

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет харчових технологій
Кафедра технології харчування

До захисту допускається

Завідувач кафедри технологій та
безпеки харчових продуктів
Марина САМІЛИК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

на тему: **«РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З
ПОДОВЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ПРИДАТНОСТІ»**

Виконав: _____ **Максим ГОЛОВКО**
(підпис) (прізвище, ініціали)

Група: ХТ 2023М
(номер)

(Науковий) керівник: _____ **Марина САМІЛИК**
(підпис) (прізвище, ініціали)

Суми 2024

Анотація

Максим ГОЛОВКО тема «Розробка технології м'ясних напівфабрикатів з подовженим терміном придатності».

Робота викладена на 60 сторінках, містить 7 рисунків. Для виконання використано 94 літературних джерела.

Робота присвячена розробці рецептури та технології виготовлення м'ясних напівфабрикатів (котлет) із горобиновим порошком.

Додавання 2% добавки дозволяло зберегти приємний смак, запах та зовнішній вигляд виробів. Завдяки великій кількості барвних речовин, зразок у сирому вигляді нагадував м'ясо яловичини. Після термічної обробки колір був характерним для курячих котлет. За рахунок введення у рецептуру порошку із чорноплідної горобини знижується вміст вологи у фарші та напівфабрикаті. Знижується масова частка жиру до 17%.

Введення у рецептуру порошку із чорноплідної горобини сприяло зниженню рН ймовірно через високий вміст органічних кислот у порошку із горобини. Через 8 місяців зберігання рівень рН зразків із горобиновим порошком (1,2) знаходився в межах норми. У фаршах протягом 8 місяців ВЗЗ фаршу знаходився в межах норми.

Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г фаршу дещо знижується за рахунок додавання горбинового порошку. Ймовірно, це пов'язано з антиоксидантними властивостями горбинового порошку.

Результати розрахунку показали, що додавання 2% порошку із горобини призводить до зниження енергетичної цінності напівфабрикатів на 51 кДж. Це спричинено тим, що при внесенні у рецептуру порошку знижується вміст білків та жирів.

Ключові слова: м'ясний напівфабрикат, горбиновий порошок, антиоксидантна активність, органолептичні показники, фізико-хімічні властивості.

Abstract

Maksym HOLOVKO topic "Development of semi-finished meat technology with extended shelf life".

The work is laid out on 60 pages, contains 7 figures. 94 literary sources were used for implementation.

The work is devoted to the development of the recipe and production technology of meat semi-finished products (cutlets) with mountain ash powder.

The addition of 2% of the additive made it possible to preserve the pleasant taste, smell and appearance of the products. Due to the large amount of coloring substances, the raw sample resembled beef meat. After heat treatment, the color was characteristic of chicken cutlets. Due to the introduction of black rowan powder into the recipe, the moisture content in minced meat and semi-finished products is reduced. The mass fraction of fat decreases to 17%.

The introduction of black rowan powder into the recipe contributed to a decrease in pH, probably due to the high content of organic acids in the rowan powder. After 8 months of storage, the pH level of samples with mountain ash powder (1.2) was within the normal range. In mincemeat, the VZZ of mincemeat was within the normal range for 8 months.

The amount of mesophilic aerobic and facultatively anaerobic microorganisms, CFU in 1 g of minced meat is slightly reduced due to the addition of mountain ash powder. This is probably due to the antioxidant properties of mountain ash powder.

The calculation results showed that the addition of 2% rowan powder leads to a decrease in the energy value of semi-finished products by 51 kJ. This is due to the fact that when the powder is added to the recipe, the content of proteins and fats decreases.

Key words: semi-finished meat, mountain ash powder, antioxidant activity, organoleptic indicators, physicochemical properties.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ	9
1.1. Хімічний склад плодів горобини чорноплідної продуктів її переробки	9
1.2. Застосування горобини чорноплідної та продуктів їх переробки у харчовій промисловості	12
1.3. Застосування рослинних добавок у виробництві м'ясних напівфабрикатів	16
Висновки до розділу 1	24
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1. Схема та методика проведення досліджень	25
2.2. Розробка рецептури м'ясних напівфабрикатів	28
Висновки до розділу 2	30
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ, ТЕХНОЛОГІЇ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ	31
3.1. Результати органолептичних показників якості котлет	31
3.2. Фізико-хімічні показники якості дослідних зразків	32
3.3. Результати дослідження рН дослідних зразків	33
3.4. Результати дослідження ВЗЗ дослідних зразків	33
3.5. Мікробіологічні показники якості дослідних зразків м'ясних напівфабрикатів	35
3.6. Результати розрахунку харчової цінності м'ясних напівфабрикатів	35
3.7. Технологія виробництва м'ясних напівфабрикатів із горобиновим порошком	37

Висновки до розділу 3	38
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ГОРОБИНОВИМ ПОРОШКОМ	40
Висновки до розділу 4	43
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ГОРОБИНОВИМ ПОРОШКОМ	44
Висновки до розділу 5	47
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48

ВСТУП

Актуальність теми. Використання лікарських рослин та їх виділених екстрактів і сполук у профілактиці та лікуванні різних захворювань є давньою практикою, і сучасний процес відкриття ліків значною мірою походить від традиційної фітотерапії. Постійно робляться спроби виявити біологічно активні сполуки з природних джерел і оцінити їх потенційне використання для зміцнення здоров'я. Фенольні сполуки (фенольні кислоти, флавоноїди, стильбени, кумарини та лігнани) з трав/рослин привернули підвищену увагу через їх різноманітну біологічну активність. Крім того, зростає інтерес до ліпідних характеристик нетрадиційних рослинних олій як джерела біологічно активних компонентів і функціональних поживних речовин (фітохімічних речовин, жиророзчинних вітамінів і незамінних жирних кислот) для харчування людини та медичних застосувань.

Aronia melanocarpa, що належить до родини Rosaceae, є рослиною, відомою як «Чорна аронія» за кольором її ягід (чорноплідна горобина). Рослина *A. melanocarpa* є рідною для східних частин Північної Америки. У 1900-х роках вона була завезена до деяких європейських країн (зокрема до України, Польщі, Німеччини, Швеції, Норвегії та Фінляндії), а в 1976 році до Японії. Зараз рослина культивується майже в усьому світі, але найбільшій популярності вона набула в Європі, де її вирощують як важливу технічну культуру, що дає плоди, які використовуються харчовою промисловістю.

Залежно від таких факторів, як сорт, удобрення, дозрівання або кліматичні умови, а також дата збору врожаю, чорноплідна горобина (*Aronia melanocarpa*) відрізняється вмістом мінералів, вітамінів, вуглеводів, амінокислот, органічних кислот, жирів, ароматичних сполук і особливо поліфенолів, речовин, які благотворно впливають на здоров'я. Загальний вміст найважливіших інгредієнтів, поліфенольних сполук, впливає на багато доведених властивостей чорноплідної горобини, таких як антиоксидантна, протизапальна, гіпотензивна, протівірусна, протипухлинна, антитромбоцитарна, протидіабетична та

антиатеросклеротична відповідно. Поліфенольні сполуки, такі як антоціани, флавоноїди, проціанідини та фенольні кислоти в різних нормах і кількостях відповідають за всі згадані дії. В організмі людини вони зазнають різноманітних біотрансформаційних процесів, що підсилює їх біоактивність всередині та поза клітинами. Останнім часом чорноплідна горобина користується значною популярністю через її вплив на здоров'я людини, а не лише через її поживну цінність.

Основними поживними та корисними для здоров'я компонентами *Aronia melanocarpa* є поліфеноли, цукри, мінерали та вітаміни. Багато досліджень *in vitro* та *in vivo* підтверджують, що ці речовини виявляють численні поживні та фізіологічні властивості, такі як антиоксидантна, протизапальна, гіпотензивна, противірусна, протипухлинна, антитромбоцитарна, протидіабетична та антиатеросклеротична. Продукти та побічні продукти *Aronia melanocarpa* вимагають широкого спектру досліджень для подальшого підтвердження їх безпеки, ефективності та заявленого механізму дії, особливо в дуже популярних сьогодні противірусних діях. Краще розуміння ролі продуктів і побічних продуктів *Aronia melanocarpa* в харчуванні людини та їхнього внеску в здоров'я також може мати велике значення. Дані, наявні в літературі, демонструють потенціал аронії як повноцінного та здорового дієтичного продукту з багатьма функціями та перевагами.

Асортимент м'ясних напівфабрикатів великий, проте відсутні дослідження щодо можливого поєднання м'ясного фаршу із горобиновим порошком. Це може сприяти стійкістю виробів при зберіганні.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дане дослідження виконувалося в межах тематики кафедри технологій та безпечності харчових продуктів: «Розробка технологій виробництва харчових продуктів з доданою вартістю на принципах сталого розвитку»

Мета роботи – розробка способу подовження терміну придатності м'ясних напівфабрикатів за рахунок нетрадиційної рослинної сировини.

Для досягнення поставленої мети запропоновано наступні **завдання дослідження:**

1. Обґрунтувати застосування горобинового порошку у технології виробництва м'ясних напівфабрикатів;
2. Дослідити вплив горобинового порошку на органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники якості м'ясного напівфабрикату;
3. Встановити харчову цінність м'ясних напівфабрикатів із горбиновим порошком.

Об'єкт дослідження: технологія м'ясних напівфабрикатів збагачених порошком із чорноплідної горобини.

Предметом дослідження є порошок із чорноплідної горобини, органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники якості м'ясних напівфабрикатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше досліджено вплив порошку із чорноплідної горобини на харчову цінність та термін придатності м'ясних напівфабрикатів.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

1.1. Хімічний склад плодів горобини чорноплідної продуктів її переробки

Ягоди *A. melanocarpa* широко визнані як цінне джерело біологічно активних фенольних сполук, таких як флавоноїди (головним чином антоціани, проантоціанідини, флаванолі та флавонолі), фенольні кислоти (хлорогенова, неохлорогенова, кавова) і дубильні речовини [1,2,3]. Поліфенольні сполуки є найважливішими складовими ягід чорного *A. melanocarpa*, що становить 10,6–197,0 мг/г сухої ваги і 6,9–25,6 мг/г свіжої ваги як еквіваленти галової кислоти [4], і водорозчинний пігмент антоціан відповідає за характерний чорний і темний колір чорноплідної горобини синій/фіолетовий колір [5,6].

Крім того, вуглеводи (сорбіт, фруктоза, глюкоза, сахароза), органічні кислоти (хінна, яблучна, лимонна, шикімова, щавлева, бурштинова), амінокислоти, білки, мінеральні речовини (K, Ca, P, Mg, Na, Fe, Se, Zn), вітаміни (аскорбінова кислота, вітаміни E, B, K), ароматичні сполуки, клітковина, жири. серед компонентів ягід виявлено кислоти, каротиноїди та ефірну олію [7,8].

Повідомлялося про значення від 0,09% до 0,17% для загального вмісту ліпідів у свіжих плодах чорноплідної горобини, в основному представлених гліцеридами (лінолева кислота як основна жирна кислота), за якими йдуть фосфоліпіди та стерин [9]. Серед летючих компонентів чорноплідної горобини основними сполуками були визначені бензальдегід ціаногідрин, синильна кислота та бензальдегід [8].

Хімічний склад ягід *A. melanocarpa* залежить від кількох факторів, включаючи екологічні та кліматичні умови (район вирощування та характеристики ґрунту), технології вирощування, генетичні ознаки (сорт, генотип і сорт), зрілість ягід, гідратацію та способи збирання та умови зберігання.

Екстракти та сполуки, отримані з ягід горобини, широко використовуються в харчовій, косметичній та фармацевтичній сферах через їх

позитивний вплив на здоров'я, включаючи антиоксидантну [10], протизапальну дію [11], протипухлинну [12], проти старіння, антимікробну, противірусну, антидіабетичну, антиатеросклеротичну, антиадипогенну, гіполіпідемічну [13], антимутагенну, гіпотензивну, гепатопротекторну, гастропротекторну, нейропротекторну, і кардіопротекторні властивості.

Для отримання збагачених фенолом екстрактів зі свіжих/сушених ягід горобини використовувалися різні полярні розчинники/процеси екстракції, такі як струшування при кімнатній температурі з 80% ацетоном/0,5% мурашиною кислотою, мацерація етанолом або 50–99% етанол [14], екстракція з 70% етанол на ультразвуковій водяній бані [15], відвар і настій.

Чорноплідна горобина містить численні сполуки, такі як вуглеводи, органічні кислоти, амінокислоти, мінерали, вітаміни, ароматичні сполуки та поліфеноли [16]. Хімічний склад плодів чорноплідної горобини залежить від багатьох факторів, включаючи кліматичні умови, склад ґрунту, зрілість ягід, способи збору врожаю та умови зберігання, і значно відрізняється від інших плодів більшою кількістю поліфенолів [17]. Поліфеноли є носіями характерного смаку, запаху, кольору, поживної цінності та антиоксидантної активності [18].

Ягоди аронії меланокарпа містять харчові волокна в розмірі 5,6 г/100 г, де вміст клітковини в вичавках коливається від 63% до 78% DM [19]. Дані, представлені [20], показали, що харчові волокна вичавок чорноплідної горобини характеризуються значним вмістом целюлози (35%), геміцелюлози (34%), лігніну (24%) і пектину (8%). Побічні продукти чорноплідної аронії, багаті харчовими волокнами, вважаються джерелом цінних інгредієнтів для харчових добавок і функціонального харчування [21].

