

1  
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій  
імені С.З.Гжицького

Факультет харчових технологій та біотехнологій

Кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

(освітній ступінь)

на тему: «Удосконалення технології м'ясних чіпсів»

Виконав: студент(ка) 2-го курсу групи №1

Спеціальність 181 Харчові технології

ОПП «Технології зберігання, консервування  
і переробки м'яса»

Шемелинець Ярослав Степанович

Керівник к.с.-г.н. Басараб І.М.

Рецензент Мусій Л.Я.

**Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С.З. Гжицького**  
(повне найменування закладу вищої навчальної)

Інститут, факультет, відділення **факультет харчових технологій та біотехнологій**  
Кафедра (циклова комісія) **кафедра технологій м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів**  
Освітній ступінь **магістр**  
Спеціальність **181 «Харчові технології»**  
(шифр і назва)  
ОПП **«Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»**  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри (голова циклової  
комісії) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_/підпис/\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

**Шемелинець Ярослава Степановича**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): «Удосконалення технології м'ясних чіпсів»

керівник проекту (роботи) Басараб Ірина Михайлівна, к.с.-г.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «22» 11 2023 року  
№ 937-4

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 05.12.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Характеристика сировини та особливості технологічного процесу виробництва м'ясних чіпсів, стандарти та інші нормативні документи на основні рецептурні компоненти м'ясних чіпсів, характеристика функціональних інгредієнтів, технологічна схема виробництва м'ясних чіпсів і технохімічного аналізу готової продукції

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, таблиці, принципові технологічні схеми, технологічні лінії виробництва м'ясних чіпсів.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ                                | Консультант<br>ПІБ, посада | Підпис, дата      |                     |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
|                                       |                            | Завдання<br>видав | Завдання<br>прийняв |
| 1. Вступ                              | доц. Басараб І.М.          | /підпис/          | /підпис/            |
| 2. Огляд літератури                   | доц. Басараб І.М.          | /підпис/          | /підпис/            |
| 3. Матеріали і методи досліджень      | доц. Басараб І.М.          | /підпис/          | /підпис/            |
| 1. Експериментальна частина           | доц. Басараб І.М.          | /підпис/          | /підпис/            |
| 2. Економічна ефективність            | доц. Березівський Я.П.     | /підпис/          | /підпис/            |
| 4. Висновки та пропозиції виробництву | доц. Басараб І.М.          | /підпис/          | /підпис/            |

7. Дата видачі завдання 29.05.23 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)        | Термін виконання | примітка |
|-------|-------------------------------------------------|------------------|----------|
| 1.    | Огляд літератури                                |                  | 30%      |
|       | <b>I атестація:</b>                             | 11.09.2023       | 30%      |
| 2.    | Матеріали і методи досліджень                   |                  | 20%      |
| 3.    | Експериментальна частина                        |                  | 35%      |
|       | <b>II атестація:</b>                            | 01.11.2023       | 55%      |
| 4.    | Розрахунок економічної ефективності виробництва |                  | 10%      |
| 5.    | Висновки та пропозиції виробництву              |                  | 5%       |
|       | <b>III атестація:</b>                           | 05.12.2023       | 15%      |
|       | Допущення до захисту:                           | 08.12.2023       | 100%     |

Студент(ка)

/підпис/  
(підпис)**Шемелинець Я.С.**  
(прізвище та ініціали)Керівник проекту  
(роботи)/підпис/  
(підпис)**Басараб І.М.**  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                                                 | 3  |
| 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....                                                                                                                   | 6  |
| 1.1. Типи сухих м'ясних продуктів, інгредієнти для їх виробництва.....                                                                     | 6  |
| 1.2. Технології виробництва сухих м'ясних продуктів, особливості виконання окремих операцій.....                                           | 12 |
| 1.3. Висновок з літературному огляду, мета і завдання досліджень.....                                                                      | 19 |
| 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ .....                                                                                                               | 21 |
| 2.1. Організація досліджень і схема проведення експериментів .....                                                                         | 21 |
| 2.2. Методи експериментальних досліджень.....                                                                                              | 25 |
| 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....                                                                                                      | 28 |
| 3.1. Вивчення складу і властивостей м'яса грудинок курчат-бройлерів.....                                                                   | 28 |
| 3.2. Дослідження впливу концентрації хлориду натрію і лактату натрію на властивості солених напівфабрикатів чіпсів з м'яса птиці.....      | 30 |
| 3.3. Дослідження і обґрунтування режиму вакуумної інфрачервоної сушки чіпсів з білого м'яса птиці .....                                    | 38 |
| 3.4. Дослідження впливу вакуумного інфрачервоного сушіння на органолептичні властивості та хімічний склад чіпсів з білого м'яса птиці..... | 44 |
| 3.5. Фізико-хімічні і мікробіологічні показники чіпсів з білого м'яса птиці.....                                                           | 48 |
| 3.6. Удосконалена технологічна схема виробництва чіпсів з білого м'яса птиці.....                                                          | 51 |
| 3.7. Дослідження якості чіпсів з білого м'яса птиці в процесі зберігання, встановлення термінів придатності продукції.....                 | 55 |
| 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....                                                                                                            | 62 |
| ВИСНОВОК.....                                                                                                                              | 66 |
| ПРОПОЗИЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....                                                                                                           | 67 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....                                                                                                        | 69 |

## ВСТУП

*Актуальність.* М'ясо птиці є джерелом високоякісного тваринного білка, виробництво і переробка якого вносить вагомий внесок до продовольчої безпеки нашої країни. За даними М'ясної ради ЄЕС рівень використання птиці м'ясопереробними підприємствами в доступному ціновому сегменті складає 45%. Рівень виробництва і споживання м'яса підростаючої птиці, вимагає від виробників освоєння сучасніших і перспективніших ніш продуктів харчування, розширення асортименту і розробки технологій нових продуктів високої якості і харчової цінності, стійких до бактерійного псування при тривалому зберіганні.

У цьому напрямі досить перспективним є виробництво сухих м'ясних продуктів, технології яких дозволяють отримати вироби з високим вмістом білка і мінеральних компонентів при мінімізації деструктивних змін біологічних компонентів, що дозволяє віднести їх до продуктів підвищеної харчової цінності. Сушені м'ясні продукти готові до вживання типу «ready-to-eat» мають давню історію і культуру споживання в різних країнах. Попит на цю продукцію обумовлений можливістю зберігання за звичайних умов, високим ступенем кулінарної готовності, великими можливостями в модифікації смако-ароматичних властивостей, а також зручністю в споживанні, що досягається регулюванням форми і маси продукції, її розфасовкою і упаковкою. Розвиток технологій сухих м'ясних продуктів пов'язують із залученням нового вигляду м'яса, комбінуванням його з рослинними наповнювачами, розробкою інноваційних способів сушки і упаковки продуктів, направлених на підвищення споживчих властивостей і гігієнічної якості виробів.

