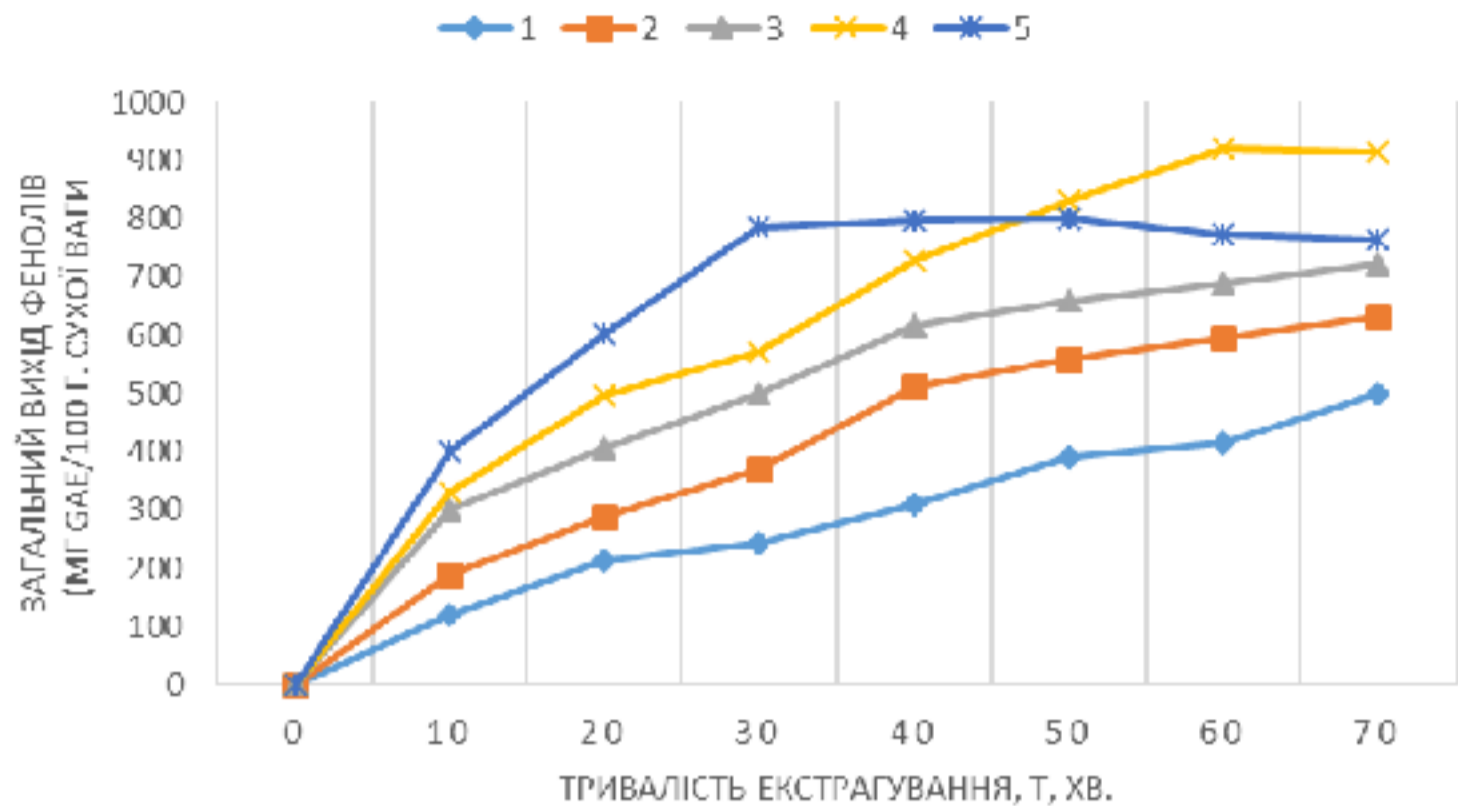


Рис. 3.1. Кінетика вилучення загальних фенолів, виражених в еквівалентах галої кислоти (GAE), з вичавок винограда сорту Ніагара при тиску 10 МПа, розміру фракції 0,2-0,4 мм та гідромодулі 1:10
 1 – при 100 °С; 2 – при 120 °С; 3 – при 140 °С;
 4 – при 160 °С; 5 – при 180 °С;