Загальний вміст жиру в ягодах був проаналізований до 0,14 г/100 г FW, де найбільша кількість виявлена у кісточках та фракції шкірки. Вміст жиру в вичавках становив від 3% до 14% сухої речовини, де найбільш жирними були насіннєві фракції вичавок. Насіння містило 19,3 г/кг гліцеридної олії. Показано, що олія, отримана з аронії меланокарпа, багата фосфоліпідами, стеролами та токоферолами. Жирнокислотний склад висушених вичавок і насіння

характеризувався високим вмістом поліненасичених жирних кислот (73,6% від загальної кількості жирних кислот) з лінолевою кислотою як основною жирною кислотою [22].

Наявність і кількість органічних кислот сильно впливає на сприйняття їжі. Чорноплідна горобина має низький вміст органічних кислот, який коливається від 1,1% до 1,4% [23,24]. Основними кислотами, виявленими у свіжих ягодах, були L-яблучна (13,1 г/кг), лимонна (2,1 г/кг) і хінна (5,9 г/кг) кислоти. Щавлева кислота та бурштинова кислота були виявлені як другорядні компоненти. Вміст вільних кислот у вичавках низький, оскільки вони переходять у сік з іншими розчинними речовинами. Серед органічних кислот у вичавках домінує галактуронова кислота (5–16 г/кг).

Кількість білка в плодах була низькою і становила 0,7 г/100 г. Загальний вміст білка в висушених вичавках коливався від 5% до 24%, тоді як глютамінова кислота, аспарагінова кислота та аргінін були найбільш поширеними амінокислотами [22]. Було також виявлено, що безнасінна фракція вичавок мала значно нижчий вміст білка, ніж насіння.

Цукор є основними вуглеводами в *Aronia melanocarpa*, тоді як загальний вміст цукру може коливатися від 68 до 158 г/кг [25]. Дослідження [14] показали, що вміст глюкози коливається між 11–40 г/кг, фруктози 14–42 г/кг і сорбітолу 44–76 г/кг FW. Сахароза виявлена в ягодах у кількості до 0,34 %. Сахаридний склад фруктових вичавок може відображати інтенсивність процесу виробництва соку, який часто пов'язаний з ферментативними процесами, а також додатковою стадією екстрагування вичавок після першого віджиму. Загальний вміст цукру в вичавках становив 84 г/кг, тоді як вичавки характеризувались меншим вмістом цукрових сполук (2,7–3,5% сухої речовини) з домінуючим компонентом сорбіту (цукровий спирт). Також було зазначено, що фракції насіння вичавок мають значно більший вміст сахарози та глюкози, ніж фракції без насіння.

Кількість вітамінів і мінералів у чорноплідній горобині та їх внесок у рекомендовану добову норму споживання наведено в таблиці 2 . Свіжовичавлений сік містить вітаміни B1 (25-90 мкг/100 мл), B2 (25-110 мкг/100

мл), В6 (30-85 мкг/100 мл), аскорбінову кислоту (5-100 мг/100 мл).), пантотенова кислота (50-380 мкг/100 мл) і ніацин (100–550 г/100 мл). Мінеральний вміст (зольність) свіжої чорноплідної горобини виявилося 4–6 г/кг, тоді як вміст у соку становив 5 г/кг [26]. Загальний вміст золи в вичавках був на рівні 1,4–3,9 %, де найбільшу зольність мала насіння.

Автори [27] повідомили, що домінуючими макроелементами свіжої чорноплідної горобини, соку, вичавок і листя є калій і кальцій. Крім того, було особливо підкреслено важливість макроелементів, відповідальних за контроль і регуляцію метаболізму. В іншому випадку мікроелементи відіграють важливі біологічні ролі як невід’ємна частина ферментів або білкових структур і беруть участь у транспорті електронів, накопиченні кисню, окисно-відновних процесах, транспорті металів і біохімічних процесах [28]. Основними мікроелементами, знайденими у висушених вичавках, були Fe, Zn і Cu, а побічні продукти також містять Mn і Sn.

У *Aronia melanocarpa* ідентифіковано понад 48 летючих сполук, де найбільш важливими за кількістю є амігдалін та інші, такі як бензальдегід, ціаногідрин, синильна кислота, бензальдегід, бензиловий спирт, 2-фенілатанол, фенілацетальдегід та багато інших. Основні сполуки аромату соків належать до наступних хімічних груп: спирти (48,9 %), кетони (30,3 %), вуглеводні (0,2 %), кислоти (5,8 %), альдегіди (2,9 %), терпени (0,6%), складні ефіри (0,3%) та інші (1,3%). Найбільш поширеними сполуками в соку були 3-пентен-2-он (23,6%), 1-гексанол (18,2%) і 2-гексен-1-ол (11,1%). Амігдалін, ціаногенний глікозид, відповідає за гірко-мигдальний запах свіжих фруктів. Переважає переважно у фракціях насіння; тому необхідне видалення насіння з вичавок під час виробництва харчових волокон і поліфенольних препаратів. Ціаногенні сполуки, присутні в рослинах у формі глікозидів, можуть бути шкідливими через вивільнення ціаніду водню при жуванні та перетравленні [29].

Поліфеноли є найважливішими антиоксидантами в раціоні людини. Чорноплідна горобина є одним із найбагатших джерел поліфенолів серед інших ягідних фруктів [30] і має високий вміст проціанідинів, антоціанідинів і

фенольних кислот, тоді як флавоноли присутні в низьких кількостях. Дослідники [31] повідомляють, що поліфенольний склад чорноплідної горобини значно змінюється під час розвитку та дозрівання плодів, де найбільший вміст загальних поліфенолів спостерігався для незрілих плодів.

Незважаючи на те, що обробка впливає на вміст фенолів у кінцевих продуктах, які надходять до споживачів [32], було виявлено, що продукти аронії меланокарпа містять велику кількість поліфенолів [33]. Автори показали, як погодні умови, такі як температура та інсоляція, впливають на вміст фенолів у соку. Встановлено, що умови теплого та сухого клімату позитивно впливають на підвищення вартості загальних фенолів. Загальний вміст поліфенолів у вичавках знаходиться в діапазоні від 3100 до 6300 мг/100 г сухої речовини і вище у фракціях без насіння вичавок порівняно з фракціями з насінням. Поліфеноли також виявлені в листі. Загальний вміст фенолів в екстрактах листя може коливатися від 1946 до 9148 мг/100 г і був вищим у зразках листя, зібраних на більш зрілій стадії. Часте споживання харчових компонентів, таких як поліфеноли, є бажаним і відповідає пораді їсти п'ять або більше порцій фруктів і овочів на день. В даний час важко точно рекомендувати, які дози конкретних поліфенолів слід споживати через продукти, щоб досягти максимальної користі [34].

Полімерні проціанідини були визначені як основний клас поліфенольних сполук і складають 66% поліфенолів фруктів. Полімерні флаван-3-оли складаються переважно з (-)-епікатехіну як конститутивних одиниць проціанідинів, з'єднаних переважно зв'язками C4-C6 і C4-C8. Дослідження показують, що майже 40% антиоксидантної активності чорноплідної горобини пояснюється проціанідинами [35]. Розмір молекул проціанідину можна описати ступенем їх полімеризації. Вільна сполука епікатехін також присутня в чорноплідній горобині, тільки його концентрація значно нижча порівняно з полімерними проціанідинами [36]. Найвищий вміст загальних проціанідинів спостерігався для незрілих плодів, у той час як вміст знижувався під час розвитку плодів. У вичавках виявлено вищий вміст полімерних проціанідинів, ніж у соку

та свіжій чорноплідній горобині. Дослідження авторів повідомляють про більший вміст проціанідинів у безнасінних фракціях вичавок. Проціанідини, серед інших фенольних сполук, надають терпкий ефект під час споживання фруктів.

Чорноплідна горобина є одним із найбагатших рослинних джерел антоціанів. Антоціани в аронії становлять близько 25% від загальної кількості поліфенолів. В основному це суміш чотирьох різних глікозидів ціанідину: 3- О - галактозид (68,9%), 3- О -глюкозид (1,3%), 3- О -арабінозид (27,5%) і 3- О - ксилозид (2,3%). Крім того, кількості пеларгонідину 3- О -галактозиду та пеларгонідинарабінозиду були виявлені в слідах. Загальний вміст антоціанів може коливатися від 307 до 1480 мг/100 г. У дослідженні [31] частка антоціанів становила 41% від загальної кількості поліфенолів, що було набагато вище порівняно з часткою в червоній малині (19%) і полуниці (23%). Крім того, збільшення концентрації антоціанів під час дозрівання сприяє посиленню кольору та візуальної привабливості плодів. При переробці фруктів загальна кількість антоціанів може бути значно нижчою. Було показано, що листя аронії містить низьку кількість антоціану. Загальний вміст антоціанів, виявлених у листках, становив менше 2 мг/100 г сухої води.

Фенольні кислоти становлять 7,5% поліфенолів чорноплідної горобини, а основною сполукою, знайденою у фруктах, була хлорогенова кислота. Встановлено, що концентрація фенольних кислот у соку (808,9 мг/100 г сухої води) була вищою, ніж у вичавках (373,6 мг/100 г сухої води), що свідчить про його добру розчинність у воді [37]. Переважаючими сполуками у всіх екстрактах листя з усіх трьох видів аронії були хлорогенова та неохлорогенова кислоти, у той час як у листі аронії арбутифолії було оцінено високі кількості розмаринової кислоти [38].

Багато досліджень показали, що аронія має низький вміст флавонолів, близько 1,3% від загальної кількості поліфенолів. Здебільшого це був кверцетин, тоді як найбільш поширеними є глікозиди, включаючи 3- О -рутинозид, 3- О - галактозид і 3 -О -глюкозид. Кверцетин-3- О -віціанозид, а також кверцетин-3-

робінобіозид були присутні в слідових кількостях [39]. Аналіз показав, що загальний вміст флавонолів у листках (180–786 мг/100 г сухої води) був вищим, ніж у плодах (12–44 мг/100 г сухої води).

Плоди чорноплідної горобини містять у середньому на сировину 24,4–29,2 % сухих речовин, 16,0–21,1 % розчинних речовин, 6,5–8,9 % цукрів, 0,40–0,80 % пектинових речовин, 0,95–2,15 % органічних кислот. Біологічно активними компонентами плодів чорноплідної горобини є аскорбінова кислота (24,7–45,9 мг/100 г), загальні поліфеноли (998–4840 мг/100 г), у тому числі антоціанідини (9–217 мг/100 г), флавоноїди (23–1422 мг/100 г), халкони (9–59 мг/100 г) [40].

Незважаючи на численні дослідження плодів чорноплідної горобини та отриманих з них екстрактів, у науковій літературі немає інформації про основний хімічний склад та поліфенольний склад вичавок, отриманих у результаті промислової переробки плодів. Ці дані є надзвичайно важливими, оскільки вичавки чорноплідної горобини характеризуються великою морфологічною різноманітністю, тобто вони складаються з шкірки та легких сполук м'якоті плоду, а також насіння та агломератів вищевказаного, тому потрібна інформація про вміст певних біоактивних речовин. сполук у різних морфологічних частинах у разі використання вичавок чорноплідної горобини як потенційного джерела для отримання поліфенольних препаратів, харчових волокон та жирових екстрактів.

1.2. Застосування горобини чорноплідної та продуктів їх переробки у харчовій промисловості

Корінні американці використовували ягоди *A. melanocarpa* в їжу та в медицині, зокрема як настій для лікування застуди, а кору використовували як в'яжучий засіб. Їстівні чорні ягоди *A. melanocarpa* (діаметром близько 1 см), що характеризуються дещо кислуватим і терпким смаком, використовуються в харчовій промисловості для виробництва сиропів, соків, джемів, желе (завдяки наявності пектину), варення, пюре, нектари, вина, шнапс, настоянки, фруктові

наливки (чай), хлібобулочні вироби, фруктові десерти та харчові добавки. Збір урожаю чорноплідної горобини проводять, як правило, протягом серпня-вересня.

Чорноплідна горобина рідко споживається безпосередньо через її терпкий смак, але вона використовується в харчовій промисловості для виготовлення соків, нектарів, сиропів, джемів, консервів, вин, настоянок і фруктових десертів [41]. Проте антиоксидантний потенціал плодів чорноплідної горобини може змінюватися під час обробки. Тому необхідно визначити, як обробка впливає на ці властивості [42,43].

В даний час процеси екструзії-варіння все частіше використовуються в переробці снєків [44,45]. Контроль впливу процесу екструзії-варіння на зміни функціональних компонентів, а також фізичних властивостей і текстури все ще є однією з найбільших проблем у його розвитку [46,47].

Тим не менш, включення корисних для здоров'я компонентів може підвищити поживний потенціал цього типу продукту [48,49,50], і чорноплідна горобина є потенційним кандидатом для посилення цього.

Для того, щоб виробляти екструдовані закуски або інші продукти з високою харчовою якістю та прийнятним сенсорним профілем, важливо розуміти фізичні та хімічні зміни, які відбуваються під час екструзійного приготування [51,52].

Тому необхідно провести ряд досліджень, щоб визначити, які якісні зміни викликані цим процесом. Дослідження, проведені досі в області екструзійного приготування їжі, показали, що користь для здоров'я споживання чорноплідної горобини може бути доступна через правильно розроблені безпосередньо розширені функціональні закуски та сухі сніданки [53].

Дійсно, на збереження функціональних сполук чорноплідної горобини (проціанідинів або гідроксикоричних кислот) не вплинули зміни умов обробки, як повідомили Schmid et al. [54] у додаванні 25% вичавок чорноплідної горобини до текстурованих пластівців, або Oniszczuk et al. [55], якщо 5, 10, 15 і 20%

сушених плодів чорноплідної горобини використовували в екструдованих швидкорозчинних кашах на основі кукурудзяної крупи.