В зв'язку з цим розробка технології чіпсів з м'яса птиці з використанням вакуумної інфрачервоної сушки, що відрізняються підвищеною харчовою цінністю з гарантованим рівнем безпеки є актуальним завданням м'ясної промисловості. Розвиток ринку вітчизняних сухих м'ясних продуктів дозволить розширити можливості підприємств м'ясної промисловості в сучасних умовах.

*Наукова новизна.* Отримані нові дані, що характеризують зміни фізико-хімічних і мікробіологічних показників солоних напівфабрикатів для

чіпсів з використанням лактату натрію і захисних культур мікроорганізмів залежно від концентрації хлориду натрію і тривалості засолювання.

На підставі проведених досліджень отримані дані впливи вакуумної інфрачервоної сушки на харчову цінність, фізико-хімічні і мікробіологічні показники чіпсів з білого м'яса птиці, що доводять доцільність її застосування.

Встановлений хімічний склад і показники якості нового продукту. Встановлена динаміка фізико-хімічних, мікробіологічних показників чіпсів залежно від способу упаковки і тривалості зберігання, науково обґрунтовані терміни придатності чіпсів з білого м'яса птиці, упакованого в умовах модифікованого газового середовища.

*Практичне значення.* Удосконалена технологічна схема виробництва чіпсів з використанням вакуумної інфрачервоної сушки з упаковкою в умовах модифікованого газового середовища. Визначена економічна ефективність виробництва чіпсів відповідно до розробленої технології.

*Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.* Кваліфікаційна робота складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів експериментальних досліджень, економічної ефективності, висновків і пропозицій виробництву, списку використаної літератури, що містить 37 джерел. Робота викладена на 72 сторінках комп'ютерного тексту, містить 23 таблиць і 5 рисунків.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ<sup>7</sup>

### 1.1. Типи сухих м'ясних продуктів, інгредієнти для їх виробництва.

Сушка як спосіб консервації їжі використовувалася людством століттями, стабільними джерелами харчування людини були сухе м'ясо, риба, фрукти. Асортимент сухих продуктів сучасної людини представлений, перш за все, закусочними продуктами, які можна об'єднати загальним терміном «снеки». Снеки від англійського «snacks» - це продукти для швидкого і легкого втамовування голоду, або закуски, що не вимагають додаткового приготування і повністю готові до вживання. До снекових відноситься продукція з пролонгованими термінами придатності, яку називають «ready-to-eat», виробництво такої продукції на сьогоднішній день є одним з перспективних напрямів структуризації асортименту підприємств м'ясної промисловості [9, 35].

Сухі (сушені, в'ялені) м'ясні продукти мають велику історію виробництва і споживання в країнах Південної і Північної Америки, Південної Африки, у північних народів. До національних сухих продуктів, які виготовляються за традиційними або інноваційними технологіями відносяться джерки, чарки, білтонг, пемікан, пастирма, юкола, інші, сучасний асортимент сухих м'ясних продуктів включає м'ясні пластівці, чіпси, палички, строганину та інші [3, 6, 36].

Сухі м'ясні продукти відрізняються високою харчовою цінністю, завдяки відділенню видимих включень жирової і сполучної тканини при підготовці сировини, низькою калорійністю і вмістом холестерину, підвищеним вмістом білка. Сухі м'ясні продукти є істотним джерелом легкозасвоюваного заліза, що особливо справедливо відносно продуктів, виготовлених з «червоного» м'яса [6, 9]. До споживчих ознак більшості сухих м'ясних продуктів типу «ready-to-eat» відноситься мала маса, наявність індивідуальної упаковки. Сухі продукти можуть бути як промислового, так і домашнього способу виготовлення. Продукти, виготовлені промисловим способом, призначені для мережі підприємств громадського харчування, туристів, мисливців, для вживання у складі звичайного раціону, як продукт для перекушування.

Залежно від технології виробництва і виду використовуваної сировини масова частка вологи в сухих м'ясних продуктах складає від 20% до 30%, масова

частка білка від 45% до 67%, активність води від 0,67 до 0,88 [6, 14, 17]. Невдільнячись на спільність основних ознак, при виготовленні продуктів можуть застосовувати різні інгредієнти і особливі стадії виробництва.

Одним з найбільш поширених сухих м'ясних продуктів, відомих з часів давнього Єгипту, є *джерки*, плем'я кечуа, прародичів стародавніх інків називають цей продукт *чарки*. Джерки особливо поширені в США і Західній Європі, де мають постійно високий попит, в США джерки регулярно вживають близько 39% сімей, починаючи з 1996 року, вони вибрані їжею для космонавтів Nasa, оскільки мають невелику вагу і високий рівень калорійності [35]. До Європи продукт був привезений іспанцями, що оцінили достоїнства продукту в довгих морських подорожах. Департаментом сільського господарства США (USDA) джерки визнали як продукт, що піддається нагріванню і призначений для тривалого зберігання. Це продукт темного кольору з щільною структурою, що вимагає тривалого жування. Його класифікаційними ознаками є співвідношення «волога:білок», рівне  $<0,75$  і значення показника активності води ( $A_w$ ) менше 0,85 [19].

Типова технологія виготовлення джерок включає засолювання, яке виконується сухим способом натиранням сіллю, і сушку з видаленням більше 50% вологи з сировини, що забезпечує стабільність продукту при зберіганні. Для поліпшення аромату сировину піддають маринуванню, тобто витримці в соусі з різними добавками, або копченню. Можлива попередня теплова обробка сировини перед сушкою.

Як правило, джерки зберігають при кімнатній температурі, тривалість зберігання 15 діб, для подовження термінів придатності рекомендується зберігання продукту при низьких позитивних температурах (3-6 міс.) або при заморожуванні (до 1 року). При використанні різних видів упаковок термін придатності збільшується.

Традиційно для виробництва джерок застосовують м'язову тканину яловичини, виділену із задньої четвертини туші, зокрема, зовнішній, бічний або внутрішній шматок тазостегнового відрубу. У м'ясі повинні бути відсутніми сполучна тканина і жир, завдяки чому готовий продукт має дуже низький зміст

жиру і високу харчову цінність. Проте джерки виготовляють також з м'яса бізона, оленини, м'яса лося, свинини, м'яса диких тварин, наприклад, антилопи, а також з суміші різних видів м'яса, субпродуктів підвищеної харчової цінності, таких як серце і язик [9, 18, 33]. Використання різних видів м'ясної сировини дозволяє регулювати органолептичні характеристики виробів, їх харчову і біологічну цінність. Джерки можуть бути виготовлені як з кускового м'яса, нарізаного скибочками різної товщини, так і з подрібненої сировини - реструктуровані джерки. Реструктурований продукт може бути сформований набиванням у вузькі баранячі череві, целюлозні або штучні білкові оболонки, меншим вмістом вологи і підвищеним вмістом білка відрізняються вироби в целюлозних оболонках [1, 9, 11].