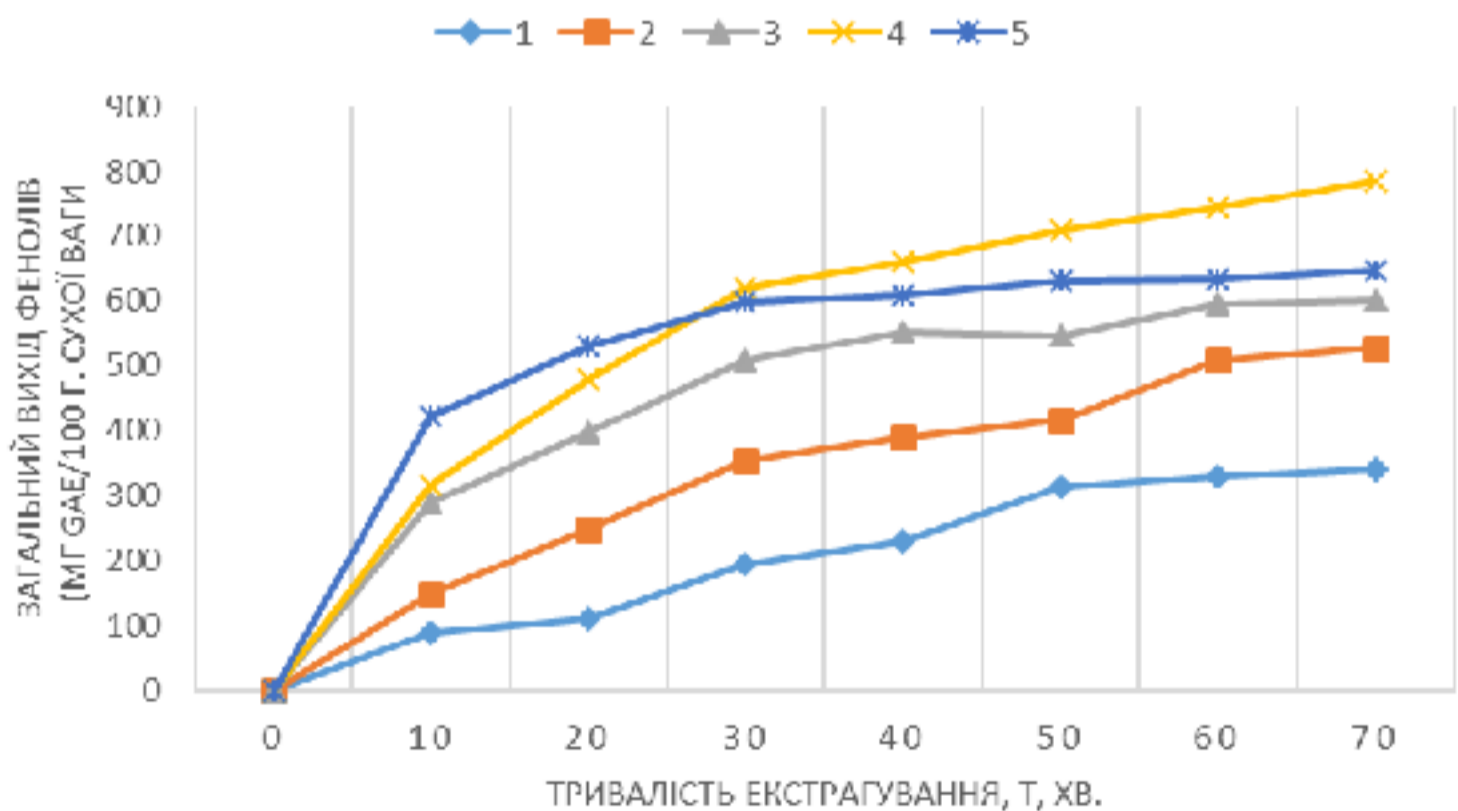


Рис.3.2. Кінетика вилучення загальних фенолів, виражених в еквівалентах галої кислоти (GAE), з вичавок винограда сорту Ізабель при тиску 10 МПа, розміру фракції 0,2-0,4 мм та гідромодулі 1:10
 1 – при 100 °С; 2 – при 120 °С; 3 – при 140 °С; 4 – при 160 °С; 5 – при 180 °С;

Обробка експериментальних даних методами математичної статистики дозволила нам описати відповідними функціями залежності, наведені на Рис. 3.1. та 3.2. (табл. 3.1 та 3.2).

Таблиця 3.1

Залежності виходу загальних фенолів, виражених в еквівалентах галової кислоти (GAE), з вичавок винограда сорту Ізабель при тиску 10 МПа, розміру фракції 0,2-0,4 мм та гідромодулі 1:10 при різних значеннях температури екстрагування

Температура екстрагування	Формула, що описує кінетику вилучення загальних фенолів	Коефіцієнт кореляції, R ²
100	$Y = 228,93\ln(x) - 29,338$	0,9659
120	$Y = 313,92\ln(x) - 22,994$	0,9865
140	$Y = 347,44\ln(x) - 25,948$	0,9912
160	$Y = 452,51\ln(x) - 1,0815$	0,9914
180	$Y = 378,62\ln(x) - 112,99$	0,8763
180	$Y^* = 33,22x^2 + 391,97x - 301,88$	0,9683*

Таблиця 3.2

Залежності виходу загальних фенолів, виражених в еквівалентах галової кислоти (GAE), з вичавок винограда сорту Ніагара при тиску 10 МПа, розміру фракції 0,2-0,4 мм та гідромодулі 1:10 при різних значеннях температури екстрагування

Температура екстрагування	Формула, що описує кінетику вилучення загальних фенолів	Коефіцієнт кореляції, R ²
100	$Y = 224,53\ln(x) - 22,276$	0,9803
120	$Y = 298,23\ln(x) - 18,112$	0,9546
140	$Y = 308,09\ln(x) - 21,312$	0,9399
160	$Y = 348,43\ln(x) - 2,309$	0,9912

180	$Y = 228,93\ln(x) - 29,338$	0,7943
180*	$Y^* = 28,32x^2 + 280,34x - 199,83$	0,9724*

Порівняльний аналіз наведених функцій свідчить, що процес екстрагування достатньо добре описується логарифмічними залежностями при температурах екстрагування до 160 °С включно, що підтверджується високими коефіцієнтами кореляції, однак використання логарифмічних залежностей не підходить для опису процесу екстрагування при температурі 180 °С. Тому, для опису процесу вилучення фенолів при температурі 180 °С були використані квадратичні залежності з досттньо високими коефіцієнтами кореляції. Описаний характер протікання процесу екстрагування відноситься для обох сортів винограда.

Аналіз результатів експериментів дозволив зробити висновок, що вихід фенолів з вичавок обох сортів винограда збільшується зі зростанням тривалості екстаргування до 50-65 хвилин а далі практично стабілізується.

Підвищення температури екстрагування до 160 °С призводить до збільшення виходу цільової речовини, але подальше підвищення температури навпаки, призводить до зменшення виходу загальних фенолів. Ця теза підтверджується і тим фактом, що для опису процесів при температурі 180 °С були використані функції з іншим характером динаміки досліджуваного показника.

Це може бути пояснене тим, що при температурах, вищих за 160 °С, починається часткове термічне руйнування фенольних сполук.

Кількість вилучених фенолів знаходить в межах, отриманих іншими дослідниками при субкритичному екстрагуванні фенолів з вичавок інших сортів винограда [47].

3.2. Загальний вміст фенолу

Екстракт виноградних вичавок Ізабель (IGE) мав значно більший вміст загальних фенольних сполук порівняно з екстрактом виноградних залишків

Ніагари (NGE) (табл. 3.3). Подібні результати були знайдені авторами роботи [48], які спостерігали значення 854,03 мг GAE/100 г (суха маса) в екстракті виноградних кірок і 1014,04 мг GAE/100 г (суха маса) в екстракті виноградних вичавок Ніагари.

Таблиця 3.3

Середні значення (\pm стандартне відхилення) загального вмісту фенолів (ПК) в екстрактах отриманих при раціональних параметрах процесу екстаргування, виражені в еквівалентах галової кислоти (GAE)

Зразок	Загальний вміст фенолів (мг GAE/100 г сухої ваги)
Ізабель (IGE)	784,25 \pm 175,86
Ніагара (NGE)	941,66 \pm 126,59

Вміст фенольних сполук, отриманих із виноградних залишків сортів Ізабель та Ніагара, був вищим порівняно з іншими залишками плодів. 49[31], який використовував екстракцію метанолом, виявив значення 681 мг GAE/100 г (суха маса) в екстракті м'якоті та шкірки ацероли, 275 мг GAE/100 г (суха маса) в екстракті ананасового насіння, целюлози та шкірки та 103 мг GAE/100 г (суха маса) у насінні та екстракті м'якоті маракуї. У роботі [48] дослідниками, які отримували екстракти з м'якоті яблука з ацетоном у концентраціях 75% та 100%, виявили значення 467,24 мг GAE/100 г (суха маса) та 522,74 мг GAE/100 г (суха маса), відповідно.

3.3. Дослідження вмісту реакційних речовин тіобарбітурової кислоти (TBARS)

Процедури мали значний вплив на окислення ліпідів приготовлених зразків, і жодного значного ефекту не спостерігалось протягом періоду зберігання та взаємодії.