Інше дослідження вивчало вплив процесу екструзії на фізичні властивості та поживний склад вичавок чорноплідної горобини. Було виявлено, що процес екструзії-варіння зменшує вміст антоціанів і клітковини, одночасно збільшуючи внесок простих цукрів [56].

Також було встановлено, що екструдовані кукурудзяні листки з додаванням вичавок чорноплідної горобини (5–20%) мають значно вищу антиоксидантну активність, ніж контроль експерименту [57]. Проте інші дослідники прийшли до висновку, що додавання сушених плодів чорноплідної горобини до безглютенових пряно розширених кукурудзяних снєків не повинно перевищувати 15%, оскільки додавання більшої кількості призвело до несприятливого збільшення твердості продукту [58].

Ще в інших дослідженнях було виявлено, що екструдати, що містять 25% порошку вичавок чорноплідної горобини, мають прийнятну технофункціональність і сенсорні фізичні властивості, тоді як більша кількість фруктових вичавок призвела до зменшення розширення та розміру пір трохи темніших і м'яких екструдатів [59]. Застосування свіжої м'якоті чорноплідної горобини у складі снєкових пелет ще не досліджено, тому, крім наукових, перевагами представлених досліджень є практичні аспекти розробки та переробки нових видів функціональних продуктів.

1.3. Застосування рослинних добавок у виробництві м'ясних напівфабрикатів

Моделювання багатокомпонентних багатофункціональних продуктів з використанням не тільки харчової сировини рослинного і тваринного походження, а й різноманітних біологічно активних добавок є найпоширенішим способом створення нових харчових продуктів із заданими властивостями в XXI столітті [61].

Одним із способів збагачення їжі необхідними мікроелементами є вживання зернових і бобових культур. У 50-х роках ХХ століття пророщена пшениця після численних досліджень біохімічного складу посіла лідируючі позиції у світовому дієтології. У багатьох країнах зародки пшениці включили в щоденний раціон, і вони стали основною основою більшості систем «правильного», «здорового» харчування.

Вивчення споживчих властивостей та збереження м'ясних продуктів з використанням як консервантів речовин рослинного походження, зокрема ісландського моху та розторопші, представляє практичний та теоретичний інтерес, вони сприяють збільшенню терміну придатності швидкопсувних м'ясних продуктів при низькому зберіганні. Вивчення впливу екстрактів цетрарії ісландської та розторопші плямистої на якісні характеристики м'ясних продуктів представляє великий інтерес для м'ясної промисловості.

Найпоширеніші інгредієнти рослинних м'ясних альтернатив включають сою, бобові (наприклад, нут, сочевиця, горох), білки зерна (клейковина з рису, вівса, ячменю або пшениці), барвники (кмин, каротин, лікопін, буряковий сік) і ароматизатори (спеції, зелень, дріжджовий екстракт, паприка, цукор, гриби). Крім перерахованого, для надання текстури і властивостей, схожих на м'ясо, використовуються олії (соняшникова, кокосова, пальмова та ін.), а також різні «структурні» інгредієнти, що відповідають за зв'язок і стійкість форми (карагенан, крохмаль, целюлоза та ін.). Крім того, згадані суміші можуть бути збагачені різними вітамінами та іншими біоактивними інгредієнтами [62].

Соя (*Glycine max*) є бобовою культурою, яка широко поширена в східно-азіатській частині світу. Це однорічний вид, який здебільшого культивується, оскільки боби рослини їстівні та мають щільний поживний склад — багаті на білки, жири, вуглеводи, клітковину, мікроелементи та вітаміни [63]. Загалом соєві боби містять близько 35–40% білка, 20% ліпідів, 9% харчових волокон і 8,5% вологи.

З точки зору технологічної придатності соєві білки мають велике значення для харчової промисловості, оскільки їх білки здатні підвищувати

водоутримуючу здатність, зв'язувати жир і мати гелеутворюючі властивості. Хоча він вважається чудовим джерелом білка для вегетаріанців, веганів і флексітаріанців, його використання також супроводжується суперечками, пов'язаними з генетично модифікованими культурами [64]. До інших проблем, пов'язаних з його вживанням, відноситься висока алергенність сої.

Соєве борошно виробляється шляхом подрібнення соєвих пластівців, які можуть бути повножирними або знежиреними, і вважається найменш обробленим і найдешевшим видом сої, який містить близько 50% білка. Концентрат містить приблизно 70% білка, і він виготовляється за допомогою спиртової екстракції, тоді як ізолят виробляється за допомогою спиртової екстракції в поєднанні з кислотним осадженням рН, що підвищує вміст білка до 90% [65]. Соєві білки можна використовувати безпосередньо в м'ясних аналогових сумішах, або вони можуть пройти текстурування [66].

Інші рослини з сімейства Fabaceae - горох, який може включати різні сорти, такі як садовий або польовий горох. За даними Kumari and Deka [67], зелений горошок містить 20-50 г крохмалю, 17-22 г вуглеводів, 14-26 г харчових волокон, 6,2-6,5 г білка, 0,4 г жиру і 1,0 г/100. г золи з помітною кількістю вітамінів і мінералів. Вони багаті лізином і треоніном, мають низький глікемічний індекс і мають багато корисних ефектів, допомагаючи запобігти та лікувати рак [68]. З технологічної точки зору білки гороху важливі, оскільки вони можуть утворювати гелі та емульсії та стабілізувати піни [69]. Однак, порівняно з соєвими білками, їх гелеутворююча здатність значно нижча, тому суміші повинні бути доповнені різними солями або структурними агентами, щоб отримати гелі з такими ж текстурними властивостями, як ті, що виготовлені з соєвих білків [70]. Вищу гелеутворюючу здатність сої в порівнянні з горохом можна пояснити тим, що соя має компоненти, які підвищують її водоутримуючі, гелеутворювальні та жиропоглинаючі властивості, а також вищим ступенем розгортання білка соєвих білків під час обробки [71].

Нут (*Cicer arietinum*) був відомий і використовувався в харчових продуктах з давніх часів, але зараз його популярність зростає, оскільки потреби та запити

споживачів повільно, але неухильно зміщуються в бік продуктів рослинного походження. Також до його переваг можна віднести відсутність алергенності та фітоестрогенів. Білки нуту можна використовувати у формі порошкоподібного ізоляту, який містить усі незамінні амінокислоти та має високу амінокислотну оцінку [72]. Відомо, що він багатий білками, які включають глобулін, альбумін, проламін і глютен [73]. Найбільшою проблемою для білків нуту є його низька розчинність у воді та залежність його функціональних властивостей (желеутворення, емульгування та піноутворення) від значення рН середовища, що, як наслідок, робить його застосовним у виробництві харчових продуктів. Однак ці перешкоди можна подолати за допомогою модифікації білка за допомогою термічної, механічної або ферментативної обробки.

Kaur і Singh [74] досліджували функціональні та термічні властивості індійського нуту та визначили, що значення піноутворюючої здатності коливаються від 30,4 до 44,3%, що значно нижче, ніж піноутворювальна здатність ізолятів соєвого білка (235%) через високу частку глобулінів, які не схильні до поверхневої денатурації. Проте стійкість пін, отриманих з використанням білків нуту, була досить високою (94,7 % після 120 хв зберігання).

Сочевиця (*Vicia lens* або *Lens culinaris*) також є стародавньою культурою, яка продається як зелена або червона сочевиця. Вони є багатим джерелом білка, харчових волокон, складних вуглеводів, заліза, цинку та вітамінів групи В, а також мають високий вміст фенольних сполук [75]. Насіння сочевиці містить в середньому 26% білка, причому вміст білка змінюється в залежності від географічного походження та клімату. Здебільшого білки є глобулінами та альбумінами, а глютеліни та проламіни присутні в менших кількостях у деяких сортах [76].

Крім того, існують численні дослідження, що описують антиоксидантні, антигіпертензивні та протигрибкові властивості сочевиці [77]. Функціональні властивості білків сочевиці, які є корисними для харчової промисловості та виробництва харчових продуктів рослинного походження, здебільшого

досліджуються з точки зору визначення їх розчинності, піноутворюючої здатності, стабільності піни, емульгувальних властивостей та здатності до водото маслопоглинання.

Серед квасолі найчастіше згадуються як перспективні інгредієнти в м'ясних аналогах білки фаба та маш. Бобові (*Vicia faba* L.) містять 29% і мають вищу антиоксидантну здатність, ніж горох і соя [73]. Подібно до інших бобових, білки бобів мають хороші емульгуючі та піноутворювальні властивості, але набагато нижчі порівняно з соєвими. Цікаво, що існує багато літературних даних про білки бобів, набагато більше, ніж про білки нуту або сочевиці, що підтверджує їх потенціал для використання в харчових цілях. Saldanha do Carmo та ін. [78] досліджували придатність білка бобів фаба для процесу екструзії з низьким вмістом води. Двошнековий екструдер використовувався для виконання екструзії з низьким вмістом води при 900 об/хв і температурах від 40 до 130 °C. Було зроблено висновок, що функціоналізовані екструзією білки бобів мають значно вищий індекс секційного розширення, водоутримувальну здатність, індекс розчинності у воді, індекс потемніння та соковитість. Вони також підкреслили, що бажані фізико-хімічні та технологічні властивості білків бобів сильно залежать від технологічних параметрів процесу екструзії.

Зернові культури є однією з найбільш поширених і легкодоступних культур, що робить їх цікавими не тільки у виробництві основних продуктів харчування (хліб, печиво, макаронні вироби тощо), а й як цінний інгредієнт інших харчових продуктів, у яких текстурні властивості потребують регулюватися. Їх можна використовувати у формі борошна (кукурудзяна, пшенична, житня), пластівців (вівсяна) або насіння (рисова, кукурудзяна) [79]. Хоча зернові містять більше вуглеводів, ніж білків, білки, присутні в них, є технологічно цікавими через в'язкопружну структурну мережу, яка зв'язує компоненти та допомагає забезпечити консистенцію та волокнисту текстуру, які є обов'язковими у виробництві аналогів м'яса рослинного походження [80].

В оглядових статтях, присвячених альтернативним рослинним джерелам білка, псевдозлаки часто групують разом із злаками, здебільшого через кілька

дуже схожих властивостей, хоча така класифікація не зовсім правильна. Псевдозернові - це група рослин, які, на основі огляду Lingiardi et al. [81], утворюють крохмалисті насіння і класифікуються як Dicotyledonae. Однак з точки зору поживності та обробки вони дуже схожі на злаки; Головним фактом, який відрізняє їх від злаків, є наявність крохмалю в периспермі, що відрізняється від злаків, де крохмаль зберігається в ендоспермі. Крім того, вони не містять глютену [82]. Амарант, кіноа і гречка належать до групи псевдозлаків. За даними Курека та ін., амарант містить приблизно 14% білка, тоді як кіноа має 8% білка з високим вмістом лізину, аргініну та триптофану. Кіноа містить усі дев'ять незамінних амінокислот. Ізоляти білка кіноа були досліджені Mir et al. [83], з висновком, що ізоляти можуть характеризуватися сильними характеристиками гелеутворення.

Олійне насіння, як зазначено в його назві, в основному використовується як джерело олії. Однак останнім часом у пошуках нових джерел білка їх частіше згадують як високоякісні джерела білка, які часто текстурують для отримання бажаної волокнистої структури, що є корисним для виробництва рослинної їжі. Деякі з прикладів включають білки конопель, соняшнику, ріпаку та кунжуту. Деякі статті згадують арахіс як частину білків насіння олійних культур; однак у цій оглядовій статті арахіс згадується в групі бобових, оскільки ботанічна класифікація відносить його до бобових.

Промислові коноплі (*Cannabis sativa*) були широко досліджені протягом останніх кількох років, і їх часто описують як універсальну культуру через її різноманітне застосування в широкому діапазоні галузей (харчова, текстильна, паперова, пластикова, лакофарбова). , годувати). Насіння конопель в даний час є темою багатьох досліджень, оскільки вони вважаються чудовим джерелом вітамінів, мінералів, клітковини, незамінних амінокислот і жирних кислот [84]. Соняшниковий шрот/макуха часто називають альтернативним і стійким джерелом білків. Приблизний склад насіння конопель залежить від сорту та агротехнічних умов, але, як правило, воно містить 25-35% жиру, 20-25% білка та 20-30% вуглеводів, які в основному складаються з нерозчинних харчових

волокон [85] . Більшість білків, виділених із насіння конопель, є глобулінами та альбумінами, із вторинною структурою, де переважають β -листи (41–42%), які дозволяють утворювати волокнисті м'ясоподібні структури після екструзії [86].

Соняшниковий шрот/макуха часто називають альтернативним і стійким джерелом білка. Шрот/макуха є залишками після виробництва соняшnikової олії та здебільшого використовується як корм для тварин, але завдяки новітнім методам екстракції, які щодня розробляються, його білки є темою багатьох досліджень. Продукт зазвичай вважається корисним через його нейтральний смак і відсутність алергенності порівняно з соєю, з хорошим амінокислотним профілем, але має зворотну сторону, що містить фенольні сполуки, такі як кавова та хлорогенова кислоти, які негативно впливають на технологічні та текстурні властивості насіння соняшнику. білки [87].

Сушена цибуля, сушений часник, порошок каррі, чорний перець, часник, чилі, паприка та імбир є одними з найбільш широко використовуваних сумішей спецій [88].

Колір - один з найважливіших факторів. Крім того, гідратований альгінат і мальтодекстрин є барвниками, які зменшують міграцію кольору під час виробництва, що визначає сприйняття продукту споживачами [89]. Як правило, сире свіже м'ясо має червоний колір, який змінюється на коричневий під час приготування, тому отримати м'ясо рослинного походження, яке б імітувало традиційне м'ясо, було б складно. Глютен і соя, як одні з найбільш широко використовуваних білків рослинного походження, спочатку мають жовтий або бежевий колір, що викликає потребу покращити їх колір, щоб він був більш схожим на колір м'яса, використовуючи барвники або речовини-попередники [90].