Відмінні або особливі смакові властивості джерок створюються різноманітними рецептурами маринадів, а також комбінуванням основних технологічних стадій - маринування, попередня теплова обробка і сушка. Традиційні інгредієнти маринадів для джерок це сіль, цукор і соєвий соус. Сіль і цукор сприяють зниженню показника активності води, а у поєднанні з сушкою створюють інтегральний летальний ефект відносно мікроорганізмів. Rose R. зв'язує збільшення мікробного обсіменіння реструктурованих джерок домашнього приготування з пониженим вмістом солі в суміші для консервації [6]. Разом з тим, зниження масової частки хлориду натрію у виробках є одним з основних напрямів в розробці м'ясних продуктів для здорового харчування, реалізація якого може бути виконана шляхом заміни хлориду натрію на інші солі. У цьому напрямі виявлена робота Zhan Chang-Ling із співавторами, які в маринадах для джерок з м'яса качок замінювали від 20% до 50% хлориду натрію на лактат кальцію. За наслідками досліджень консистенції і колірних характеристик оптимальний рівень введення лактату кальцію оцінений авторами як (20-30)%, проте ними не приводяться дані про вплив заміни солі на показники безпеки сухого продукту [11].

Соєвий соус додає м'ясним продуктам особливі оригінальні смако-ароматичні властивості, а також, що дуже важливе, володіє антиоксидантною і бактерицидною дією, сприяє стабілізації кольору і ліпідної

фракції м'ясних продуктів в процесі зберігання [12, 14]. При необхідності регулювання інтенсивності забарвлення, а також підвищення стабільності властивостей джерок до складу маринадів можуть бути додані нітрит натрію і аскорбат натрію.

Корейськими ученими запропонований маринад на основі червоного вина, змішаного з водою в співвідношенні 1:1 з додаванням до традиційних компонентів меду, імбиру, лаврового листа [11]. Використання вина приводить до поліпшення органолептичних характеристик, але практично не впливає на стабільність ліпідної фракції джерок при зберіганні і хімічний склад.

Для модифікації і стабілізації органолептичних і фізико-хімічних властивостей джерок пропонується використання ферментованих гострих приправ, це відносяться, в першу чергу, до продуктів, вироблених на азійському ринку. Приклад таких компонентів пряна приправа «кімчі» з ферментованих овочів на основі пекінської капусти [35], ферментована паста на основі пекучого червоного перцю і сої з додаванням рисового глютену [11]. Є дані про позитивний вплив на органолептичні властивості джерок екстракту японської сливи [16], порошка зеленого чаю у поєднанні з медом [37], обумовленому інтенсифікацією реакцій, що відповідають за формування кольору, смаку, аромату, а також інгібування окислювальних змін і стабілізацію стану ліпідної фракції.

За висновками аналізу науково-технічної літератури виявлені дослідження, метою яких було поліпшення консистенції джерок виконанням маринування сировини в умовах механічної обробки з додаванням ферментів, в якості яких Kim Y.c співавторами використовували протеази *Streptomyces griseus* в кількості 0,01% [37]. Для регулювання консистенції реструктурованих продуктів застосовують крохмаль, рисову муку, муку бобів, а також муку жолудів, які забезпечують необхідні властивості реологій при низькому вмісті жиру в початковій сировині [36].

Представлені дані свідчать про широкі технологічні можливості регулювання органолептичних властивостей і харчової цінності такого продукту як джерки.

Корінні жителі Північної Америки виготовляють продукт, такзваний *пемікан*. Для його приготування подрібнене в'ялене м'ясо змішують з шматочками жиру і ягодами з подальшим формуванням в брикети. Розрізняють декілька типів пемікану, наприклад, суміш, що складається з 50% нежирного м'яса і 50% розтопленого жиру, або суміш 50% жиру, 45% висушеного нежирного м'яса і 5% подрібнених сухих ягід.

Продукт, традиційної для країн Південної Африки - *білтонг*, його назва походить від «bil»-м'ясо і «tong»-вузька смужка, продукт виготовляється також в європейських країнах, зокрема Великобританії. Принципова відмінність технології цього продукту від джерок в тому, що у складі маринаду обов'язково використовується оцет або органічні кислоти. За традиційною технологією сушка маринованої сировини виконується на сонці, а в промислових умовах на підприємствах так швидко, як це можливо, з метою прискорення зниження показника активності води, але без надмірного пересихання поверхневого шару. Розрізняють білтонг сухий (масова частка вологи 21%-23%, активність води 0,65-0,68, масова частка хлориду натрію 5,5%-7,9%, максимально 13%) і з проміжною вологістю (масова частка вологи 35%-43%, активність води 0,85-0,89, масова частка хлориду натрію 3,8%-5,6%). Традиційний сухий продукт відрізняється підвищеною кількістю молочнокислих бактерій при меному мікробному обсіменінню, а також підвищеним вмістом Д-молочної кислоти. Для підвищення стабільності і додання характерного забарвлення в технології білтонга використовують нітрит натрію [9, 11, 34-17].

Кубинський національний сухий продукт з м'яса називається *тасайо*. При традиційному способі м'ясо для тасайо солять сухим засолом, а потім сушать на сонці протягом 3 тижнів, при промисловому - м'ясо витримують в насиченому розчині хлориду натрію протягом 8 годин, а потім сушать при 60°C до зменшення масової частки вологи на 50% від початкової [17].

Широко поширені сухі м'ясні продукти в Нігерії, це *тінко*, *канди*, *кіліши*, які проводять не тільки з яловичини, але і м'яса осла, віслюка, коня, буйволів [11].

Одним з популярних сучасних м'ясних сухих продуктів є чіпси, які класифікуються як закусочні продукти. М'ясні чіпси це продукт у вигляді тонких скибочок, які можуть бути виготовлені з різних видів м'яса, що піддаються засолюванню. Органолептичні характеристики формують за рахунок використання таких способів обробки як в'ялення, копчення, сушка, а також застосування різних смако-ароматичних інгредієнтів.

Чіпси можуть бути приготовані з кускового м'яса шляхом нарізування тонких пластин на слайсері, а також з подрібненого м'яса різної сортності, субпродуктів з додаванням не м'ясних інгредієнтів [15-16,18]. Аналіз науково-технічної і патентної літератури свідчить про широке використання субпродуктів 2 категорії для виробництва закусочних продуктів типу «чіпси», зокрема свинячої шкірки. Виявлений спосіб виробництва продукту типу чіпсів зі свинячої шкірки, сушці, що піддається, в умовах мікрохвильового нагрівання [14]. Підготовка сировини включає зачистку від прирізів жиру, варіння в розчині спецій, нарізування на шматочки. Підготовлену сировину сушать повітрям при температурі (60-100)°C до вологості (15-25)%, а далі в умовах СВЧ-нагрівання при температурі (100-140)°C або умовах комбінованої вакуум-СВЧ сушки при 50-60 мм рт. ст. (40-80)°C до вологості (6-8)%. Далі в умовах мікрохвильової обробки при 500-600 мм рт.ст продукт обсмажують до кінцевої вологості (3-6)%. Використання мікрохвильової обробки забезпечує рівномірне прогрівання продукту з колагеновмісної сировини і досягнення необхідної вологості за всім обсягом продукту [1, 3]. Запатентований спосіб виробництва харчового продукту типу «чіпси», відповідно до якого свинячу шкірку обезводнюють, зачищають від жиру і забруднень, далі варять протягом 30-50 хв. в 0,3-1,5%-ним розчині бікарбонату натрію при температурі 98-100°C і рідинному коефіцієнті від 1,0-1,5 до 1,0-2,0. Сировину витримують на стіканні, подрібнюють на шматки від 6\*6 до 12\*12 мм і піддають сушці при температурі (120-140)°C протягом 60-120 хв. до кінцевого показника вологи (6±1)%. Шматки висушеної шкірки охолоджують при кімнатній температурі, поміщають в киплячий свинячий жир з температурою 200±10°C на 6-10 с, що приводить до «підривання» структури і збільшення об'єму в 5-6 разів. Модифікування