Контрольні зразки мало значно вищі значення TBARS порівняно з іншими методами використання рослинних антиоксидантів (табл. 3.4). За

даними авторів [50], м'ясні продукти можна вважати добре збереженими щодо окисних змін, коли вони мали менше 3 мг МДА/кг зразка. Таким чином, у приготовленому продукті лише контрольна обробка показала значення, що перевищують 3 мг МДА/кг м'яса, що вказує на те, що зразки мали швидке окислення і були непридатними для споживання. Щодо природних антиоксидантів, використувувана концентрація була достатньою для підтримки окисної стабільності курячого продукту протягом дев'яти місяців зберігання в замороженому стані.

Не було суттєвої різниці між обробками синтетичними антиоксидантами (ВНТ та SE) та обробками природними екстрактами (IGE та NGE), що демонструє ефективність екстрактів виноградних залишків як антиоксидантів у курячому м'ясі. Ці результати узгоджуються з тими, які спостерігали автори робіт [18, 24], який виявив зниження TBARS у курячому м'ясі з екстрактом виноградних кісточок під час зберігання в холодильнику. Механізм захисного ефекту на окислення ліпідів може бути обумовлений тим, що екстракт виноградних кісточок, отриманий при переробці вина та соків, багатий проантоціанідинами, які мають безліч механізмів своєї антиоксидантної активності та здатності секвеструвати радикали, хелатні метали та синергізувати з іншими антиоксидантами [18, 24].

Таблиця 3.4

Середні значення (\pm стандартне відхилення) TBARS у варені та сирому куриному м'ясі з різною антиоксидантною обробкою після обробки та після трьох, шести та дев'яти місяців зберігання у замороженому вигляді (-18 °C)

Обробка	TBARS (мг малонового альдегіда/кг м'яса)				Середнє
	Термін зберігання (міс.)				
	0	3	6	9	
<i>Варене куряче м'ясо</i>					
С	4,75 \pm 2,37	7,24 \pm 1,19	7,83 \pm 0,81	7,71 \pm 1,68	6,88 \pm 1,90
ВНТ	0,84 \pm 1,37	0,90 \pm 0,24	0,86 \pm 0,97	0,91 \pm 0,73	0,88 \pm 0,94

Обробка	TBARS (мг малонового альдегіда/кг м'яса)				Середнє
	Термін зберігання (міс.)				
	0	3	6	9	
IGE	1,66±1,72	2,04±1,15	1,86±0,92	2,24±1,38	1,95±1,15
NGE	1,35±1,48	1,79±1,34	1,50±1,36	2,12±1,53	1,69±1,26
SE	1,42±2,19	0,83±1,26	0,94±1,02	1,88±2,38	1,27±1,60
Середнє	2,00± 2,14	2,54 ±2,68	2,60±2,87	2,97±2,86	
<i>Сире куряче м'ясо</i>					
С	0,24±0,13	0,42±0,06	1,48±1,51	1,29±0,91	0,86±0,88
ВНТ	0,10±0,06	0,08±0,01	0,21±0,04	0,13±0,01	0,13±0,06
IGE	0,12±0,02	0,25±0,04	0,58±0,17	0,81± 0,40	0,43±0,33
NGE	0,10±0,01	0,29±0,04	0,75±0,55	0,81±0,30	0,49 ±0,40
SE	0,10±0,06	0,19±0,02	0,54±0,12	0,70±0,13	0,38±0,27
Середнє	0,13±0,08	0,24 ±0,12	0,71±0,70	0,74±0,52	

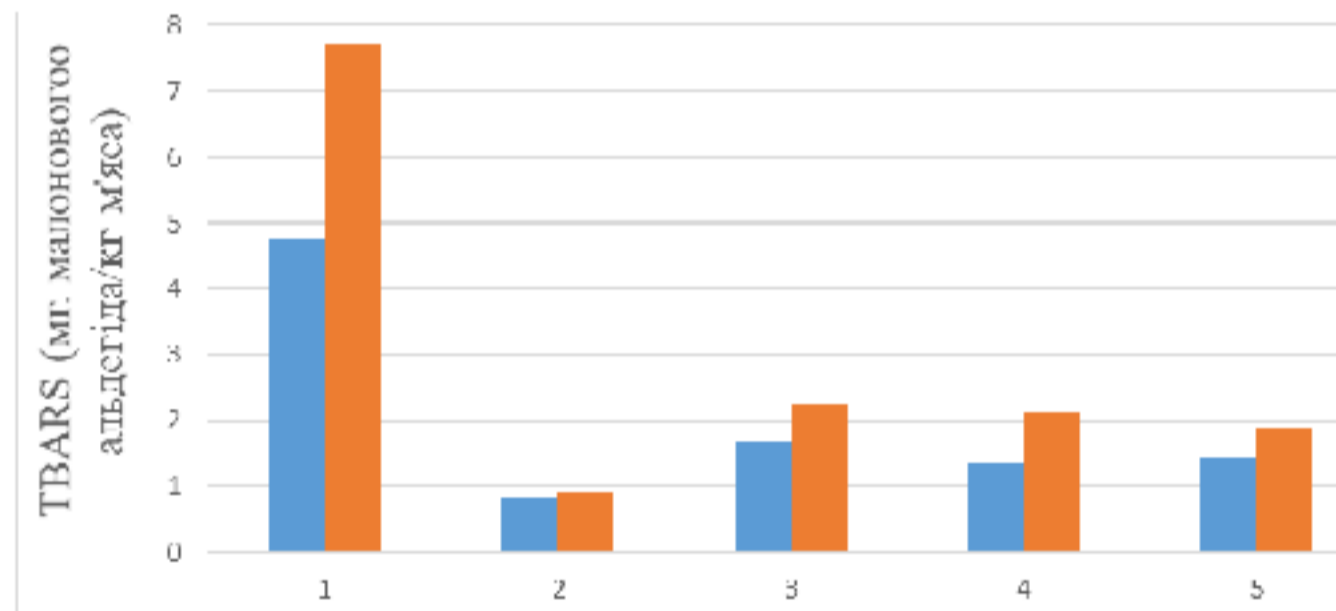


Рис. 3.3. Середні значення TBARS у вареному курячому м'ясі з різною антиоксидантною обробкою після обробки та після дев'яти місяців зберігання у замороженому стані (-18 °C)

■ - безпосередньо після обробки; ■ - після 9 місяців зберігання;

1 – контрольний зразок; 2 – обробка бутильованим гідрокситолуолом (ВНТ),

3 – обробка екстрактом з вичавок винограда сорту Ізабель; 4 - обробка

екстрактом з вичавок винограда сорту Ніагара; 5 – обробка сумішшю еріторбату натрія, лимонної кислоти і цукру