Отже, були розроблені природні пігменти [91], але їх не можна використовувати безпосередньо з відновлюваних джерел, оскільки використання сировини як барвників має багато обмежень (наприклад, природні пігменти нестійкі під високим тиском і високою температурою, хімічно розкладаються). під впливом кисню і втрачають свою прийнятність і функціональність під час

зберігання). Незважаючи на це, природні барвники мають чудові антиоксидантні властивості, що свідчить про те, що їх можна використовувати як замітники нітритів у м'ясних продуктах, а також як підсилювачі смаку та текстури. Імітація кольору вареного/смаженого м'яса досягається використанням карамельних барвників (аннато або солод; каротин, кмин, турмін) [92] та екстрактів кореня буряка [93], а також додаванням відновлюючих цукрів (наприклад, декстрози, мальтози), лактоза, ксилоза, галактоза, маноза та арабіноза). Відновлюючі цукри можуть реагувати з амініними групами в білках (реакція Майяра) [94]. Крім того, для додання червонувато-коричневого кольору також можна використовувати барвники.

Висновки до розділу 1

1. Дані, наявні в літературі, демонструють потенціал аронії як повноцінного та здорового дієтичного продукту з багатьма функціями та перевагами.
2. Через терпкий смак плоди горобини нечасто застосовуються в промисловому виробництві харчових продуктів, проте, знайшли застосування у виробництві алкогольних напоїв.
3. Рослинні інгредієнти широко використовуються для збагачення м'ясних напівфабрикатів, в тому числі, для надання кольору та подовження терміну зберігання.
4. Враховуючи, що в результаті літературного огляду не було знайдено можливості застосування продуктів переробки горобини, дослідження щодо можливості застосування порошку із чорноплідної горобини будуть актуальними.

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Схема та методика проведення досліджень

Всі експерименти та досліді здійснювалися в лабораторіях Сумського національного аграрного університету за структурно-логічною схемою (рис.1.).

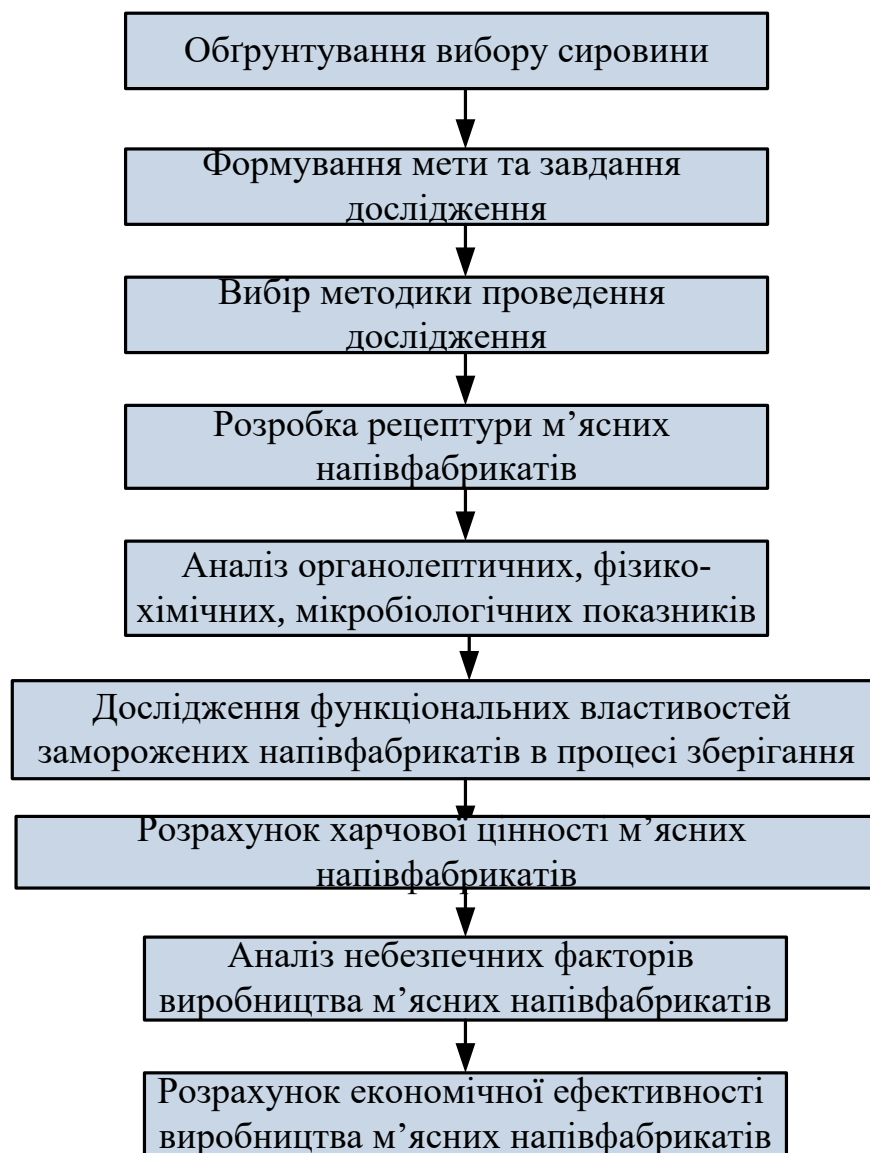


Рис. 1. Схема проведення досліджень

В якості функціональної добавки використовували сублімований калиновий порошок ТОВ «Bestgrand Біотехнологія Со.» (Україна) (рис.2).



Рис.2. Порошок із чорноплідної горобини

На підставі аналізу літературних джерел сформовано хімічний склад порошку калини (таб.1).

Таблиця 1. Хімічний склад порошку із чорноплідної горобини

Нутрієнт	Добова потреба організму	Вміст у порошку	% від норми 100 г
Білки	76	5,2	6,8
Жири	56	3,0	5,4
Вуглеводи	219	8,0	3,7
Харчові волокна	20	4,5	22,5
Фенольні кислоти	-	253,20	-
Флавоноли	-	126,80	-
Вітаміни			
А	900	350 мг	38,9
К	1,5	0,0136 мг	0,9
С	90	21 мг	23,3

Закінчення таблиці 1

Нутрієнт	Добова потреба організму	Вміст у порошку	% від норми 100 г
Мінеральні речовини:			
Калій, K	2500	3075,9 мг/кг	12,3
Магній, Mg	400	2501,0 мг/кг	62,5
Натрій, Na	1300	52,5–89,0 мг/кг	0,4
Залізо	50	68,9–86,2 мг/кг	13,8
Марганець, Mn	2	31,5 мг/кг	157,5
Мідь, Cu	1000	5,0–12,4 мг/кг	3,3
Цинк, Zn	12	5,6–36,9 мг/кг	3,5

Джерело: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996924011645>

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6832535/>

На підставі аналізу хімічного складу горобинового порошку було встановлено, що він містить фенольні сполуки, які забезпечують його антиоксидантні властивості.

Також, у складі порошку було виявлено ряд мінеральних речовин, серед яких найбільше – магнію та марганцю. Магній необхідний для більш ніж 300 біохімічних реакцій в організмі. Він допомагає підтримувати нормальну роботу нервів і м'язів, підтримує здорову імунну систему, підтримує стабільне серцебиття та допомагає кісткам залишатися міцними. Це також допомагає регулювати рівень глюкози в крові. Він допомагає у виробництві енергії та білка. Тривають дослідження ролі магнію в профілактиці та лікуванні таких розладів, як високий кров'яний тиск, хвороби серця та діабет.

Марганець є важливим мікроелементом, який природним чином присутній у багатьох продуктах харчування та доступний як дієтична добавка. Марганець є кофактором для багатьох ферментів, включаючи супероксиддисмутазу марганцю, аргіназу та піруваткарбоксилазу. Завдяки дії цих ферментів марганець бере участь в обміні амінокислот, холестерину, глюкози і вуглеводів; поглинання активних форм кисню; формування кісток; відтворення; та імунна відповідь.

Марганець також відіграє важливу роль у згортанні крові та гемостазі в поєднанні з вітаміном К.

Марганець всмоктується в тонкій кишці через активну транспортну систему і, можливо, через дифузію, коли споживання високе. Після абсорбції деяка кількість марганцю залишається вільною, але більша частина зв'язується з трансферином, альбуміном і альфа-2-макроглобуліном плазми. Марганець поглинається печінкою та іншими тканинами, але механізм цього процесу недостатньо вивчений.

2.2. Розробка рецептури м'ясних напівфабрикатів

Дослідні зразки м'ясних напівфабрикатів (котлет) були виготовлені за власною рецептурою (таб.2), за контроль використали рецептуру котлет «Полтавські». У дослідні зразки додавали горобиновий порошок, у кількості 2 % (Зразок 1), 3% (Зразок 2).

Табл. 2. Рецептура м'ясних напівфабрикатів

Назва сировини та напівфабрикатів	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Витрата сировини на приготування опари, кг			
Філе куряче ДСТУ 3143:2013	303	303	303
ММО ДСТУ 3143:2013	303	303	303
Меланж ДСТУ 8719:2017	34	34	34
Хліб пшеничний ДСТУ 7517:2014	125	125	125
Молоко коров'яче ДСТУ 2661:2010	102	102	102
Крупа рисова ДСТУ 4965:2008	33	13	10
Білок соєвий ДСТУ 4595:2006	16	16	16
Часник ДСТУ 3233-95	24	24	24
Сухарі панірувальні ДСТУ 8708:2017	51	51	51
Сіль ДСТУ 3583:2015	12	12	12
Перець червоний мелений ДСТУ 2717:2006	8	8	8
Горобиновий порошок	-	20	23

Котлети – це охолоджені або заморожені напівфабрикати з м'ясного фаршу із додаванням інших компонентів згідно рецептурою, овальної або овально-приплюсноті форми масою від 50 г до 100 г у паніровці.

Комплексна оцінка якості січених напівфабрикатів проводиться відповідно до вимог діючих стандартів і технічних умов за допомогою наступних груп показників: органолептичних, фізико-хімічних, санітарно-гігієнічних і мікробіологічних.

Показники якості котлет визначалися згідно ДСТУ 4437:2005. Для визначення консистенції, смаку та запаху котлети попередньо запікали

Масову частку жиру визначали із використанням приладу Сокслета. Масову частку солі визначали згідно ДСТУ ISO 1841-1. Масову частку вологи у котлетах визначали висушуванням до сталої маси.

pH фаршу визначали за допомогою pH-метру. Зважували наважку фаршу 5 г продукту і 50 см³ дистильованої води, суміш збовтують протягом 5 хв, настоюють 10-15 хв, після чого фільтрували суміш через фільтрувальний папір і переносили фільтрат в склянку потенціометра, куди опускають електроди.

Для дослідження зразки зважували масою 0,3 г. з абсолютною похибкою 0,001 г., поміщали на поліетиленовий кружок, який переносили на кружок фільтрувального паперу, розміщений на скляній пластині так, щоб наважка фаршу лежала на фільтрувальному папері. Зверху поліетиленовий кружок накривали пластиною, на яку ставили вантаж (гирю) масою 1 кг. Тривалість пресування 10 хвилин. По закінченні пресування масу знімали з фільтрувального паперу, папір зважували і поміщали в сушильну шафу з температурою 105°C для висушування до постійної маси. Паралельно в досліджуваному зразку визначали масову частку вологи методом висушування в сушильній шафі за температурі 105°C до постійної маси. Вологозв'язуючу здатність фаршу (ВЗЗ), як масову частку вологи (відносно загального вмісту вологи в наважці), що залишилася в зразку після пресування, визначали по формулі:

$$ВЗЗ = \left[\left(\frac{B-m}{100} - 8,4S \right) / m \right] \oplus 100, \quad (2)$$

де m – маса наважки, мг; B – масова частка вологи у наважці, %; S – площа вологої плями, мг.

Розрахунок енергетичної цінності котлет здійснювали за наступною формулою:

$$E = k_b \times (M_b + M_v) + k_j \times M_j, \quad (1)$$

де E - енергетична цінність, ккал;

M_b - масова частка білка, г/100 г котлет;

M_v - масова частка вуглеводів, г/100 г котлет;

M_j - масова частка жиру, г/100 г котлет;

$k_b = 4$ – коефіцієнт енергетичної цінності 1 г білка чи 1 г вуглеводів у котлет, ккал/г;

$k_j = 9$ - коефіцієнт енергетичної цінності 1 г жиру в котлет, ккал/г.

Висновки до розділу 2

1. Проаналізовано хімічний склад горобинового порошку, встановлено, що він може бути гарною добавкою для збагачення м'ясних виробів.
2. Розроблена рецептура котлет із горобиновим порошком.
3. Підібрано сировину, методики та методи дослідження.

Розділ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ, ТЕХНОЛОГІЇ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

3.1. Результати органолептичних показників якості котлет

Результати органолептичної оцінки котлет представлено в таблиці 3.

Таблиця 3. Результати органолептичної оцінки якості котлет

Найменування показників	Нормативні значення	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Зовнішній вигляд	Однорідна маса без кісток, хрящів, жилок, грубої сполучної тканини, кров'яних жилок. Форма овальна. Поверхня рівномірно вкрита паніровкою без розірваних ломаних країв	5	5	5
Вигляд на розрізі	З наявністю овочів, крупів, відповідно до рецептури	5	5	4
Консистенція	Щільна, у смаженому вигляді – соковита, ніжна, некрихка	5	5	5
Запах і смак	У сирому вигляді – властиві якісній сировині. У готовому – властиві даному продукту. Без стороннього запаху і смаку	5	5	4

За результатами органолептичної оцінки було встановлено, що горобинові порошки не мали негативного впливу на якість котлет, в разі використання 2%

добавки. При збільшенні частки порошку у рецептурі в розрізі було видно частинки горбинового порошку.