смако-ароматичних характеристик досягається використанням спецій на різних етапах технологічного процесу, а саме, водоспиртних екстрактів мускатного горіха і м'яти при варінні, ваніліну в процесі охолодження перед упаковкою [15]. Розроблений спосіб виробництва закусочного продукту зі свинячих вух і хвостів. Спосіб передбачає варіння сировини в солоній воді (5-7% солі, температура 80-85°C, 1-1,5 год.), копчення (40- 45°C, 20-30 хв.), сушку в ІЧ-печах (60-70°C, 1,5-2 год.) і охолодженні готової продукції. Нарізка продукту з наданням необхідної форми (соломка, палички) виконується перед сушкою. Масова частка вологи в готовому продукті (25-30)%, білка від 16,8% до 21% [15].

Всі названі способи передбачають попереднє варіння сировини, що обумовлене особливостями його складу і властивостей. Варіння дозволяє поліпшити структуру і санітарний стан сировини, але може привести до появи смако-ароматичних відтінків, які властиві ліверним виробам.

Запатентований спосіб виробництва сушено-смажених продуктів типу «чіпси» з м'яса ставкової риби [18]. Спосіб включає оброблення ставкової риби на філе, відділення м'яса від шкіри, кісток і плавників, змішування з передбаченими рецептурою компонентами (кукурудзяне і амарантове борошно, кукурудзяний крохмаль, колагенова емульсія з шкіри риб, кріп, сіль) з одночасним подрібненням на кутері з отриманням тістоподібної маси. Отриману масу формують на дека, обробляють гострою парою при (120-130)°C протягом 10-15 секунд, потім охолоджують до (25-27)°C і витримують при (5-8)°C 6-10 годин для структуризації компонентів. Охолоджену масу заморожують при - 18°C протягом 2-3 хв., нарізують на пластини завтовшки не більше 1,5 мм і смажать у фритюрі при температурі олії (150-200)°C протягом (3-4) с [2-3].

За способом [9] для виробництва чіпсів з м'яса з масовою часткою вологи від 5% до 15% сировину, нарізану на скибочки завтовшки 0,75 мм, піддають попередній сушці при температурі 80°C протягом 15 хв., а потім сушці на повітрі протягом 14 діб. Двохстадійна сушка дозволяє забезпечити хороші смакові і колірні характеристики виробів [15].

Розвиток технологій сухих м'ясних продуктів пов'язують із залученням нового виду м'яса, розширенням асортименту реструктурованих продуктів з використанням рослинної сировини, використанням різних смако-ароматичних компонентів, зниженням вмісту солі в кінцевому продукті, вдосконаленням технології і техніки сушки для підвищення мікробної стабільності продукту.

Вельми перспективним напрямом є виробництво «ready-to-eat» м'ясних продуктів з м'яса птиці. За даними ФАО, в структурі світового ринку частка м'яса птиці складає 34,2%, в Україні 39,8%. Основні види м'яса птиці це м'ясо курей та індичок, їх частка від світового виробництва м'яса птиці складає 87% і 6,7% відповідно. М'яса качок припадає на частку 4% світового виробництва м'яса птиці, інших видів, включаючи м'ясо гусей, голубів, перепелів, фазанів, а також страусів складають близько 2,7% світового виробництва м'яса птиці [9, 17]. М'ясо птиці характеризується високим вмістом білка (16-22%) і низьким вмістом жиру (1 -4)%, що відповідає вимогам до сировини для виготовлення сухих продуктів. Близько 40% амінокислот білків м'язової тканини птиці відносяться до незамінних. М'ясо птиці є одним з найбільш цінних постачальників вітамінів групи В. У ній багато макроелементів, серед яких виділяються калій, сірку, фосфор, натрій, кальцій, хлор, а також мікроелементів - заліза, цинку, міді, марганцю, що мають велике значення в обміні речовин [14]. Ці дані дозволяють розглядати м'ясо птиці як цінну сировину для виробництва сухих м'ясних продуктів типу чіпсів.

## **1.2. Технології виробництва сухих м'ясних продуктів, особливості виконання окремих операцій.**

При виготовленні сухих м'ясних продуктів основними технологічними стадіями є сушіння і нагрівання. Призначенням нагрівання сушки є забезпечення необхідної летальності мікроорганізмів, а сушіння - стабільності продукту до мікробного псування в процесі зберігання [18].

Основним чинником, що дозволяє контролювати мікробіологічну чистоту і стабільність продукту є активність води, яка знижується при сушінні. У цьому відмінність сухих м'ясних продуктів від сухих консервованих або

ферментованих продуктів, для яких стабільність забезпечується комбінацією зниження рН і активності води. У свою чергу, активність води впливає на якість, безпеку, термін придатності, консистенцію і смакоароматичні характеристики харчових продуктів.

Сушіння харчових продуктів є складним не тільки теплофізичним, але і технологічним процесом, від якого багато в чому залежить якість готової продукції. Вона може бути виконана різними способами, залежно від виду харчової сировини і продуктів, способу підведення тепла, тиску в процесі сушіння і інших чинників. Сушіння може бути природним, зокрема на сонці, конвективним, кондуктивним, розпилювальним, терморадіаційним, мікрохвильовим, сублімаційним, комбінованим, залежно від тиску в сушильній камері (атмосферна, вакуумна або під надмірним тиском) [6,10,17]. Ray E. із співавторами розроблена технологія продукту типу джерок з м'яса птиці механічного обвалювання і яловичого тримінга, що передбачає сушіння продукту в умовах обробки екструзії. Комбінована дія температури і високого тиску забезпечують високий санітарний рівень екструдованого продукту з сировини з початковим підвищеним мікробним фоном [15].

Безперечний інтерес представляє сушіння харчових продуктів інфрачервоним випромінюванням, яка в даний час вважається вельми актуальною і найбільш перспективною. ІЧ-нагрівання має широкі можливості і використовується для сушіння, бланшування, пастеризації, стерилізації, розморожування харчової сировини, а також смажіння і гриль-обробки [11,14].