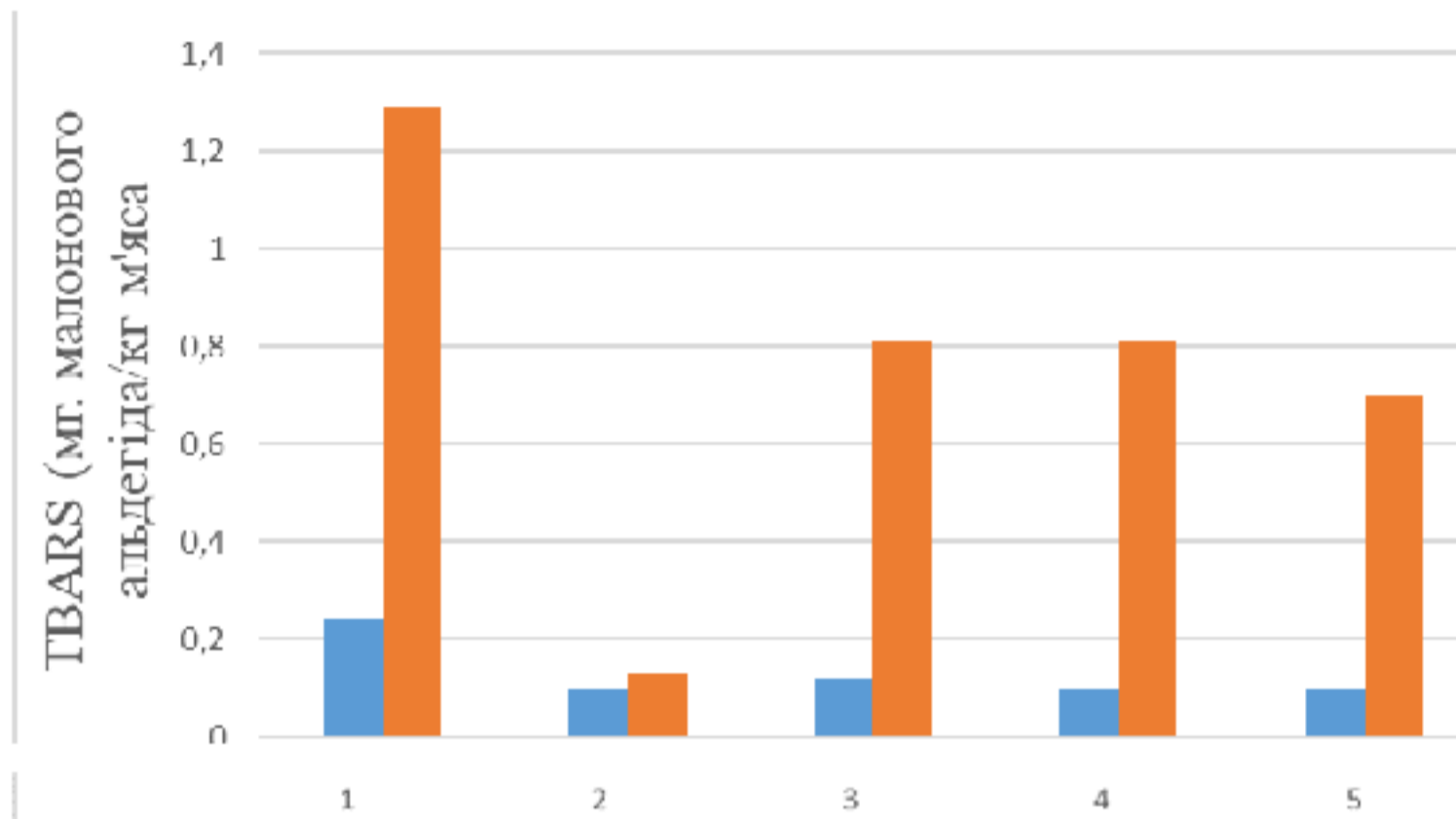


Рис.3.4. Середні значення TBARS у сирому курячому м'ясі з різною антиоксидантною обробкою після обробки та після дев'яти місяців зберігання у замороженому стані (-18 °C)

■ - безпосередньо після обробки; ■ - після 9 місяців зберігання;

1 – контрольний зразок; 2 – обробка бутильованим гідрокситолуолом (ВНТ), 3 – обробка екстрактом з вичавок винограда сорту Ізабель; 4 - обробка екстрактом з вичавок винограда сорту Ніагара; 5 – обробка сумішшю еріторбату натрія, лимонної кислоти і цукру

У сировинних зразках спостерігався значний ефект характеру обробок та часу зберігання, однак ефекту взаємодії не спостерігалось (табл. 3.2). Використання ВНТ було єдиним методом, який суттєво відрізнявся від контролю з найнижчими значеннями TBARS. Результати використання ІGE та NGE не мали суттєвої різниці у порівнянні з контролем або обробками синтетичними антиоксидантами (табл. 3.2), що свідчить про те, що була незначна різниця в окисленні ліпідів серед сировинних продуктів з екстрактами винограду, синтетичних антиоксидантів та контролю.

Відсутність варіння, вакуумна упаковка та зберігання в замороженому стані є факторами, що забезпечують додатковий захист продукту від розвитку окислення ліпідів. З цієї причини значення TBARS вихідних зразків (табл. 3.2) показали середні значення від 0,13 до 0,86 із значеннями набагато нижчими, ніж у вареному продукті. Таким чином, через низькі швидкості окислення ліпідів, які спостерігались, ефект антиоксидантів у сировинних зразках не був значним. Ці результати вказують на те, що натуральні антиоксиданти з ІГЕ та НГЕ порівнянні з комерційними антиоксидантами і що їх дія є більш ефективною у приготованих зразках, в яких окислення індукується варінням.

За період зберігання значення TBARS зростали з часом із середнім показником 0,13 мг МДА/кг м'яса на початку експерименту та в середньому 0,74 мг МДА/кг м'яса наприкінці експерименту (дев'ять місяців). Розвиток окисного прогіркнення відбувається навіть під час зберігання замороженого курячого м'яса, хоча швидкість погіршувальних реакцій (мікробіологічних та ферментативних) може пригнічуватися низькими температурами, окислення ліпідів все ще відбувається, хоча при більш менших показниках [51]. Подібні результати повідомляли автори роботи [52], які спостерігали збільшення значень TBARS курячого м'яса під час зберігання в холодильнику.

На відміну від цього дослідження, в якому не спостерігалось значної різниці між контролем та обробками (ІГЕ та НГЕ), дослідження [52] з курячим м'ясом виявило значне зниження значень TBARS при обробці додавання виноградного екстракту в порівнянні з контролем. Відмінності між нашими дослідженнями та дослідженням [52] можуть бути пов'язані з якістю використовуваного екстракту виноградних вичавов, оскільки в цьому дослідженні використовували екстракт, отриманий в лабораторії, без етапів очищення, та у дослідженні [52] був використаний екстракт з насіння комерційного технічного винограда. Більше того, такі фактори, як зрілість, сорт, практика вирощування, географічне походження, стадія росту, умови збирання та процес зберігання впливатимуть на загальний вміст фенольних сполук [53, 54].