Крім того, відчувався смак і легкий запах порошку із чорноплідної горобини. У зразку 2, який містив 2% добавки був приємний смак, запах та зовнішній вигляд. Завдяки великій кількості барвних речовин, зразок у сирому вигляді нагадував м'ясо яловичини. Після термічної обробки колір був характерним для курячих котлет.

3.2. Фізико-хімічні показники якості дослідних зразків

Результати аналізу фізико-хімічних показників якості фаршу та котлет представлено в таблиці 4.

Таблиця 4. Результати фізико-хімічних показників якості фаршу та котлет

Найменування показників	Нормативні значення	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Фаршу				
Масова частка води, %	60	57	56	55
Масова частка жиру, %	30	18	17	16
Масова частка солі, %	-	-	-	-
Напівфабрикатів				
Масова частка води, %	65	64	63	62
Масова частка жиру, %	25	14	13	12
Масова частка солі, %	1,2-1,5	1,2	1,2	1,2

Дослідження показало, що при введенні у рецептуру порошку із чорноплідної горобини знижується вміст води у фарші та напівфабрикаті. Це пов'язано з тим, що порошки мають вологоутримуючу здатність.

Також, знижується масова частка жиру. Додавання 2% порошку призводить до зниження масової частки жиру до 17%.

Варто відзначити, що всі показники якості дослідних зразків знаходилися в межах норми.

3.3. Результати дослідження рН дослідних зразків

Результати дослідження рН представлено на рис.3.

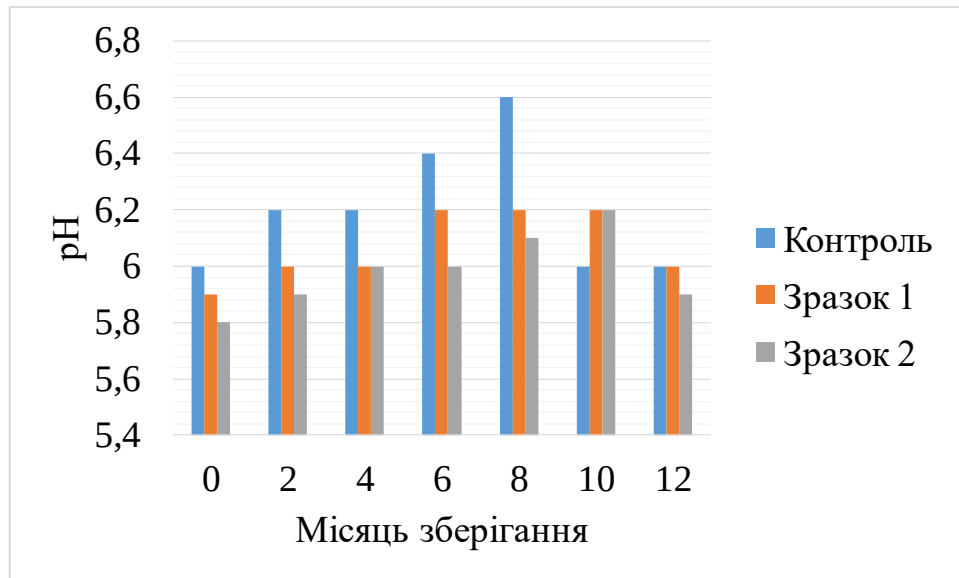


Рис.3. Результати дослідження рН фаршу

Перед визначенням рН дослідні зразки розморожували кожні 2 місяці та аналізували. Введення у рецептуру порошку із чорноплідної горобини сприяло зниженню рН ймовірно через високий вміст органічних кислот у порошку із горобини. В перші місяці зберігання рН фаршу у всіх зразках поступово зростає, що пов'язано із вмістом рослинної сировини, а далі поступово знижувався. Через 8 місяців зберігання рівень рН зразків із горобиновим порошком (1,2) знаходився в межах норми. Після 12 місяців зберігання рівень рН не відповідав нормі в усіх зразках.

3.4. Результати дослідження ВЗЗ дослідних зразків

Результати аналізу ВЗЗ представлено на рис.4.

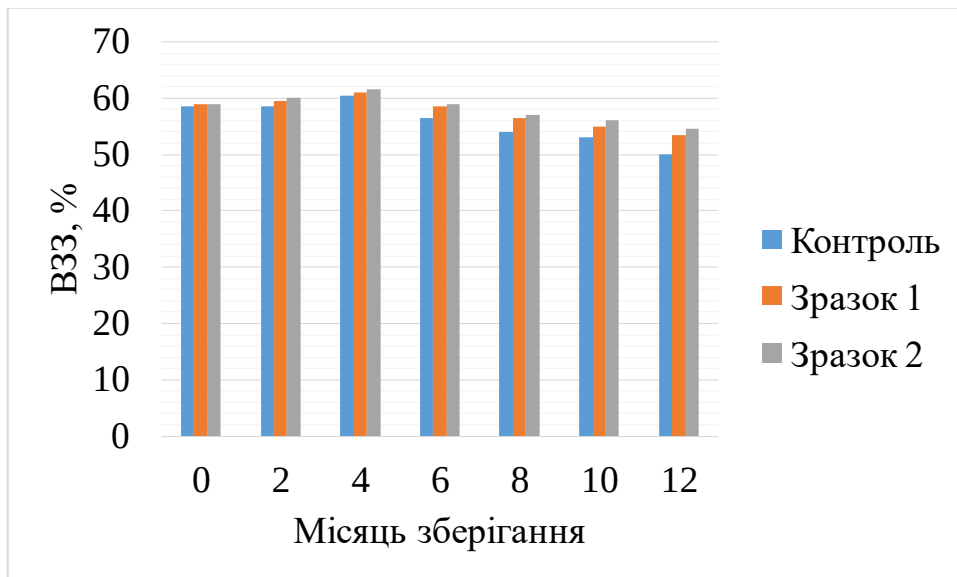


Рис.4. Результати V33 дослідних зразків

У м'ясі курятини менше міститься білків, більше жиру і з'єднувальної тканини, які не в змозі утримувати слабозв'язану вологу. Проте, при додаванні порошка ці параметри дещо змінюються.

У фаршах протягом 4 місяців зберігання спостерігаються стабільні значення показника V33, а після 6 місців V33 контрольного зразка дещо знижується.

Менш виражене зниження показника V33 протягом періоду зберігання у фарші без добавки порошку у порівнянні зі зразками, що містять порошок горобини, обумовлене впливом порошку на білки м'язової й сполучної тканини, що підвищує їхню здатність зв'язувати й утримувати воду.

Тому, додавання горобинового порошку позитивно впливає на структурно-механічні властивості фаршу. Враховуючи наведені дані можна зробити висновок, що порошок горобини може бути використаний при виробництві напівфабрикатів

3.5. Мікробіологічні показники якості дослідних зразків м'ясних напівфабрикатів

Результати мікробіологічного аналізу дослідних зразків м'ясних напівфабрикатів представлено в таблиці 5.

Таблиця 5. Мікробіологічні показники якості дослідних зразків фаршу

Найменування показників	Нормативні значення	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більш е ніж	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^5$
Патогенні макроорганізми, зокрема, в 25 г продукту	Не дозволено	Не виявлено		
Бактерії групи кишкових паличок: (БГКП) в 0,001 г продукту	Не дозволено	Не виявлено		

Аналіз показав, що при внесенні у рецептуру порошку із горобини чорноплідної всі мікробіологічні показники знаходяться в межах норми. Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г фаршу дещо знижується за рахунок додавання горобинового порошку. Ймовірно, це пов'язано з антиоксидантними властивостями горобинового порошку.

3.6. Результати розрахунку харчової цінності м'ясних напівфабрикатів

Показниками, які формують харчову цінність харчових продуктів є вміст білків, жирів та вуглеводів. При цьому важливим показником є вміст білків у готовому виробі, оскільки саме вони формують біологічну цінність. При

внесенні у рецептуру рослинної сировини зазвичай скорочується вміст білків. Проте, рослинна сировина містить харчові волокна, які позитивно впливають на травну систему та деякі структурно-механічні властивості виробів.

Результати розрахунку харчової цінності м'ясних напівфабрикатів представлені в таблиці 6.

Таблиця 6. Харчова цінність харчової цінності м'ясних напівфабрикатів, г на 100 г готового виробу

Показник	Контроль	Зразок 1	Зразок 3
Вміст білків	21	20	19
Вміст жирів	14	13	12
Вміст вуглеводів	13	13,2	13,4
Калорійність, кКал	262	249,8	237,6
Енергетична цінність, кДж	1095	1044	993

Результати розрахунку показали, що додавання 2% порошку із горобини призводить до зниження енергетичної цінності напівфабрикатів на 51 кДж. Це спричинено тим, що при внесенні у рецептуру порошку знижується вміст білків та жирів.

3.7. Технологія виробництва м'ясних напівфабрикатів із горобиновим порошком

Технологічна схема виробництва м'ясних напівфабрикатів із горобиновим порошком представлена на рисунку 5.

За цією схемою фарш складається із підготовленої сировини. Для цього попередньо підготовлені рецептурні компоненти подрібнюються за допомогою м'ясорубки для отримання рівномірної суміші.

Часник попередньо очищується, миється та подрібнюється. Рисова крупа гарної якості вариться та охолоджується перед внесенням у склад фаршу.

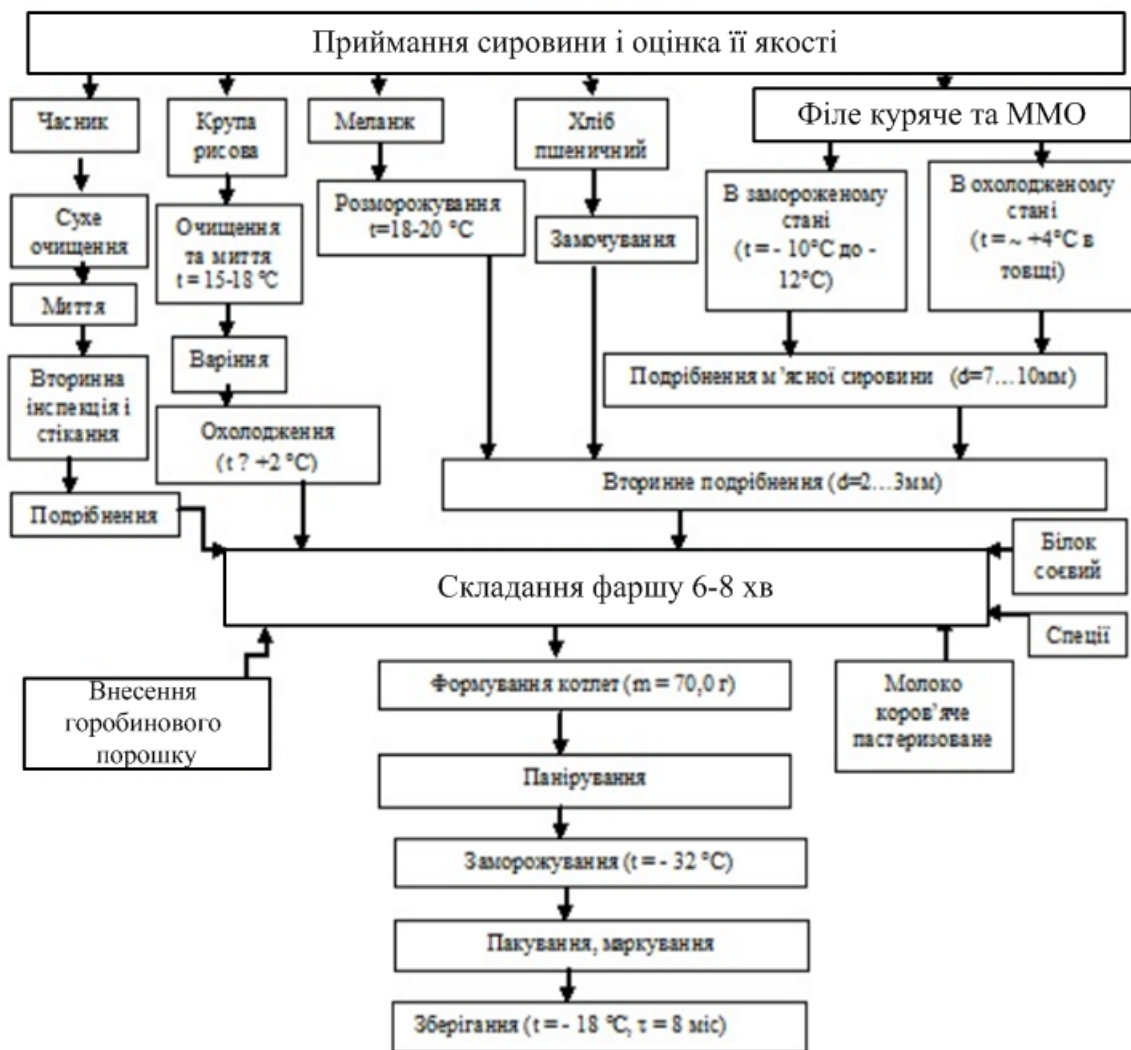


Рис.5. Технологічна схема виробництва м'ясних напівфабрикатів із горобиновим порошком

Висока температура може призвести до небажаного розвитку мікрофлори. Меланж дефростується та подрібнюється разом із м'ясною сировиною. Хліб попередньо замочується у воді і також подрібнюється разом із м'ясною сировиною.