При найбільш поширеному способі конвективного сушіння у міру висихання продукту значно зростають енерговитрати і тривалість досушування продукту до нормативних значень вологості в результаті тепло- і масопровідних властивостей продукту, тому велика частина теплової енергії не проникає вглиб висушуваного матеріалу. Відбувається перегрів поверхневого шару, що безпосередньо впливає на якість готового продукту.

Інфрачервоне електромагнітне випромінювання – це об'ємний спосіб підведення тепла, при якому інфрачервоне випромінювання перетворюється в теплоту без безпосереднього контакту між джерелом енергії і продуктом, при

цьому носіями енергії є електромагнітні коливання, що виникають в продукті. Інфрачервоне випромінювання здатне проникати в продукт на певну глибину і впливати на молекулярну структуру, викликаючи швидке підвищення температури всередині продукту. Технологічний процес інфрачервоної сушки побудований на тому, що водою, яка міститься в продукті, поглинається інфрачервоне випромінювання хвилі певної довжини, а тканиною висушуваного продукту не поглинається. Тому видалення вологи відбувається при температурі  $(40-60)^{\circ}\text{C}$ , що дозволяє практично повністю зберігати біологічно активні речовини, вітаміни, смак, природний колір і аромат висушуваних продуктів. При інфрачервоній сушці продукти не схильні до дії шкідливих електромагнітних випромінювань і полів.

ІЧ-випромінюванню в спектрі електромагнітних хвиль відповідає діапазон довжин хвиль 0,76-750 мкм, який умовно ділиться на три групи: довгохвильовий 750-25 мкм, середньохвильовий - 25-2,5 мкм, короткохвильовий - 2,5-0,76 мкм. Відповідно до Sakai N., діапазон ІЧ-випромінювання представлений трьома областями: ближня інфрачервона область (NIR) з довжиною хвиль від 0,75 до 1,4 мкм, середня (MIR) з довжиною хвиль від 1,4 мкм до 3 мкм і дальня інфрачервона (FIR) з довжиною хвиль від 3 мкм до 1000 мкм [16].

Krishnamurthy K. із співавторами, розглядаючи механізм дії ІЧ-променів на харчові продукти, описує їх як матрицю, що складається з різних біологічних полімерів, солей, води. Кожен з елементів харчової системи абсорбує ІЧ-випромінювання певної довжини хвилі. Так білки абсорбують хвилі діапазону від 6 мкм до 9 мкм, ліпіди абсорбують хвилі практично у всьому діапазоні від 0,25 мкм до 10 мкм, проте піки доводяться на області (3-4) мкм, 6 мкм і (6-9) мкм, цукру 7-10 мкм і 0,5-4 мкм. Вода має максимальну абсорбцію до 2 мкм, мінімальну при довжинах хвиль більше 6 мкм [35]. За даними Sakai N. із співавторами, вода і органічні компоненти харчових продуктів, зокрема білки і крохмаль, абсорбують енергію хвиль дальнього діапазону (довжина хвиль більше 2,5 мкм), автор стверджує, що більшість харчових продуктів мають низьку поглинальну здатність при довжинах хвиль менше 2,5 мкм [35,17].

При ІЧ-нагріванні короткі хвилі абсорбуються водою, тоді як довгі хвилі - поверхнею продукту. Звідси витікає, що при нагріванні продуктів мінімальної товщини найбільш ефективно сушіння при довжинах хвиль дальнього діапазону (25-100 мкм), а для грубших шматків - при довжинах хвиль ближнього діапазону (0,75-3,0 мкм) [16].

Для сушки тонких шарів дуже ефективно використання ІЧ-нагрівання, в цьому випадку інтенсифікація сушки збільшується в 1,5-2,0 разу при зниженні енерговитрат в 1,5 разу [12]. Запатентований спосіб виробництва чіпсів з персиків, сушіння яких проводили ІЧ-нагріванням з довжиною хвилі в діапазоні 1,16-1,65 мкм і щільністю теплового потоку 2,69-5,44 кВт/м і конвективним обдуванням повітрям з початковою температурою 20°C [22].

Alden L.B., розглядає довжину хвилі 4,2 мкм як найбільш прийнятну для ІЧ-нагрівання харчових продуктів, обумовлену переважаючою абсорпцією енергії водою при довжинах хвиль нижче за це значення Згідно Descazeau R. із співавторами, ефективна абсорбція ІЧ-випромінювання відбувається в довгохвильовій області, а нагрівання біологічних матеріалів є наслідком коливального руху молекул [22, 34]. Короткохвильові інфрачервоні промені цього діапазону надають сильнішу дію на харчові продукти, як за рахунок великої глибини проникнення, так і ефективнішої дії на молекулярну структуру продуктів.

ІЧ-випромінювання необхідно розглядати не тільки як метод інтенсивної теплової обробки, але і як процес глибокої дії на фізико-хімічні і біологічні властивості оброблюваного продукту. Аналіз літературних даних свідчить про те, що ІЧ-нагрівання застосовується для сушіння різних продуктів, включаючи біологічно активні компоненти, оскільки сприяє збереженню активних компонентів, викликає інактивацію бактерій, спор, дріжджів, цвілі, обмежує дію ферментів, здатних викликати окислювальне псування сухих харчових продуктів [5, 9, 12]. Він застосовується для обробки м'ясних продуктів [3, 4, 16], забезпечуючи можливість отримання великих теплових потоків, рівномірність прогрівання сировини, зниження енерговитрат.

Інактивация мікроорганізмів при ІЧ-нагріванні залежить від довжини хвилі, потужності теплового потоку, температури поверхні, активності води продуктів і інших чинників. Hatanaka D. досліджував вплив ІЧ-випромінювання довжиною 0,95 мкм, 1,10 мкм і 1,15 мкм залежно від активності води на зростання і розвиток спороутворюючих *Bacillus subtilis subsp. subtilis*, встановлена велика ефективність хвиль 0,95 мкм. При активності води 0,9, 0,7 і 0,6 спор були стійкіші при довжинах хвиль 0,95, 1,10 і 1,15, відповідно, тобто з пониженням кількості доступної вологи ефективнішою є обробка з підвищенням довжини хвилі [33]. Sawai J. із співавторами доведено зниження популяції *E. coli* при експозиції протягом 2 хв. при ІЧ-випромінюванні з підвищенням температури суспензії мікроорганізмів від 56°C до 61°C [35].

Волончук С.К. із співавторами досліджували ІЧ-сушіння пильцевого обніжжя і встановили підвищення санітарного стану продукту в результаті зниження загального мікробного обсіменіння, придушення розвитку БГКП (коліформи) і певних видів цвілевих грибів, з складу мікобіоти обніжжя зникло такі небезпечні контамінанти харчових продуктів як цвілеві гриби роду *Trichoderma* і *Aureobasidium* [6]. Беляєвою С.С. обґрунтовані параметри сушіння пшеничних зародків і житніх висівок інфрачервоним випромінюванням довжиною хвилі 1,5-3,0 мкм до температури поверхні 60°C, що забезпечують високий санітарний стан і якість сухих продуктів [5].