3.4. Дослідження зміни кислотності рН у зразках при їх тривалому зберіганні

Не було значних відмінностей у значеннях рН досліджуваних зразків між аналізами сирих, так і приготованих зразків, що вказує на те, що рН екстрактів не впливає на рН курячого продукту. Ефекту від взаємодії не спостерігалось. Значення рН становили приблизно 6,5 для приготованих зразків і 6,32 для необроблених зразків. Ці результати були схожими на попередні дослідження з вареним та охолодженим меленим курячим м'ясом наведеними у роботі [26] та курячою грудкою, звареною та охолодженою [24], які також продемонстрували відсутність змін значень рН зразків, до яких було додано екстракт виноградних кісточок. Результати даних робіт узгоджувались із результатами нашого дослідження.

Однак були значні зміни у значеннях рН протягом періоду зберігання зразків. Значення рН після обробки та через три, шість та дев'ять місяців зберігання заморожених продуктів для варених продуктів становили 6,47, 6,59, 6,48 та 6,44 відповідно, а значення рН для сирого продукту - 6,19, 6,51, 6,31 та 6,29 відповідно. Незважаючи на те, що рН має суттєвий вплив під час зберігання, різниця 0,15 (приготовані зразки) та 0,32 (необроблені зразки) були незначними на практичному рівні.

3.5. Дослідження кольору зразків

Результати трьох кольорових параметрів (L^* , a^* і b^*) для приготовлених зразків не показали значного ефекту протягом часу зберігання. Однак спостерігався значний ефект внаслідок обробок, що вказує на те, що додавання екстрактів виноградних вичавок сприяло змінам кольору у курячому продукті (табл. 3.5). Обробки IGE, NGE та SE призвели до значного зниження значення L^* порівняно з обробкою BHT, яка мала найбільш чіткі зразки. Зменшення значень L^* в обробках IGE та NGE могло бути спричинене додаванням екстрактів, особливо IGE, які мали темно-червоний колір. Потемніння зразків

з додаванням виноградного екстракту також повідомлялося у відвареному курячому м'ясі [26].

Таблиця 3.5

Середні значення (\pm стандартне відхилення) інструментального забарвлення (L^* , a^* і b^*) вареного курячого м'яса з різними антиоксидантними обробками після обробки і після трьох, шести і дев'яти місяців зберігання в замороженому вигляді ($-18\text{ }^\circ\text{C}$)

Обробка	Термін зберігання (мес.)				Середнє
	0	3	6	9	
<i>Значення L^*</i>					
С	68,99 \pm 0,50	69,32 \pm 0,81	67,76 \pm 0,80	68,26 \pm 0,51	68,58 \pm 0,86
ВНТ	69,86 \pm 0,69	69,64 \pm 0,63	68,72 \pm 0,71	69,81 \pm 1,16	69,51 \pm 0,85
IGE	66,53 \pm 0,51	66,31 \pm 1,72	66,47 \pm 1,44	66,93 \pm 1,74	66,56 \pm 1,25
NGE	67,28 \pm 1,49	67,09 \pm 0,64	67,27 \pm 0,74	67,19 \pm 1,51	67,21 \pm 1,00
SE	68,27 \pm 1,89	67,62 \pm 0,80	68,09 \pm 1,53	67,97 \pm 2,60	67,99 \pm 1,57
Середнє	68,19 \pm 1,57	68,00 \pm 1,58	67,66 \pm 1,22	68,03 \pm 1,75	
<i>Значення a^*</i>					
С	5,04 \pm 0,10	5,09 \pm 0,25	5,07 \pm 0,24	5,18 \pm 0,21	5,10 \pm 0,19
ВНТ	5,04 \pm 0,24	5,11 \pm 0,18	5,20 \pm 0,26	5,20 \pm 0,42	5,14 \pm 0,25
IGE	4,30 \pm 0,15	4,31 \pm 0,36	4,30 \pm 0,02	4,65 \pm 0,22	4,39 \pm 0,25
NGE	4,63 \pm 0,18	4,71 \pm 0,32	4,71 \pm 0,23	4,80 \pm 0,26	4,71 \pm 0,23
SE	5,56 \pm 0,16	5,49 \pm 0,04	5,69 \pm 0,08	5,75 \pm 0,26	5,62 \pm 0,17
Середнє	4,91 \pm 0,46	4,94 \pm 0,47	4,99 \pm 0,51	5,12 \pm 0,46	
<i>Значення b^*</i>					
С	16,21 \pm 1,74	15,41 \pm 0,58	16,13 \pm 0,71	15,11 \pm 0,50	15,72 \pm 0,99
ВНТ	15,84 \pm 1,13	16,04 \pm 0,47	15,95 \pm 0,67	15,15 \pm 0,79	15,75 \pm 0,78
IGE	13,74 \pm 0,80	13,49 \pm 0,94	13,33 \pm 1,01	13,34 \pm 0,93	13,48 \pm 0,81
NGE	14,16 \pm 1,33	14,18 \pm 0,57	14,23 \pm 1,00	14,11 \pm 1,23	14,17 \pm 0,92

Обробка	Термін зберігання (мес.)				Середнє
	0	3	6	9	
SE	15,97±1,24	15,98±1,71	16,26±0,84	15,52±1,32	15,93±1,15
Середнє	15,18±1,52	15,02±1,33	15,18±1,42	14,65±1,19	

Екстракти вичавок з обох сортів винограду спричинили значне зменшення почервоніння вареного курячого м'яса порівняно з іншими способами обробки (табл. 3.4). Обробка SE мала найвище значення a^* і надавала більшу стабільність зразкам щодо червоного кольору. Суттєві зміни значень a^* спостерігались також у курячому м'ясі [26], однак цей автор повідомив про збільшення значень a^* у зразках з екстрактом виноградних кісточок, що відрізнялося від того, що ми спостерігали. Така різниця в результатах може бути пов'язана з різним забарвленням використовуваних виноградних екстрактів, які можуть різними способами впливати на колір м'яса.

У необроблених зразках не спостерігали суттєвих змін параметрів кольору L^* , a^* і b^* у всіх зразках (табл. 3.6) та не спостерігалось будь якого ефекту від їх взаємодії. Це підтверджується даними авторів роботи [54], які зауважили, що інструментальний колір зразків сирі та замороженої свинини з природними антиоксидантами, включаючи екстракт виноградних кісточок, був подібним до кольору контрольних зразків. Крім того, автори роботи [55] повідомили, що додавання екстракту виноградних кісточок не змінило значення a^* і b^* сирі свинини.