Повторне подрібнення м'ясної сировини проводиться за допомогою кутера. Після цього до фаршу додається горобиновий порошок, суміш рівномірно перемішується протягом 6-8 хв.

За цією схемою фарш складається із підготовленої сировини. Для цього попередньо підготовлені рецептурні компоненти подрібнюються за допомогою м'ясорубки для отримання рівномірної суміші.

Повторне подрібнення м'ясної сировини проводиться за допомогою кутера. Після цього до фаршу додається горобиний порошок, суміш рівномірно перемішується протягом 6-8 хв.

Із готового фаршу формуються котлети овальної форми вагою 70 г, обертаються у панірувальних сухарях. Готові вироби заморожуються (-32°C) і зберігаються у морозильній камері при температурі -18°C протягом 8 місяців.

Висновки до розділу 3

1. У зразку 2, який містив 2% добавки був приємний смак, запах та зовнішній вигляд. Завдяки великій кількості барвних речовин, зразок у сирому вигляді нагадував м'ясо яловичини. Після термічної обробки колір був характерним для курячих котлет.
2. При введенні у рецептуру порошку із чорноплідної горобини знижується вміст вологи у фарші та напівфабрикаті. Це пов'язано з тим, що порошки мають вологоутримуючу здатність.
3. Знижується масова частка жиру. Додавання 2% порошку призводить до зниження масової частки жиру до 17%.
4. Введення у рецептуру порошку із чорноплідної горобини сприяло зниженню рН ймовірно через високий вміст органічних кислот у порошок із горобини. В перші місяці зберігання рН фаршу у всіх зразках поступово зростав, що пов'язано із вмістом рослинної сировини, а далі поступово знижувався.
5. Через 8 місяців зберігання рівень рН зразків із горобиновим порошком (1,2) знаходився в межах норми.
6. У фаршах протягом 4 місяців зберігання спостерігаються стабільні значення показника ВЗЗ, а після 6 місців ВЗЗ контрольного зразка дещо знижується. Протягом 8 місяців ВЗЗ фаршу знаходився в межах норми.
7. Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г фаршу дещо знижується за рахунок додавання

горобинового порошку. Ймовірно, це пов'язано з антиоксидантними властивостями горобинового порошку.

8. Результати розрахунку показали, що додавання 2% порошку із горобини призводить до зниження енергетичної цінності напівфабрикатів на 51 кДж. Це спричинено тим, що при внесенні у рецептуру порошку знижується вміст білків та жирів.
9. Розроблено технологічну схему виробництва м'ясних напівфабрикатів із використанням горобинових порошків.

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ГОРОБИНОВИМ ПОРОШКОМ

Нові вимоги до операторів ринку – м'ясних виробництв висуваються єдиними щодо належної виробничої практики та санітарно-гігієнічного стану. Підприємства харчового ланцюга повинні забезпечувати простежуваність вироблених ними харчових продуктів за принципом «крок назад, крок вперед».

М'ясопереробні підприємства повинні виконувати вимоги Регламенту (ЄС) № 206/2010 щодо правил сертифікації постачальників живих домашніх тварин та свіжого м'яса з третіх країн. Цим Регламентом регулюється вид і зміст ветеринарного сертифікату, отриманого імпортером. Сертифікати відрізняються за видом продукції, на котру можуть бути видані, наявністю додаткових гарантій з боку виробника продукції щодо відсутності того чи іншого типу захворювання на території походження сировини, проходження відповідної процедур ветеринарної інспекції, рештою показників, що впливають на безпечність сировини і продукції.

Перелік небезпечних факторів представлено в таблиці 7.

Таблиця 7. Небезпечні фактори у виробництві м'ясних фабрикатів

Біологічні	- Бактерії та токсини (Клостридії, Лістерія, Сальмонела, Стафілококи); - Віруси (Гепатит А, ротавірус rotavirus); - Паразити (Трихінела, Анізакіс і т.п.)
Фізичні	Скло, метал

Закінчення таблиці 7

Хімічні	Забруднення довкілля (діоксин, важкі метали, радіонукліди); - Пестициди, залишки ліків; -Токсини (мікотоксини, морські біотоксини, рослинні токсини); - Небезпечні метаболіти; - Алергени; - Пріони.
---------	---

При порушенні умов зберігання м'ясних напівфабрикатів розвиваються патогенні мікроорганізми. Фактори, які на це впливають, представлено в таблиці 8.

Таблиця 8. Фактори що впливають на ріст патогенів

Фізичні	- Тепла температура - Нейтральне рН (рН7) - Висока водна активність - Належний час - Велика кількість поживних речовин - Відсутність консервантів - Присутність чи відсутність кисню - Окисно-відновний потенціал - Відносна вологість довкілля - Присутність і концентрація газів - Присутність та активність інших мікроорганізмів
Запобігання	Належна гігієна персоналу Уникнення перехресного забруднення Гігієна робочих поверхонь Ліквідування патогенів, які внесені до харчових продуктів

Закінчення таблиці 8

	<i>Належні температура та час термообробки:</i> - Заморожування (для паразитів) - Опромінювання
Джерела небезпечних факторів	• Температура та час пастеризації • рН • A_w (відносна водна активність) • Персонал • Миття та дезінфекція

Другий принцип системи НАССР полягає у встановленні ККТ. Перелік ККТ у виробництві м'ясних напівфабрикатів представлено на рис. 6

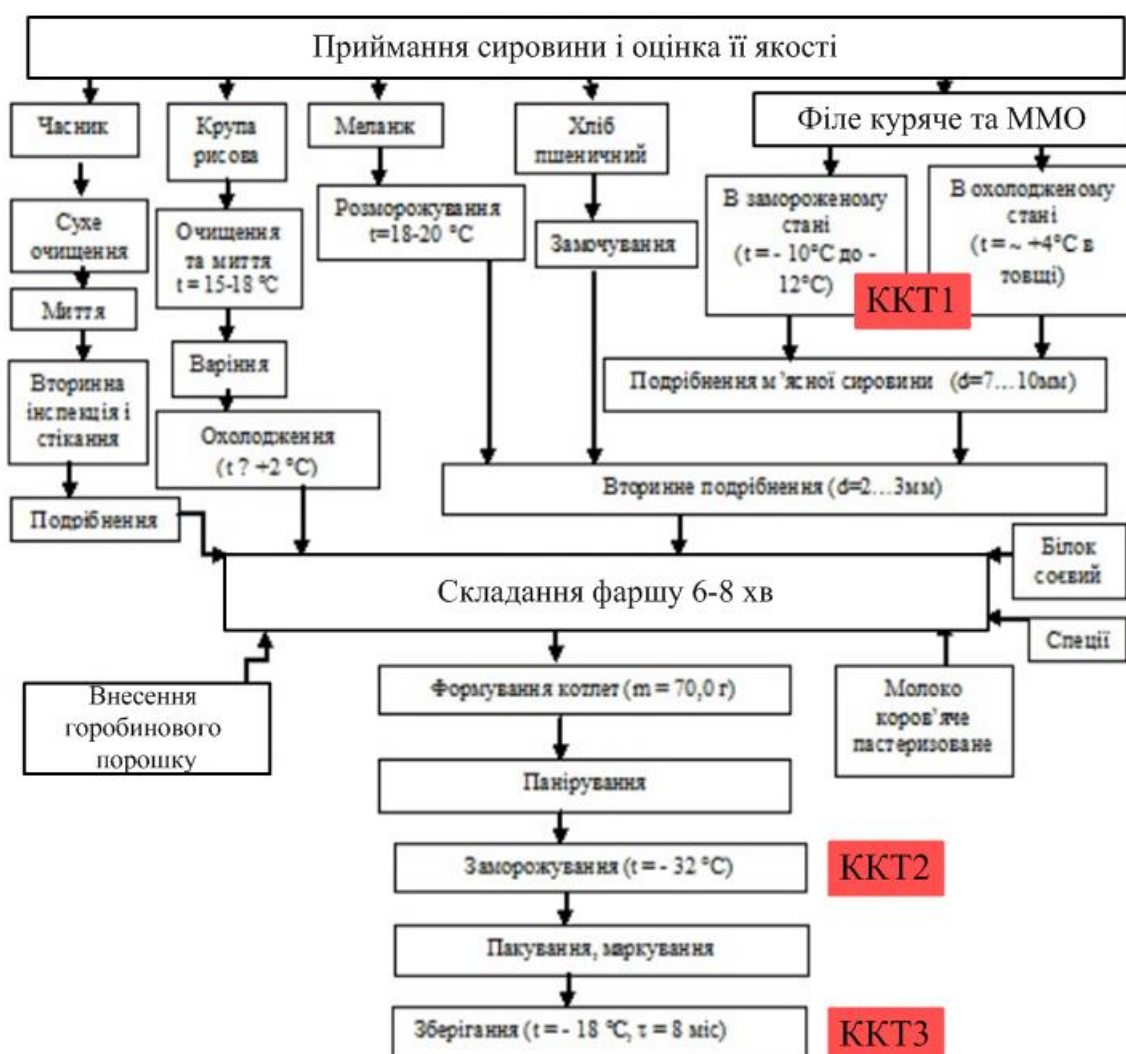


Рис.6. ККТ у виробництві м'ясних напівфабрикатів

ККТ – це етап, на якому можна застосувати контроль, і який є необхідним для запобігання, вилучення небезпечного фактора чи його приведення до прийнятного рівня. Іншими словами, якщо на цьому етапі не застосувати контроль, то є високий ризик того, що продукт буде небезпечним.

Висновки до розділу 4

Встановлення процедури верифікації, для підтвердження, що система НАССР працює ефективно. Потрібно переконатись, що всі рішення є правильними та ефективними.

При виробництві м'ясних напівфабрикатів встановлень 3 ККТ, які пов'язані із дотриманням режиму температурної обробки напівфабрикатів.

Розділ 5

РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ГОРОБИНОВИМ ПОРОШКОМ

В таблиці 9 представлено розрахунок витрат на сировину для виробництва м'ясних напівфабрикатів із горобиновим порошком.

Таблиця 9. Витрати на сировину

Сировина	Котлета «Полтавська»			Котлета із горобиновим порошком		
	Норма на 1 кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн	Норма на 1 кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн
Філе куряче	303	180	54,5	303	180	54,5
ММО	303	50	15,2	303	50	15,2
Меланж	34	30	1,02	34	30	1,02
Хліб пшеничний	125	20	2,5	125	20	2,5
Молоко коров'яче	102	40	4,08	102	40	4,08
Крупа рисова	33	44	1,45	13	44	0,57
Білок соєвий	16	20	0,32	16	20	0,32
Часник	24	10	0,24	24	10	0,24
Сухарі панірувальні	51	5	0,26	51	5	0,26
Сіль	12	15	0,18	12	15	0,18
Перець червоний мелений	8	30	0,24	8	30	0,24
Горобиновий порошок	-	-	-	20	100	2
Разом:			79,99			81,11

За умови виробництва 100 кг напівфабрикатів за день витрати на сировину становлять 8111 грн.

за статтею «Допоміжні матеріали» представлено в таблиці 10.

Таблиця 10. Витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали

Сировина	Котлета «Полтавська»			Котлета із горобиновим порошком		
	Норма на 1 кг	Ціна, м	Вартість, грн	Норма на 1 кг	Ціна, грн/м	Вартість, грн
Плівка поліетиленова харчова для вакуумування, м	0,2	100	20	0,2	100	20
	Разом:		20			20

Розрахунки за статтею «Енерговитрати» представлено в таблиці 11.

Таблиця 11. Енерговитрати на технологічні цілі

Сировина	Котлета «Полтавська»			Котлета із горобиновим порошком		
	Норма на кг/500 кг	Ціна, грн/м ³	Вартість, грн	Норма на кг/500кг	Ціна, грн/м ³	Вартість, грн
Вода, м ³	10	15	150	10	15	150
Електроенергія, кВт/год	73,0	13,86	1011,78	73,0	13,86	1011,78
Разом:			160,1			160,1

В таблиці 12 представлено розрахунок відпускної ціни м'ясних напівфабрикатів із горобиновим порошком.

Таблиця 12. Розрахунок відпускних цін

Денний обсяг виробництва, кг	Відпускна ціна, грн/кг	Вартість реалізованої продукції, тис. грн. (денна)	Вартість реалізованої продукції, тис. грн. (річна)
100	200	20000	2000000

На основі розрахунку вартості реалізованої продукції, розраховано виробничу програму щодо даного продукту. Розрахунок виробничої програми представлено в таблиці 13.

Таблиця 13. Обсяг виробництва продукції в вартісному виразі

Найменування продукції	Випуск продукції в рік, кг	Діюча оптова ціна за 1 кг	Вартість товарної продукції, тис. грн.
Котлета «Полтавська»	20000	180	3600000
Котлета із горобиновим порошком	20000	200	4000000

Основні техніко-економічні показники з виробництва м'ясних напівфабрикатів представлено в таблиці 14.

Таблиця 14. Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Одиниці виміру	Котлета «Полтавська»	Котлета із горобиновим порошком
1	Виробнича потужність підприємства за основними видами продукції	кг	100	100
2	Виручка від реалізації	грн.	18000	20000
3	Повна собівартість виробленої продукції	грн.	8179,1	8291,1

4	Витрати на 1 грн. виробленої продукції	грн.	81,8	82,9
5	Валовий прибуток	грн.	9820,9	11708,9
6	Рентабельність	%	54	58

Виробництво м'ясних напівфабрикатів є надзвичайно рентабельним.

Висновки до розділу 5

Впровадження у виробництво м'ясних напівфабрикатів із горобиновим порошком дозволить розширити асортимент продукції та отримати додатковий прибуток у розмірі 11708,9 грн.