Інфрачервоне нагрівання надає вплив на ферментні системи сировини, викликаючи їх інактивацію, забезпечуючи високе збереження білкової частини харчових продуктів. Kouzeh K.M. із співавторами встановлена втрата активності ліпоксигенази соєвих бобів на 95% при короткочасному інфрачервоному нагріванні, є дані про інактивацію ферментів зерна при інфрачервоному нагріванні до температури (30-40) °C, а також ліпази [12,14]. Доведена ефективність вакуумної ІЧ-сушіння продуктів оброблення тюленів з метою виробництва кормової муки. ІЧ-сушіння цієї сировини, яка характеризується підвищеним вмістом води (66,3%) при температурі 70°C і товщині шару 2-3 мм забезпечує отримання кормової муки з підвищеним вмістом білка [16].

Безперечний інтерес представляє вивчення комбінованої дії ІЧ-випромінювання з іншими видами обробки, зокрема ІЧ-сушіння у вакуумі. За відсутності повітря і, відповідно, кисню в сушильній камері мінімізуються процеси окислення і розвитку мікроорганізмів, які є причиною псування і накопичення небезпечних і токсичних речовин, поліпшується структура продукту [12, 16]. Лаптевою Е. із співавторами запатентований спосіб вакуумної сушки морського гребінця, який дозволяє отримати продукт високої біологічної цінності з повітряною структурою [14]. Застосування вакууму при ІЧ-сушінні дозволяє вести її при нижчій температурі, що дозволяє поліпшити харчову цінність і властивості продуктів. При цьому ефект більш виражений, ніж у разі вакуумного конвективного сушіння [15]. Буяновим О.Н. із співавторами розроблений спосіб імпульсного ІЧ-сушіння сиру при залишковому тиску (3-4) кПа, що відповідає температурі кипіння води (24,09-28,97)°С. Нагріваючи імпульсами інфрачервоного випромінювання до температури (57-63)°С при залишковому тиску 3-4 кПа забезпечує інтенсивне скипання і видалення вологи з сиру оскільки температура (57-63)°С у два рази більше температур кипіння при встановленому залишковому тиску. Результатом обробки є скорочення процесу сушки і підвищення якості продукту [18].

Аналіз патентної літератури дозволив встановити ряд технічних рішень ІЧ-сушіння харчових продуктів у вакуумі. Запатентований спосіб сушіння рибних продуктів в умовах вакууму під дією інфрачервоного випромінювача з метою подовження термінів придатності за умови збереження смаку, кольору і гігієнічних показників [16]. Розроблений інтенсивний спосіб сушіння інфрачервоним випромінюванням при зниженому тиску і температурі, що забезпечує високі санітарні показники харчових продуктів, який може бути використаний для локшини, фаршу, м'яса, овочів. Тривалість ІЧ-нагрівання складає 15-90 хв. при температурі всередині продукту (0-10)°С, процесу передую двостадійна обробка у вакуумі, з подальшим підвищенням тиску в камері шляхом подачі азоту з розпорошеним в нім етанолом для насичення сировини і створення несприятливих умов для зростання мікроорганізмів [15]. Доведена ефективність ІЧ-вакуумного сушіння в технології виробництва кормового

продукту підвищеної кормової цінності і виходу при переробці відходів лососевих риб [13]. Дослідження, виконані Чергопо К., свідчать про перспективність застосування ІЧ-сушіння при виробництві білтонгу з яловичини розмірами 25 мм x 150 мм при товщині 5 мм, 10 мм і 15 мм [33].

ІЧ-нагрівання створює синергетичний ефект при використанні спільно з вакуумом, що виражається в підвищенні інтенсивності процесу. Так при ІЧ-сушінні у вакуумі овочевої сировини масова частка вологи 10% досягається через 1,5 години сушки, тоді як при сушці у вакуумі конвективним способом через 10 годину [16]. Сировина, піддана ІЧ-нагріванню у вакуумі, зазнає менші зміни в порівнянні з сировиною вакуумного сушіння і швидше відновлює початкові властивості при гідратації [17].

Разом з тим, аналіз літературних даних свідчить про те, що дослідження ІЧ-нагрівання м'яса і м'ясних продуктів у вакуумі з метою зниження масової частки вологи дуже обмежені, що свідчить про актуальність робіт в цьому напрямі. Це тим більше актуально відносно сухих м'ясних продуктів, кількість бар'єрів в технології яких вельми обмежена. Тим більше це актуально для м'ясних продуктів малих розмірів, зокрема малої товщини. Стосовно них слід чекати такого позитивного моменту ІЧ-вакуумного сушіння як виняток аномального розподілу температури. Аномальний розподіл обумовлений проникненням короткохвильових ІЧ-променів в товщу матеріалу і віддачею тепла з поверхні матеріалу в навколишнє середовище, в результаті на деякій глибині вона вища, ніж на поверхні матеріалу і значно вище, ніж усередині нього [17]. Слід чекати, що при малій товщині, характерній для чіпсів, цей ефект практично виключається.

Виконання сушіння в умовах дії ІЧ-випромінювання і вакууму дозволить істотно обмежити зростання і розвиток небажаної анаеробної мікрофлори.

Таким чином, збір і аналіз літературних даних дозволяють зробити висновок про актуальність досліджень, направлених на вивчення впливу інфрачервоного сушіння чіпсів в умовах вакууму на якість, харчову цінність і безпеку продукту з метою розробки технології нового сухого продукту.

Безперечний інтерес представляє забезпечення безпеки продукту типу чіпсів за рахунок застосування захисних чинників на стадії засолювання й упакування.

### **1.3. Висновок з літературному огляду, мета і завдання досліджень.**

Представлені в аналітичному огляді дані свідчать про широкий асортимент сухих м'ясних продуктів, що досягається використанням різних видів м'ясної сировини, не м'ясних інгредієнтів і допоміжних матеріалів, способів підготовки м'ясної сировини.

Допоміжні матеріали призначені як для формування смако-ароматичних характеристик, так і поліпшення санітарного стану, оскільки в технології сухих продуктів основним завданням є зниження контамінації сировини і попередження зростання мікроорганізмів в процесі обробки і подальшого зберігання. Як допоміжні захисні компоненти використовують природні або хімічні речовини, що володіють широкою або селективною дією на мікроорганізми в сукупності або як індивідуальні компоненти. Безперечний інтерес представляє використання як захисні компоненти культур мікроорганізмів, що широко застосовується в технології ферментованих м'ясних продуктів, але вельми обмежено в технології сухих продуктів.

В значній мірі безпека сухих продуктів визначається умовами і режимами виконання процесу сушіння, зокрема комбінуванням її з імерсійною обробкою антимікробними компонентами, або варінням в підкислених розчинах, проте це може істотно змінити властивості, характерні для сухих продуктів.

Широкі можливості в забезпеченні високого санітарного стану м'ясної сировини на стадії сушіння представляє ІЧ-випромінювання, що обумовлене скороченням тривалості обробки і бактерицидною дією на мікроорганізми. Наявні дані дозволяють припустити, що найбільшою мірою ці переваги виявлятимуться при обробці продуктів малої товщини, якими є чіпси.