Таблиця 3.6

Середні значення (\pm стандартне відхилення) інструментальної забарвлення (L^* , a^* і b^*) сирого курячого м'яса з різними антиоксидантними обробками після обробки і після трьох, шести і дев'яти місяців зберігання в замороженому вигляді (-18 °C)

Обробка	Термін зберігання (мес.)				Середнє
	0	3	6	9	
<i>Значення L*</i>					
C	57,45±1,51	59,24±1,15	57,88±2,84	58,66±0,93	58,31±1,53
BHT	58,79±0,59	60,33±0,25	61,06±4,00	60,60±2,93	60,20±2,10
IGE	53,45±5,82	55,60±3,26	54,36±6,75	55,38±6,38	54,70±4,42
NGE	56,11±4,71	55,31±4,19	54,58±6,84	56,53±6,07	55,63±4,27
SE	55,86±4,09	56,15±3,43	56,10±7,74	57,49±9,08	56,40±4,99
Середнє	56,33±3,45	57,33±3,05	56,80±5,14	57,73±4,73	
<i>Значення a*</i>					
C	9,70±0,94	9,51±2,23	8,35±0,21	9,74±0,47	9,33±1,12
BHT	10,47±0,30	8,86±1,05	7,34±1,04	7,93±0,44	8,65±1,40
IGE	9,53±1,26	9,17±1,00	8,19±1,61	8,93±0,11	8,96±1,01
NGE	8,76±0,36	9,23 ±0,34	8,22±0,76	9,44±0,57	8,91±0,65
SE	10,10±0,94	9,64±0,04	9,11±0,82	10,10±1,41	9,74±0,83
Середнє	9,71±0,88	9,28±0,94	8,24±0,95	9,23±0,97	
<i>Значення b*</i>					
C	15,59±1,43	14,47±0,89	14,22±2,18	13,13±0,01	14,35±1,40
BHT	15,39±0,92	15,22±0,25	16,40±2,33	16,46±1,32	15,87±1,23
IGE	12,81±3,30	12,18±2,51	11,97±4,07	12,02±2,47	12,25±2,41
NGE	13,84±3,46	12,81±3,08	12,69±4,00	13,36±2,74	13,18±2,58
SE	14,49±3,18	13,40±2,79	12,95±5,34	13,90±3,49	13,69±2,96
Середнє	14,42±2,27	13,62±2,02	13,65±3,26	13,77±2,34	

Щодо часу зберігання, достовірний ефект був перевірений лише щодо значення a^* вихідних зразків. Невелике зниження значення a^* спостерігалось на шостому місяці заморожування. Незважаючи на значний ефект, зміна значення a^* після обробки зразків (9,71) та через 6 місяців замороженого зберігання (8,24) була незначною. Однак зменшення інтенсивності червоного кольору під час зберігання можна пояснити через взаємозалежність між

окисленням ліпідів та окисленням кольорів у м'ясах. Окислення пігменту може каталізувати окислення ліпідів, а вільні радикали, що утворюються під час окислення, можуть окислювати атоми заліза або денатурувати молекули міоглобіну, негативно змінюючи колір продуктів. Таким чином, оскільки значення TBARS необроблених зразків у цьому дослідженні дещо зростали протягом усього часу зберігання, ця тенденція до зниження значень a^* може бути зумовлена втручанням у процеси окислення ліпідів при окисненні міоглобіну. Крім того, температура (-18 °C) могла впливати на значення a^* протягом дев'яти місяців зберігання. За даними роботи [56], колір м'яса, що зберігається при температурі замерзання, стає темно-червоним (червоно-коричневим) від поєднання слабкого відбиття світла, поверхневої дегідратації та утворення метміоглобіну.

Між обробками ВНТ мав більш очевидне зниження значення a^* протягом дев'яти місяців замороженого зберігання. Подібні результати повідомляють [57], які вивчали вплив карнозину, триполіфосфату натрію, α -токоферолу та ВНТ на окислення ліпідів сирі та замороженої свинини. Вони помітили, що ВНТ та триполіфосфат натрію не є ефективними у запобіганні змінам кольору у свинині. Ці результати можна пояснити, оскільки, хоча розчинні у ліпідах поглиначі вільних радикалів (бутильований гідрокситолуол) можуть інгібувати окислення міоглобіну, їх нездатність інактивувати розчинні у воді вільні радикали роблять їх менш ефективними, ніж екстракти виноградних залишків, запобігаючи зміні кольору.

3.6. Сенсорна оцінка досліджуваних зразків

Згідно з оцінкою ознак зміни кольору, лікування мало значний ефект. На відміну від цього, час зберігання та взаємодія не мали суттєвого впливу ($p < 0,05$).

Було помічено, що обробки природними антиоксидантами мали значно вищі зміни кольору у порівнянні з контролем та синтетичними антиоксидантними обробками (табл. 3.7). Що стосується кольору, результати

сенсорної оцінки підтверджуються результатами інструментальної оцінки, представленими в табл. 3.4, в яких спостерігалися зміни кольору у приготовлених зразках з екстрактом кісточок винограду та кісточок. Така зміна кольору зразків, як уже зазначалось, може бути пов'язана з додаванням екстрактів, особливо IGE, який має темний колір. Суттєві кольорові зміни зразків з екстрактом виноградних кісточок (потемніння м'яса) також спостерігали автори роботи [24] у попередньо відвареному та охолодженому курячому м'ясі та [58] у м'ясі індички.

Для даних про атрибути зміни смаку спостерігався значний ефект від обробок, але ніякого ефекту не спостерігався від часу зберігання та взаємодії. Обробка з додаванням NGE мала найвищі зміни смакових якостей, що суттєво відрізнялося від інших обробок антиоксидантами.

Між природними антиоксидантами IGE мав кращі результати, які були порівняннішими із синтетичними антиоксидантами (BHT та ериторбатом натрію). Відповідно до звітів про сенсорну оцінку, деякі учасники дискусії помітили аромат винограду/вина у зразках від обробки NGE. Таким чином, виявляється, що додавання NGE впливало на характерний смак курячого м'яса. Під час попереднього сенсорного аналізу з непідготовленими учасниками дискусії [58] також виявив легке маскування смаку м'яса індички з додаванням екстракту виноградних кісточок. Контрольна обробка мала високий бал зміни смаку і суттєво відрізнялася від оцінки синтетичних антиоксидантів. Цей результат може свідчити про зміни, спричинені процесом окислення ліпідів, що може призвести до утворення небажаних ароматизаторів. Однак велике значення зміни смаку на початку періоду зберігання (4.0), ймовірно, було спричинене перегрітим ароматизатором (WOF). Термін WOF був вперше введений у роботі [59] для опису швидкого нападу прогорклості у вареному м'ясі під час зберігання в холодильнику, що було небажаною сенсорною характеристикою учасників дискусії [60]. На відміну від прогорклості, яка розвивається повільно і стає очевидною лише

після тривалого зберігання під заморожуванням, окислені аромати легко виявити через 48 годин [61].