ВИСНОВКИ

1. Дані, наявні в літературі, демонструють потенціал аронії як повноцінного та здорового дієтичного продукту з багатьма функціями та перевагами.
2. У зразку 2, який містив 2% добавки був приємний смак, запах та зовнішній вигляд. Завдяки великій кількості барвних речовин, зразок у сирому вигляді нагадував м'ясо яловичини. Після термічної обробки колір був характерним для курячих котлет.
3. При введенні у рецептуру порошку із чорноплідної горобини знижується вміст вологи у фарші та напівфабрикаті. Це пов'язано з тим, що порошки мають вологоутримуючу здатність.
4. Знижується масова частка жиру. Додавання 2% порошку призводить до зниження масової частки жиру до 17%.
5. Введення у рецептуру порошку із чорноплідної горобини сприяло зниженню рН ймовірно через високий вміст органічних кислот у порошку із горобини. В перші місяці зберігання рН фаршу у всіх зразках поступово зростав, що пов'язано із вмістом рослинної сировини, а далі поступово знижувався.
6. Через 8 місяців зберігання рівень рН зразків із горобиновим порошком (1,2) знаходився в межах норми.
7. У фаршах протягом 4 місяців зберігання спостерігаються стабільні значення показника ВЗЗ, а після 6 місців ВЗЗ контрольного зразка дещо знижується. Протягом 8 місяців ВЗЗ фаршу знаходився в межах норми.
8. Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г фаршу дещо знижується за рахунок додавання горобинового порошку. Ймовірно, це пов'язано з антиоксидантними властивостями горобинового порошку.
9. Результати розрахунку показали, що додавання 2% порошку із горобини призводить до зниження енергетичної цінності напівфабрикатів на 51 кДж.

Це спричинено тим, що при внесенні у рецептуру порошку знижується вміст білків та жирів.

10.Розроблено технологічну схему виробництва м'ясних напівфабрикатів із використанням горобинових порошоків.

11.Впровадження у виробництво м'ясних напівфабрикатів із горобиновим порошком дозволить розширити асортимент продукції та отримати додатковий прибуток у розмірі 11708,9 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Borowska, S.; Brzóska, M.M. Chokeberries (*Aronia melanocarpa*) and their products as a possible means for the prevention and treatment of noncommunicable diseases and unfavorable health effects due to exposure to xenobiotics. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2016, 15, 982–1017.
2. Denev, P.; Kratchanova, M.; Petrova, I.; Klisurova, D.; Georgiev, Y.; Ognyanov, M.; Yanakieva, I. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot fruits and functional drinks differ significantly in their chemical composition and antioxidant activity. *J. Chem.* 2018, 2018, 9574587.
3. Buda, V.; Brezoiu, A.-M.; Berger, D.; Pavel, I.Z.; Muntean, D.; Minda, D.; Dehelean, C.A.; Soica, C.; Diaconeasa, Z.; Folescu, R.; et al. Biological evaluation of black chokeberry extract free and embedded in two mesoporous silica-type matrices. *Pharmaceutics* 2020, 12, 838.
4. Jurikova, T.; Mlcek, J.; Skrovankova, S.; Sumczynski, D.; Sochor, J.; Hlavacova, I.; Snopek, L.; Orsavova, J. Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules* 2017, 22, 944.
5. Jurendić, T.; Ščetar, M. *Aronia melanocarpa* products and by-products for health and nutrition: A review. *Antioxidants* 2021, 10, 1052.
6. Sidor, A.; Gramza-Michałowska, A. Black chokeberry *Aronia melanocarpa* L.—A qualitative composition, phenolic profile and antioxidant potential. *Molecules* 2019, 24, 3710.
7. Wójtowicz, A.; Combrzyński, M.; Biernacka, B.; Różyło, R.; Bąkowski, M.; Wojtunik-Kulesza, K.; Mołdoch, J.; Kowalska, I. Fresh chokeberry (*Aronia melanocarpa*) fruits as valuable additive in extruded snack pellets: Selected nutritional and physiochemical properties. *Plants* 2023, 12, 3276.
8. Piras A, Porcedda S, Smeriglio A, Trombetta D, Nieddu M, Piras F, Sogos V, Rosa A. Chemical Composition, Nutritional, and Biological Properties of Extracts Obtained with Different Techniques from *Aronia melanocarpa* Berries. *Molecules*. 2024; 29(11):2577. <https://doi.org/10.3390/molecules29112577>.

9. Kulling, S.E.; Rawel, H.M. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*)—A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med.* 2008, 74, 1625–1634.
10. Ren, Y.; Frank, T.; Meyer, G.; Lei, J.; Grebenc, J.R.; Slaughter, R.; Gao, Y.G.; Kinghorn, A.D. Potential benefits of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) fruits and their constituents in improving human health. *Molecules* 2022, 27, 7823.
11. Martin, D.A.; Taheri, R.; Brand, M.H.; Draghi, A.; Sylvester, F.A.; Bolling, B.W. Anti-inflammatory activity of aronia berry extracts in murine splenocytes. *J. Funct. Foods* 2014, 8, 68–75.
12. Berwal, M.K.; Ram, C.; Gurjar, P.S.; Gora, J.S.; Kumar, R.; Verma, A.K.; Singh, D.; Basile, B.; Roupael, Y.; Kumar, P. The Bioactive compounds and fatty acid profile of bitter apple seed oil obtained in hot, arid environments. *Horticulturae* 2022, 8, 259.
13. Mikami, N.; Hosotani, Y.; Saso, T.; Ohta, T.; Miyashita, K.; Hosokawa, M. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) juice residue and its ethanol extract decrease serum lipid levels in high-fat diet-fed C57BL/6J mice. *Int. J. Funct. Nutr.* 2020, 1, 10.
14. Cujić, N.; Šavikin, K.; Janković, T.; Pljevljakušić, D.; Zdunić, G.; Ibrić, S. Optimization of polyphenols extraction from dried chokeberry using maceration as traditional technique. *Food Chem.* 2016, 194, 135–142.
15. Šavikin, K.; Zdunić, G.; Janković, T.; Goevac, D.; Stanojković, T.; Pljevljakušić, D. Berry fruit teas: Phenolic composition and cytotoxic activity. *Food Res. Int.* 2014, 62, 677–683.
16. Kulling, S.E.; Rawel, H. Chokeberry (*Aronia Melanocarpa*)—A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta Medica* 2008, 74, 1625–1634.
17. Tolić, M.-T.; Krbavčić, I.P.; Vujević, P.; Milinović, B.; Jurčević, I.L.; Vahčić, N. Effects of Weather Conditions on Phenolic Content and Antioxidant Capacity in Juice of Chokeberries (*Aronia Melanocarpa* L.). *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2017, 67, 67–74.

18. Jurendić T, Ščetar M. Aronia melanocarpa Products and By-Products for Health and Nutrition: A Review. *Antioxidants*. 2021; 10(7):1052. <https://doi.org/10.3390/antiox10071052>.
19. Sójka, M.; Kołodziejczyk, K.; Milala, J. Polyphenolic and basic chemical composition of black chokeberry industrial by-products. *Ind. Crop. Prod.* 2013, 51, 77–86.
20. Nawirska, A.; Kwaśniewska, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chem.* 2005, 91, 221–225.
21. Wawer, I.; Wolniak, M.; Paradowska, K. Solid state NMR study of dietary fiber powders from aronia, bilberry, black currant and apple. *Solid State Nucl. Magn. Reson.* 2006, 30, 106–113.
22. Pieszka, M.; Gogol, P.; Pietras, M.; Pieszka, M. Valuable Components of Dried Pomaces of Chokeberry, Black Currant, Strawberry, Apple and Carrot as a Source of Natural Antioxidants and Nutraceuticals in the Animal Diet. *Ann. Anim. Sci.* 2015, 15, 475–491.
23. Boncheva, M.; Georgiev, G.; Shishov, V. Effects of Aronia Melanocarpa fruit juice in improving medical test results and creating a feeling of health in patients with non-alcoholic fatty liver disease-NAFLD (steatosis). *J Gen Med. Bulgaria* 2013, 2, 21–30.
24. Denev, P.; Kratchanova, M.; Petrova, I.; Klisurova, D.; Georgiev, Y.; Ognyanov, M.; Yanakieva, I. Black Chokeberry (*Aronia Melanocarpa* (Michx.) Elliot) Fruits and Functional Drinks Differ Significantly in Their Chemical Composition and Antioxidant Activity. *J. Chem.* 2018, 2018, 1–11.
25. Sidor, A.; Gramza-Michałowska, A. Black Chokeberry *Aronia Melanocarpa* L.—A Qualitative Composition, Phenolic Profile and Antioxidant Potential. *Molecules* 2019, 24, 37.
26. Yamane, T.; Kozuka, M.; Wada-Yoneta, M.; Sakamoto, T.; Nakagaki, T.; Nakano, Y.; Ohkubo, I. Aronia juice suppresses the elevation of postprandial blood glucose levels in adult healthy Japanese. *Clin. Nutr. Exp.* 2017, 12, 20–26.

27. Pavlovic, A.N.; Brčanović, J.M.; Veljković, J.N.; Mitic, S.S.; Tošić, S.B.; Kaličanin, B.M.; Kostic, D.A.; Đorđević, M.S.; Velimirović, D.S. Characterization of commercially available products of aronia according to their metal content. *Fruits* 2015, 70, 385–393.
28. Romani, A.; Vignolini, P.; Ieri, F.; Heimler, D. Polyphenols and Volatile Compounds in Commercial Chokeberry (*Aronia Melanocarpa*) Products. *Nat. Prod. Commun.* 2016, 11, 99–102.
29. Bolarinwa, I.F.; Oke, M.O.; Olaniyan, S.A.; Ajala, A.S. A Review of Cyanogenic Glycosides in Edible Plants. In *Toxicology—New Aspects to This Scientific Conundrum*; Larramendy, M.L., Soleneski, S., Eds.; InTech: London, UK, 2016; pp. 179–191.
30. Jakobek, L.; Šeruga, M.; Medvidović-Kosanović, M.; Novak, I. Antioxidant activity and polyphenols of Aronia in comparison to other berry species. *Agric. Conspec. Sci.* 2007, 72, 301–306.
31. Gralec, I.W.M. Aronia *Melanocarpa* berries: Phenolics composition and antioxidant properties changes during fruit development and ripening. *Emir. J. Food Agric.* 2019, 31, 214–221.
32. Kobus, Z.; Nadulski, R.; Wilczyński, K.; Kozak, M.; Guz, T.; Rydzak, L. Effect of the black chokeberry (*Aronia Melanocarpa* (Michx.) Elliott) juice acquisition method on the content of polyphenols and antioxidant activity. *PLoS ONE* 2019, 14, e0219585.
33. Tolić, M.-T.; Jurčević, I.L.; Krbavčić, I.P.; Marković, K.; Vahčić, N. Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (*Aronia Melanocarpa*) Products. *Food Technol. Biotechnol.* 2015, 53, 171–179.
34. Williamson, G. The role of polyphenols in modern nutrition. *Nutr. Bull.* 2017, 42, 226–235.
35. Denev, P.; Číž, M.; Kratchanova, M.; Blazheva, D. Black chokeberry (*Aronia Melanocarpa*) polyphenols reveal different antioxidant, antimicrobial and neutrophil-modulating activities. *Food Chem.* 2019, 284, 108–117.

36. Bräunlich, M.; Slimestad, R.; Wangensteen, H.; Brede, C.; Malterud, K.E.; Barsett, H. Extracts, Anthocyanins and Procyanidins from *Aronia Melanocarpa* as Radical Scavengers and Enzyme Inhibitors. *Nutrients* 2013, 5, 663–678.
37. Oszmiański, J.; Wojdyło, A. *Aronia Melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.* 2005, 221, 809–813.
38. Szopa, A.; Kokotkiewicz, A.; Kubica, P.; Banaszcak, P.; Wojtanowska-Krośniak, A.; Krosniak, M.; Marzec-Wróblewska, U.; Badura, A.; Zagrodzki, P.; Bucinski, A.; et al. Comparative analysis of different groups of phenolic compounds in fruit and leaf extracts of *Aronia* sp.: *A. melanocarpa*, *A. arbutifolia*, and *A. ×prunifolia* and their antioxidant activities. *Eur. Food Res. Technol.* 2017, 243, 1645–1657.
39. Ochmian, I.D.; Grajkowski, J.; Smolik, M. Comparison of Some Morphological Features, Quality and Chemical Content of Four Cultivars of Chokeberry Fruits (*Aronia Melanocarpa*). *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 2012, 40, 253.
40. Mezhenskyj, V. M., Shevchuk, L. M., Kovalchuk, S. P., Havryliuk, O. S., Levchuk, L. M., Babenko, S. M., & Vintskovska, Y. Y. (2024). Phytochemical analysis of *Aronia melanocarpa* and *×Sorbaronia fallax* fruit . *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(1), 49-54. <https://doi.org/10.15421/022407>.
41. Leonard W., Zhang P., Ying D., Fang Z. Application of extrusion technology in plant food processing byproducts: An overview. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2020;19:218–246. doi: 10.1111/1541-4337.12514.
42. Tolić M.-T., Landeka Jurčević I., Panjkota Krbavčić I., Marković K., Vahčić N. Phenolic content, antioxidant capacity and quality of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products. *Food Technol. Biotechnol.* 2015;53:171–179. doi: 10.17113/ftb.53.02.15.3833.
43. Nowak D., Gośliński M., Wojtowicz E. Comparative analysis of the antioxidant capacity of selected fruit juices and nectars: Chokeberry juice as a rich source of polyphenols. *Int. J. Food Prop.* 2016;19:1317–1324. doi: 10.1080/10942912.2015.1063068.