Виконання ІЧ-сушіння в умовах вакууму слід розглядати як додатковий бар'єр для мікробних ризиків. Огляд і аналіз стану питання про мікробіологічні ризики і способи їх попередження дозволяють стверджувати, що стосовно сухих м'ясних продуктів дослідження в цьому напрямі вельми обмежені. При цьому

безперечний інтерес представляють такі питання, як вплив ІЧ-нагрівання на харчову цінність і стабільність ліпідної фракції м'ясних продуктів.

Для виключення вторинної контамінації сухих продуктів і стабілізації фізико-хімічних показників рекомендована упаковка, що виключає контакт продукту з повітрям. Найчастіше застосовується упаковка у вакуумі, разом з тим для чіпсів переважає упаковка в модифікованому середовищі, що обумовлене особливостями їх структури і зовнішнього вигляду. Дослідження зміни якості продукту, упакованого в модифікованому середовищі, в умовах зберігання при провокуючих температурах представляють безперечний інтерес, хоча роботи в цьому напрямі обмежені.

На підставі аналізу науково-технічної літератури були сформульовані мета і завдання власних досліджень.

*Мета роботи* є обґрунтування і розробка технології чіпсів - сухого м'ясного продукту з м'яса птиці високої харчової цінності тривалого терміну придатності на основі використання вакуумного інфрачервоного сушіння і упакування в модифікованому газовому середовищі.

Для реалізації поставленої мети були визначені завдання:

- вивчити склад і властивості білого м'яса птиці, що впливають на формування властивостей чіпсів;
- дослідити фізико-хімічні і мікробіологічні показники солоних напівфабрикатів, органолептичних показників готової продукції та обґрунтувати рецептуру чіпсів з м'яса птиці;
- вивчення фізико-хімічні, мікробіологічні і органолептичні властивості готової продукції та обґрунтувати режими вакуумної ІЧ-сушіння чіпсів;
- розробити рецептуру чіпсів з м'яса птиці, виконати комплексну оцінку якості продукту;
- на підставі вивчення впливу способів упаковки на фізико-хімічні, мікробіологічні і органолептичні властивості продукту при зберіганні обґрунтувати термін придатності чіпсів з м'яса птиці;
- удосконалити технологічну схему виробництва чіпсів з м'яса птиці, провести апробацію продукції та розробити пропозиції для виробництва.

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

### 2.1. Організація досліджень і схема проведення експериментів

Весь цикл досліджень складався з декількох взаємозв'язаних етапів. На першому етапі для формулювання мети і завдань власних досліджень проводили аналіз доступною вітчизняною і закордонною літературою.

Відповідно до мети і завдань роботи *об'єктами досліджень* було м'ясо птиці, вибір якого обумовлений значними об'ємами його виробництва, а також високою харчовою і біологічною цінністю. М'ясо отримане від переробки курчат-бройлерів ТМ «Наша Ряба», тривалість відгодівлі 40 днів. Термін дозрівання м'яса в автолізі 2 доби. Для експериментальних досліджень використано м'ясо традиційного характеру автолізу, що контролювали шляхом вимірювання рН в процесі дозрівання (табл.2.1).

Таблиця 2.1.

Динаміка рН білого м'яса грудинки курчат-бройлерів в процесі автолізу

| Тривалість автолізу, год. | Значення  |
|---------------------------|-----------|
| 1                         | 6,14±0,04 |
| 6                         | 6,02±0,05 |
| 24                        | 5,97±0,03 |
| 48                        | 5,96±0,05 |

Термічний стан м'яса - охолоджене з температурою +4°C.

Для виробництва чіпсів використані обвалені грудинки з малим філе, отримані з передньої частини тушки без крил шляхом відділення цілого філе від спинки по місцю з'єднання хребетних і грудних ребер. Спинка, м'якушева частина з ребер, шкіра шиї і кістки видалені. Вихід грудинки від оброблення склав (19,8-23,2) % до живої маси. Біле м'ясо птиці швидше дозріває в автолізі, має нижче значення рН, характеризується тоншою будовою волокна, що відповідає вимогам до сировини для виробництва сухих продуктів.

На окремих етапах експерименту *об'єктами досліджень* були:

- солений напівфабрикат для чіпсів;
- м'ясо і солений напівфабрикат після вакуумного інфрачервоного і конвективного сушіння;
- сухі чіпси вакуумного інфрачервоного сушіння;
- чіпси вакуумного інфрачервоного сушіння на стадії зберігання залежно від способу упаковки.

Для виготовлення чіпсів використана подрібнена сировина, що дозволяє знизити трудомісткість операції формування чіпсів і втрати в результаті виключення утворення зрізів, стабілізувати якість готової продукції за рахунок стандартизації діаметру і товщини чіпсів, що досягається формуванням подрібненої підготовленої сировини в оболонку і нарізуванням скибочок на слайсері.

Постановка експерименту виконувалася відповідно до схеми, представленої на рис. 2.1., і передбачала реалізацію декількох етапів.

На першому етапі досліджень вивчений вплив тривалості витримки в засолі, масової частки хлориду натрію, вигляду і концентрації консервуючого компоненту на фізико-хімічні і мікробіологічні показники соленого напівфабрикату з метою обґрунтування технології засолювання. Кількість хлориду натрію (кухонної солі) у складі засолювальної суміші складала 1%, 2% і 3% до маси м'ясної сировини. Як консервуючі компоненти (захисних чинників) на стадії засолювання використовували лактат натрію (рН 6,5-7,5).

Вибір лактату натрію зумовлений його антимікробною активністю відносно різних мікроорганізмів, зокрема патогенних мікро організмів, які є типовою мікрофлорою сухих м'ясних продуктів. Активність виявляється як на стадії засолювання, підсилюючи дію хлориду натрію, так і при зберіганні упакованого продукту [21].



масова частка білка (1), вологи (2), жиру (3), золи (4), рН (5), активність води (6), хлорид натрію (7), втрати при тепловій обробці (8), мікробіологічні показники (9), кількість первинних продуктів окислення (10), тіобарбітурове число (11), органолептична оцінка (12), енергетична цінність продуктів (13), ВЗЗ (14), вихід продукту (15), температура продукту (16), температура в сушильній камері (17), кислотне число (18)

Рис. 2.1. Схема організації експерименту

Тривалість витримки сировини в засолі складала 72 години, температура витримки при використанні лактату натрію  $(0+4)^{\circ}\text{C}$ , при використанні стартових культур температура  $+12^{\circ}\text{C}$  і  $+18^{\circ}\text{C}$ . Через кожну добу витримки в соленому напівфабрикаті визначали масову частку вологи, хлориду натрію, рН,

активність води і мікробіологічні показники. За сукупністю результатів обґрунтовані склад засолювальної суміші і тривалість засолювання.