Таблиця 3.7

Середні значення (\pm стандартне відхилення) сенсорних оцінок вареного куриного м'яса з різними антиоксидантними обробками після обробки та після трьох, шести і дев'ять місяців зберігання в замороженому вигляді ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Обробка	Термін зберігання (мес.)				Середнє
	0	3	6	9	
<i>Зміни кольору</i>					
C	1,9 \pm 1,19	2,2 \pm 0,57	1,8 \pm 0,86	2,1 \pm 0,98	2,0 \pm 0,81
BHT	1,8 \pm 0,67	2,0 \pm 0,75	2,0 \pm 0,35	1,8 \pm 0,91	1,9 \pm 0,61
IGE	5,2 \pm 2,25	5,3 \pm 0,41	5,8 \pm 0,71	5,2 \pm 0,92	5,4 \pm 1,13
NGE	5,1 \pm 3,08	5,4 \pm 1,49	5,2 \pm 0,96	4,7 \pm 0,47	5,1 \pm 1,55
SE	3,0 \pm 1,09	2,7 \pm 0,96	3,3 \pm 0,78	2,9 \pm 0,86	3,0 \pm 0,82
Середнє	3,4 \pm 2,20	3,5 \pm 1,74	3,6 \pm 1,82	3,3 \pm 1,59	
<i>Зміни смаку</i>					
C	4,0 \pm 1,09	3,7 \pm 0,80	3,7 \pm 0,69	3,4 \pm 0,62	3,7 \pm 0,74
BHT	2,4 \pm 0,98	2,8 \pm 0,38	2,4 \pm 0,88	2,3 \pm 0,36	2,5 \pm 0,64
IGE	3,0 \pm 0,61	3,2 \pm 0,13	2,7 \pm 0,59	3,0 \pm 0,45	3,0 \pm 0,46
NGE	3,8 \pm 1,14	4,2 \pm 0,64	4,1 \pm 0,42	4,1 \pm 0,69	4,1 \pm 0,67
SE	2,3 \pm 0,93	2,3 \pm 0,22	2,4 \pm 0,51	2,5 \pm 0,11	2,4 \pm 0,47
Середнє	3,1 \pm 1,10	3,3 \pm 0,79	3,1 \pm 0,91	3,1 \pm 0,79	
<i>Зміни запаху</i>					
C	3,1 \pm 0,60	3,9 \pm 0,59	3,5 \pm 0,58	3,7 \pm 0,64	3,5 \pm 0,61
BHT	1,5 \pm 0,24	2,3 \pm 0,65	1,7 \pm 0,58	2,2 \pm 0,31	1,9 \pm 0,52
IGE	2,2 \pm 0,88	2,2 \pm 0,76	2,5 \pm 0,72	2,9 \pm 0,19	2,5 \pm 0,65
NGE	2,6 \pm 1,31	4,0 \pm 0,97	3,5 \pm 0,43	4,0 \pm 0,16	3,5 \pm 0,94
SE	1,7 \pm 0,59	2,2 \pm 0,84	2,0 \pm 0,28	2,4 \pm 0,41	2,1 \pm 0,55

Обробка	Термін зберігання (мес.)				Середнє
	0	3	6	9	
Середнє	2,2±0,90	2,9±1,08	2,6±0,90	3,0±0,81	

Що стосується ознак зміни запаху, результати продемонстрували значний ефект від обробок та часу зберігання, але ніякого ефекту від взаємодії. NGE та контроль мали суттєво вищі зміни запаху, ніж інші методи лікування (табл. 3.7). Ці результати були подібні до даних про ароматизатори, і ці зміни, ймовірно, були зумовлені тими ж причинами. У зразках обробки NGE, можливо, спостерігався вплив запаху виноградного екстракту на характерний запах вареної курятини. Під час сенсорної оцінки учасники дискусії повідомили про запах вина/винограду. Запах вина у зразках м'яса індички з екстрактом виноградних кісточок також спостерігали автори [62], який підтверджує дані цього дослідження. У зразках контрольної обробки зміни, ймовірно, відбулися внаслідок окислення ліпідів з утворенням летких сполук, характерних для окислювального згіркнення, на що вказували високі рівні TBARS та повідомлення про поганий/прогірклий запах деяких учасників дискусії під час сенсорної оцінки.

Зміни запаху зразків були нижчими при обробках з додаванням BHT, SE та IGE, без суттєвих відмінностей серед них. Таким чином, щодо цього показника IGE мав позитивні результати.

На запах обробленого курячого м'яса впливав заморожений термін зберігання. Спостерігалася незначна тенденція до зростання середніх показників зміни запаху зразків, які починали термін зберігання в середньому 2,2, а після дев'яти місяців температури замерзання досягали в середньому 3,0. Враховуючи, що панель оцінювала зразки з використанням десятибальної неструктурованої шкали, що варіюється від відсутньої (0) до інтенсивної (10), збільшення зміни запаху протягом періоду зберігання зразків на 0,8 можна вважати незначним. Однак це незначне збільшення може бути пов'язане з

розвитком окиснення ліпідів і, як наслідок, утворенням летких сполук, що спричинило запах продукту.

У дослідженнях зі свининою [37, 45] та курячим м'ясом [17] було встановлено, що контрольні зразки мали більшу інтенсивність прогірклого запаху, що підтверджує дані цього дослідження, яке представило найвищий показник зміни запаху. За даними робіт [26, 63], це втручання як у запах, так і у аромат при контрольній обробці може бути зумовлене розвитком нехарактерних ароматизаторів, які контролювали під час обробок з додаванням екстракту виноградних кісточок. Крім того, екстракт виноградних кісточок зменшив такі властивості, як затхлі та прогорклі запахи, згідно з [26].

3.7. Соціально-економічна ефективність впровадження результатів досліджень

У зв'язку з тим, що при виробництві харчових продуктів з покращеними споживчими властивостями основні витрати на освоєння нового продукту відбуваються в сфері виробництва, відсутня кількість підприємств, готових до виробництва продуктів за розробленою технологією; відсутні дані про ринкову ціну екстрактів і м'ясних продуктів, вироблених з його використанням, на даний час відсутні методики визначення ефективності впровадження результатів роботи.

Враховуючи дані обставини, для визначення сумарного соціально-економічного ефекту був застосований метод експертних оцінок, який складався з наступних етапів [64]:

- обрання експертів з фахівців м'ясопереробної галузі, санітарно-епідеміологічної служби та споживачів;
- надання експертам інформації про процедуру експертного оцінювання, зміст анкет оцінювання та про предмет експертизи;
- проведення тестування та перевірка узгодженості їх думок.

Перевірка надійності та достовірності оцінок різних експертів до однієї і тієї ж генеральної сукупності оцінок була виконана за критерієм Фішера.

Узгодженість думки експертів була оцінена за коефіцієнтом конкордації W . Даний показник склав 0,95, що свідчить про високий ступінь узгодженості між експертами.