44. Combrzyński M., Wójtowicz A., Mitrus M., Oniszczyk T., Matwijczuk A., Pawelczyk P., Mościcki L. Effect of starch type and screw speed on mechanical properties of extrusion-cooked starch-based foams. *Int. Agrophys.* 2019;33:233–240. doi: 10.31545/intagr/109517.
45. Cotacallapa-Sucapuca M., Vega E.N., Maieves H.A., Berrios J.D.J., Morales P., Fernández-Ruiz V., Cámara M. Extrusion process as an alternative to improve pulses products consumption. A Review. *Foods.* 2021;10:1096. doi: 10.3390/foods10051096.
46. Zhang J., Liu L., Liu H., Yoon A., Rizvi S.S.H., Wang Q. Changes in conformation and quality of vegetable protein during texturization process by extrusion. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2019;59:3267–3280. doi: 10.1080/10408398.2018.1487383.
47. Sharma P., Ramchiary M., Samyor D., Das A.B. Study on the phytochemical properties of pineapple fruit leather processed by extrusion cooking. *LWT Food Sci. Technol.* 2016;72:534–543. doi: 10.1016/j.lwt.2016.05.001
48. Altan A., McCarthy K.L., Maskan M. Effect of extrusion process on antioxidant activity, total phenolics and β -glucan content of extrudates developed from barley-fruit and vegetable by-products. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2009;44:1263–1271. doi: 10.1111/j.1365-2621.2009.01956.x
49. Anton A.A., Gary Fulcher R., Arntfield S.D. Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of bean addition and extrusion cooking. *Food Chem.* 2009;113:989–996. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.08.050.
50. Stojceska V., Ainsworth P., Plunkett A., İbanoğlu E., İbanoğlu Ş. Cauliflower by-products as a new source of dietary fibre, antioxidants and proteins in cereal based ready-to-eat expanded snacks. *J. Food Eng.* 2008;87:554–563. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.01.009.
51. Moscicki L., editor. *Extrusion-Cooking Techniques. Application, Theory and Sustainability.* Wiley-VCH; Weinheim, Germany: 2011

52. Potter R., Stojceska V., Plunkett A. The use of fruit powders in extruded snacks suitable for children's diets. *LWT Food Sci. Technol.* 2013;51:537–544. doi: 10.1016/j.lwt.2012.11.015
53. Hirth M., Preiß R., Mayer-Miebach E., Schuchmann H.P. Influence of HTST extrusion cooking process parameters on the stability of anthocyanins, procyanidins and hydroxycinnamic acids as the main bioactive chokeberry polyphenols. *LWT Food Sci. Technol.* 2015;62:511–516. doi: 10.1016/j.lwt.2014.08.032
54. Schmid V., Steck J., Mayer-Miebach E., Behnlian D., Bunzel M., Karbstein H.P., Emin M.A. Extrusion processing of pure chokeberry (*Aronia melanocarpa*) pomace: Impact on dietary fiber profile and bioactive compounds. *Foods*. 2021;10:518. doi: 10.3390/foods10030518.
55. Oniszczyk T., Widelska G., Oniszczyk A., Kasprzak K., Wójtowicz A., Olech M., Nowak R., Kulesza K.W., Jóźwiak G., Hajnos M.W. Influence of production parameters on the content of polyphenolic compounds in extruded porridge enriched with chokeberry fruit (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) *Open Chem.* 2019;17:166–176. doi: 10.1515/chem-2019-0019
- 56.
57. Witczak T., Stępień A., Gumul D., Witczak M., Fiutak G., Zięba T. The Influence of the Extrusion Process on the Nutritional Composition, Physical Properties and Storage Stability of Black Chokeberry Pomaces. *Food Chem.* 2021;334:127548. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127548.
58. Drożdż W., Boruckowska H., Boruckowski T., Tomaszewska-Ciosk E., Zdybel E. Use of blackcurrant and chokeberry press residue in snack products. *Pol. J. Chem. Technol.* 2019;21:13–19. doi: 10.2478/pjct-2019-0003.
59. Wójtowicz A., Lisiecka K., Mitrus M., Nowak G., Golian M., Oniszczyk A., Kasprzak K., Widelska G., Oniszczyk T., Combrzyński M. Physical properties and texture of gluten-free snacks supplemented with selected fruit additions. *Int. Agrophys.* 2019;33:407–416. doi: 10.31545/intagr/112563.
60. Schmid V., Mayer-Miebach E., Behnlian D., Briviba K., Karbstein H.P., Emin M.A. Enrichment of Starch-Based Extruded Cereals with Chokeberry (*Aronia*

melanocarpa) Pomace: Influence of Processing Conditions on Techno-Functional and Sensory Related Properties, Dietary Fibre and Polyphenol Content as Well as in Vitro Digestibility. *LWT*. 2022;154:112610. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112610.

61. E.S. Belokurova, I.A. Pankina, I. Asfondyarova and B.T. Abdizhapparova Possibilities of using sprouted wheat grain in meat semi-finished products for a healthy diet. *BIO Web Conf.*, 29 (2021) 01024 DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20212901024>.

62. Ishaq, A.; Irfan, S.; Sameen, A.; Khalid, N. Plant-Based Meat Analogs: A Review with Reference to Formulation and Gastrointestinal Fate. *Curr. Res. Food Sci.* 2022, 5, 973.

63. Singh, M.; Trivedi, N.; Enamala, M.K.; Kuppam, C.; Parikh, P.; Nikolova, M.P.; Chavali, M. Plant-Based Meat Analogue (PBMA) as a Sustainable Food: A Concise Review. *Eur. Food Res. Technol.* 2021, 247, 2499–2526.

64. Kurek, M.A.; Onopiuk, A.; Pogorzelska-nowicka, E.; Szpicer, A.; Zalewska, M.; Póltorak, A. Novel Protein Sources for Applications in Meat-Alternative Products—Insight and Challenges. *Foods* 2022, 11, 957.

65. Kyriakopoulou, K.; Dekkers, B.; van der Goot, A.J. Plant-Based Meat Analogues. In *Sustainable Meat Production and Processing*, 1st ed.; Galanakis, C.M., Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; Volume 1, pp. 103–126.

66. Zahari, I.; Östbring, K.; Purhagen, J.K.; Rayner, M. Plant-Based Meat Analogues from Alternative Protein: A Systematic Literature Review. *Foods* 2022, 11, 2870.

67. Kumari, T.; Deka, S.C. Potential Health Benefits of Garden Pea Seeds and Pods: A Review. *Legum. Sci.* 2021, 3, e82.

68. Kurek, M.A.; Onopiuk, A.; Pogorzelska-nowicka, E.; Szpicer, A.; Zalewska, M.; Póltorak, A. Novel Protein Sources for Applications in Meat-Alternative Products—Insight and Challenges. *Foods* 2022, 11, 957.

69. Arora, S.; Kataria, P.; Nautiyal, M.; Tuteja, I.; Sharma, V.; Ahmad, F.; Haque, S.; Shahwan, M.; Capanoglu, E.; Vashishth, R.; et al. Comprehensive Review on the

Role of Plant Protein As a Possible Meat Analogue: Framing the Future of Meat. *ACS Omega* 2023, 8, 23305–23319.

70. Kyriakopoulou, K.; Dekkers, B.; van der Goot, A.J. Plant-Based Meat Analogues. In *Sustainable Meat Production and Processing*, 1st ed.; Galanakis, C.M., Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; Volume 1, pp. 103–126.
71. Batista, A.P.; Portugal, C.A.M.; Sousa, I.; Crespo, J.G.; Raymundo, A. Accessing Gelling Ability of Vegetable Proteins Using Rheological and Fluorescence Techniques. *Int. J. Biol. Macromol.* 2005, 36, 135–143.
72. Goldstein, N.; Reifen, R. The Potential of Legume-Derived Proteins in the Food Industry. *Grain Oil Sci. Technol.* 2022, 5, 167–178.
73. Li, M.; Hou, X.; Lin, L.; Jiang, F.; Qiao, D.; Xie, F. Legume Protein/Polysaccharide Food Hydrogels: Preparation Methods, Improvement Strategies and Applications. *Int. J. Biol. Macromol.* 2023, 243, 125217.
74. Kaur, M.; Singh, N. Characterization of Protein Isolates from Different Indian Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars. *Food Chem.* 2007, 102, 366–374.
75. Khazaei, H.; Subedi, M.; Nickerson, M.; Martínez-Villaluenga, C.; Frias, J.; Vandenberg, A. Seed Protein of Lentils: Current Status, Progress, and Food Applications. *Foods* 2019, 8, 391.
76. Jarpa-Parra, M. Lentil Protein: A Review of Functional Properties and Food Application. An Overview of Lentil Protein Functionality. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2018, 53, 892–903.
77. García-Mora, P.; Martín-Martínez, M.; Angeles Bonache, M.; González-Múniz, R.; Peñas, E.; Frias, J.; Martinez-Villaluenga, C. Identification, Functional Gastrointestinal Stability and Molecular Docking Studies of Lentil Peptides with Dual Antioxidant and Angiotensin I Converting Enzyme Inhibitory Activities. *Food Chem.* 2017, 221, 464–472.
78. Saldanha do Carmo, C.; Rieder, A.; Varela, P.; Zobel, H.; Dessev, T.; Nersten, S.; Gaber, S.M.; Sahlstrøm, S.; Knutsen, S.H. Texturized Vegetable Protein from a Faba Bean Protein Concentrate and an Oat Fraction: Impact on Physicochemical, Nutritional, Textural and Sensory Properties. *Future Foods* 2023, 7, 100228.

79. Asgar, M.A.; Fazilah, A.; Huda, N.; Bhat, R.; Karim, A.A. Nonmeat Protein Alternatives as Meat Extenders and Meat Analogs. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2010, 9, 513–529.
80. Bohrer, B.M. An Investigation of the Formulation and Nutritional Composition of Modern Meat Analogue Products. *Food Sci. Hum. Wellness* 2019, 8, 320–329.
81. Lingiardi, N.; Galante, M.; de Sanctis, M.; Spelzini, D. Are Quinoa Proteins a Promising Alternative to Be Applied in Plant-Based Emulsion Gel Formulation? *Food Chem.* 2022, 394, 133485.
82. Schoenlechner, R.; Jurackova, K.; Berghofer, E. Pasta production from the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat. In *Woodhead Publishing Series in Food Science Technology and Nutrition, Using Cereal Science and Technology for the Benefit of Consumers*; Cauvain, S.P., Salmon, S.S., Young, L., Eds.; Woodhead Publishing: Sawston, UK, 2005; Volume 1, pp. 74–81.
83. Mir, N.A.; Riar, C.S.; Singh, S. Rheological, Structural and Thermal Characteristics of Protein Isolates Obtained from Album (*Chenopodium album*) and Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Seeds. *Food Hydrocoll. Health* 2021, 1, 100019.
84. Cerino, P.; Buonerba, C.; Cannazza, G.; D'Auria, J.; Ottoni, E.; Fulgione, A.; Di Stasio, A.; Pierri, B.; Gallo, A. A Review of Hemp as Food and Nutritional Supplement. *Cannabis Cannabinoid Res.* 2021, 6, 19.
85. Burton, R.A.; Andres, M.; Cole, M.; Cowley, J.M.; Augustin, M.A. Industrial Hemp Seed: From the Field to Value-Added Food Ingredients. *J. Cannabis Res.* 2022, 4, 45.
86. Benković M, Jurinjak Tušek A, Sokač Cvetnić T, Jurina T, Valinger D, Gajdoš Kljusurić J. An Overview of Ingredients Used for Plant-Based Meat Analogue Production and Their Influence on Structural and Textural Properties of the Final Product. *Gels.* 2023; 9(12):921. <https://doi.org/10.3390/gels9120921>.
87. Pöri, P.; Lille, M.; Edelman, M.; Aisala, H.; Santangelo, D.; Coda, R.; Sozer, N. Technological and Sensory Properties of Plant-Based Meat Analogues Containing Fermented Sunflower Protein Concentrate. *Future Foods* 2023, 8, 100244.

88. Sha, L.; Xiong, Y.L. Plant Protein-Based Alternatives of Reconstructed Meat: Science, Technology, and Challenges. *Trends Food Sci. Technol.* 2020, 102, 51–61.
89. Ryu, K.K.; Kang, Y.K.; Jeong, E.W.; Baek, Y.; Lee, K.Y.; Lee, H.G. Applications of Various Natural Pigments to a Plant-Based Meat Analog. *LWT* 2023, 174, 114431.
90. He, J.; Evans, N.M.; Liu, H.; Shao, S. A Review of Research on Plant-Based Meat Alternatives: Driving Forces, History, Manufacturing, and Consumer Attitudes. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2020, 19, 2639–2656.
91. Bakhsh, A.; Cho, C.; Baritugo, K.A.; Kim, B.; Ullah, Q.; Rahman, A.; Park, S. Production and Analytical Aspects of Natural Pigments to Enhance Alternative Meat Product Color. *Foods* 2023, 12, 1281.
92. Malav, O.P.; Talukder, S.; Gokulakrishnan, P.; Chand, S. Meat Analog: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2015, 55, 1241–1245.
93. Zhou, Y.; Tian, Y.; Yang, B. Root Vegetable Side Streams as Sources of Functional Ingredients for Food, Nutraceutical and Pharmaceutical Applications: The Current Status and Future Prospects. *Trends Food Sci. Technol.* 2023, 137, 1–16.
94. Renita, A.A.; Gajaria, T.K.; Sathish, S.; Kumar, J.A.; Lakshmi, D.S.; Kujawa, J.; Kujawski, W. Progress and Prospective of the Industrial Development and Applications of Eco-Friendly Colorants: An Insight into Environmental Impact and Sustainability Issues. *Foods* 2023, 12, 1521.