Методика оцінювання полягала у порівнянні в відносних одиницях (існуюча технологія зберігання курячого м'яса без використання природніх рослинних антиоксидантів прийнята за 1,0) зміни статей при виробництві, споживанні м'ясопродуктів і позитивні соціальні ефекти в суспільстві від споживання даного продукту (табл. 3.8). Обробка результатів експертного опитування полягала у визначенні середнього значення оцінки, середнього квадратичного відхилення σ_i і коефіцієнта варіації V_i .

Таблиця 3.8

Порівняння статей витрат на виробництво котлет з використанням екстрактів з виноградних вичавок в сфері виробництва (в умовних показниках)

Розглянуті статті витрат в сфері виробництва	Експертна оцінка витрат		
	базовий варіант	Технологія курячого м'яса з запропонованими антиоксидантами	Відхилення
повна вартість обладнання	1	1,1	+0,1
основна і додаткова заробітна плата	1	1,012	+0,012
технологічні витрати електроенергії	1	1,02	+0,02
витрати, пов'язані з підготовкою і освоєнням нової продукції	1	1,05	+0,05
витрати на утримання та експлуатацію обладнання	1	1,04	+0,04
загальновиробничі витрати	1	1,005	+0,005
загальногосподарські витрати (реклама нової продукції та ін.)	1	1,002	+0,002
ІТОГО (Повна собівартість)	1	1,148	+0,148

Аналіз даних таблиці 3.8 показав, що собівартість технології курячого м'яса з використання природніх екстрактів за розробленою технологією збільшується на 14,8%. Даний факт пояснюється додатковими витратами на

виробництво екстрактів методами субкритичного екстрагування. Однак, враховуючи, що позитивні ефекти від виробництва фрикадельок з курячого м'яса з використанням екстрактів з виноградних вичавок, отриманих методом субкритичного екстрагування досягаються в сфері споживання і за соціальними статтями слід проаналізувати дані таблиць 3.8 та 3.9.

Таблиця 3.9

Порівняння статей витрат в сфері споживання м'ясопродуктів з використанням екстракту з вичавок винограда (в умовних показниках)

Розглянуті статті витрат в сфері споживання	Експертна оцінка позитивних ефектів		
	базовий варіант	Виробництво фрикадельок з курячого м'яса з екстрактом з виноградних вичавок	Відхилення
Скорочення охолоджуваних складських приміщень (стратегічні запаси і т.п.)	1	1,08	-0,08
Скорочення енерговитрат на охолодження складів-холодильників	1	1,10	-0,1
Зниження транспортних витрат	1	1,02	-0,02
ІТОГО	1	1,20	-0,20

Таблиця 3.10

Порівняння умовних показників соціального ефекту від споживання м'ясопродуктів, вироблених за розробленою технологією

Соціальний ефект	Експертна оцінка ефектів		
	базовий варіант	Виробництво фрикадельок з курячого м'яса з екстрактом з виноградних вичавок	Відхилення
Підвищення споживчої якості продукту	1	1,1	+0,1
Підвищення харчової цінності продукту	1	1,1	+0,1
Підвищення рівня життя споживачів даної продукції	1	1,1	+0,1

Зниження захворюваності населення від вживання недоброякісної продукції	1	1,05	+0,05
Збільшення ринку збуту даної продукції експедиціями, туристами і ін.	1	1,03	+0,03
ІТОГО	1	1,38	+0,38

Порівняння умовних показників соціального ефекту від споживання м'ясопродуктів, вироблених за розробленою технологією (табл. 3.10) свідчить, що у сфері споживання розробленої продукції, вироблених з використанням екстрактів з антиоксидантами (екстрактами з виноградних вичавок), забезпечується 20% збільшення прибутку; позитивний соціальний ефект від випуску продукту харчування високої споживчої якості тривалого терміну зберігання був оцінений в 38% в порівнянні з ефектом від споживання продуктів з курячого м'яса, вироблених в даний час без використання природніх антиоксидантів.

Таким чином, очікуваний соціально-економічний ефект від впровадження результатів досліджень може скласти до 38% від обсягу виробництва і споживання розробленої продукції.

ВИСНОВКИ

Аналіз сучасної науково-технічної інформації підтвердив, що вирішення проблеми дослідження впливу додавання екстрактів з вичавок винограда сортів Ізабель і Ніагара на окислення ліпідів, інструментальний колір, кислотність і сенсорні властивості сирого і приготованого курячого м'яса, яке було запаковано у вакуумну упаковку і зберігається при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ дев'ять місяців є актуальним и може бути класифіковане як нове рішення даної проблеми.

Експериментальними дослідженнями визначені оптимальні параметри процесу екстрагування фенолів у середовищі субкритичної води (температура $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, тиск 10 МПа , розміру фракції $0,2\text{-}0,4\text{ мм}$ та гідромодуль $1:10$, тривалість екстрагування $65\pm 2,5\text{ хв.}$). Дані параметри процесу забезпечують вихід загальних фенолів з вичавок винограда сорту Ізабель $784,25\pm 175,86\text{ мг GAE}/100\text{ г}$ сухої ваги та з вичавок винограда сорту Ніагара - $941,66\pm 126,59\text{ мг GAE}/100\text{ г}$ сухої ваги.

Не було зареєстровано суттєвої різниці між обробками синтетичними антиоксидантами (BHT та SE) та обробками природними екстрактами (IGE та NGE), що демонструє ефективність екстрактів з виноградних вичавок як антиоксидантів у курячому м'ясі. Механізм захисного ефекту на окислення ліпідів може бути обумовлений тим, що екстракт виноградних вичавок багатий проантоціанідинами, які мають безліч механізмів своєї антиоксидантної активності та здатності секвеструвати радикали, хелатні метали та синергізувати з іншими антиоксидантами.

Використання екстрактів з виноградних вичавок винограда сортів Ізабель та Ніагара не змінювало значення кислотності рН необроблених та приготованих зразків або кольору зразків сировини, але вони сприяли змінам кольору приготовленого продукту, про що свідчать результати сенсорних та приборних методів дослідження. Під час сенсорної оцінки лише екстракт NGE значно впливав на природний смак та запах курячого м'яса.

Таким чином доведено, що використання екстрактів з вичавок винограду сортів Ізабель та Ніагара у якості природних антиоксидантів у поєднанні з використанням вакуумної упаковки та зберігання при мінусових температурах (-18°C) може вважатися ефективним методом уповільнення окислення ліпідів як у сирому, так і у вареному обробленому курячому м'ясі.

ПРОПОЗИЦІЇ

Результати досліджень можуть бути використана м'ясопереробними підприємствами та дозволить виготовляти продукцію з підвищеними споживними властивостями та збільшити терміни її зберігання.

Реальність перспектив практичного впровадження ґрунтується на достовірності отриманих даних та результатах сенсорного оцінювання якості продукції, виробленої за запропонованою технологією.

Очікуваний соціально-економічний ефект від впровадження результатів досліджень при використанні екстрактів виноградних вичавок, отриманих у середовищі субкритичної води може скласти до 38% від обсягу виробництва і споживання виробленої продукції.