На другому етапі виконані дослідження з обґрунтування режимів вакуумного інфрачервоного сушіння. При обґрунтуванні температури і тривалості сушіння філе грудної частини підморожували і нарізували на слайсері Zelmer Alexis 493.5 на пластинки завтовшки 2-3 мм. Вакуумне інфрачервоне сушіння виконана на експериментальній установці (автори Расщепкін А.Н., Ермолаєв В.А.), яка складається з вакуумної камери зі встановленими в ній інфрачервоними лампами, вакуумного насоса, холодильної установки, персонального комп'ютера. Камера закривається знімною кришкою, кришка фіксується болтами. Тиск в камері нижче атмосферного підтримується вакуумним насосом, для конденсації вологи, що виділяється з продукту, призначена холодильна установка. Регулювання параметрів роботи установки, а саме, включення і відключення вакуумного насоса, включення і відключення холодильної установки, регулювання потужності інфрачервоного випромінювання, здійснюється за допомогою комп'ютера і спеціальної програми «Мультиметр». Як джерело інфрачервоного випромінювання в робочій камері встановлені кварцеві галогенні термовипромінювачі типу КГТ 220-1000 потужністю 1000 Вт, призначені для створення променистого потоку в ближній інфрачервоній області спектру з максимумом випромінювання  $\lambda=1,1$  мкм, що забезпечують оптимальну щільність потоку і рівномірність полів енергетичного опромінювання. Випромінювач відноситься до світлих, колірна температура складає близько 2227 °К. Облучення м'яса при сушці двостороннє, по одному випромінювачу встановлено у верхній і нижній частині робочої камери на відстані 50-70 мм від висушуваного продукту. Продукт для сушки рівномірно розміщений на сітчастому піддоні в один шар. Сушіння виконували до температури сировини 50°C, 60°C, 70°C, 80°C. Залишковий тиск складав 10 кПа, щільність теплового потоку (4-6) кВт/м .

Для порівняння паралельно частину зразків висушували способом конвективного сушіння. Конвективне сушіння чіпсів виконували в сушильній шафі моделі «Redber» EO-1420 при температурі  $+90^{\circ}\text{C}$ .

В процесі сушіння вимірювали температуру в камері, температуру висушуваного продукту, зниження маси зразків в процесі сушіння, показник активності води, масову частку вологи. Контроль фізико-хімічних і органолептичних показників висушуваних зразків проводили через 30 хв. обробки, повторність дослідів триразова. За результатами другого етапу встановлені параметри вакуумного інфрачервоного сушіння і рецептура продукту. Композицію смако-ароматичних компонентів у складі засолювання суміші обґрунтовували за результатами органолептичної оцінки чіпсів після сушіння. Як допоміжна сировина для формування смако-ароматичних характеристик використовували перець чорний мелений, перець червоний мелений, мед натуральний, часник свіжий, цибулю, гірчицю.

На третьому етапі досліджень відповідно до розробленої технологічної схеми виготовлені чіпси, вивчений хімічний склад нового продукту, показники харчової цінності, встановлені фізико-хімічні показники.

Для обґрунтування термінів придатності чіпсів упаковували в умовах модифікованого середовища і зберігали при температурі  $20^{\circ}\text{C}$  протягом 30 діб з контролем якості продукції в процесі зберігання. Стабільність якості продукту при зберіганні оцінювали за мікробіологічними і фізико-хімічними показниками (активність води, масова частка вологи, кількість первинних і вторинних продуктів окислення жиру, pH).

## **2.2 Методи дослідження**

Експериментальні дослідження проводили в лабораторії кафедри «Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів» ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького

Для досліджень використані наступні методики.

Масова частка білка (1) методом Кьельдаля [7].

Масова частка води (2) методом, заснованим на висушуванні навішування до постійної маси при температурі  $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$  [7].

Масова частка жиру (3) методом Сокслета [7].

Масова частка мінеральних речовин (4) шляхом озолення навішування при  $(550 \pm 25)^\circ\text{C}$  [7].

Активну кислотність (pH) (5) методом потенціометра з використанням рН-метра 150-М [7, 13].

Активність води ( $A_w$ ) (6) методом виморожування води на аналізаторі АВК-4. Досліджуваній зразок поміщали в камеру заморожувального пристрою. Мікропроцесор на основі математичного алгоритму за криоскопічної температури в процесі охолодження-заморожування визначав активність води методом числового диференціювання функції/залежності моменту часу, при якому відбувається зміна поточного значення температури продукту з дискретністю  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ , залежно від поточного значення температури продукту.

Масова частка хлориду натрію (7) методом Фольгарда, який заснований на звільненні випробовуваного зразка від білкових речовин і відтитруванні надлишку розчину нітрату срібла розчином роданіду калія у присутності залізо-амонійних квасців як індикатора [7].

Втрати при тепловій обробці (8) визначені як втрати маси м'яса в результаті кулінарної обробки. Зразки масою близько 80 г зважували на технічних вагах з похибкою до 0,01 г., поміщали в бюкси і нагрівали на водяній бані при  $100^\circ\text{C}$  до температури в центрі  $78^\circ\text{C}$ , після цього зразки охолоджували і повторно зважували. Величину втрат розраховували за формулою:

$$\Pi = ((M_1 - M_2)/M_1) / 100$$

де  $\Pi$  - втрати при тепловій обробці % до маси сирого зразка;

$M_1$ ,  $M_2$  - маса зразків відповідно до і після теплової обробки, г.

Мікробіологічні показники сировини і готової продукції (9) - загальне мікробне обсіменіння, бактерії *L. monocytogenes*, сальмонелли, загальні методи мікробіологічного аналізу, БГКП посівом в агазирівані селективно-діагностичні середовища, бактерій групи протея за ДСТУ [22, 23, 30].

Кількість первинних продуктів окислення (10) методом, заснованим на здатності перекисів окисляти йодид калія в кислому середовищі із звільненням молекулярного йоду, який кількісно визначають титруванням розчином тіосульфату натрію з використанням крохмалю як індикатора [7].

Тіобарбітурове число (11) методом, заснованим на утворенні забарвленого комплексу в результаті взаємодії малонового діальдегіду (МДА) з 2-тіобарбітуровою кислотою і подальшим фотометруванням при довжині хвилі 538 нм, проти контролю на реактиви. Результат вимірювання виражають в (міліграм МДА/кг сировини) отриманого множенням оптичної щільності на безрозмірний коефіцієнт 7,03 [13].

Органолептична оцінка (12) продукту за 5-ти бальною шкалою відповідно до ДСТУ 4823.2:2007 [28].

Енергетичну цінність (13) продуктів визначали розрахунковим методом, прийнявши енергетичну цінність 1 г білка – 4 ккал, 1 г жиру – 9,0 ккал, 1 г вуглеводів – 4,0 ккал [7].

Водозв'язуючу здатність (14) методом пресування, заснованим на виділенні води випробовуваним зразком при легкому його пресуванні, сорбції води, що виділяється, фільтрувальним папером і визначенні кількості вологи, що відокремилася, за розміром площі плями, що залишається нею на фільтрувальному папері [12].

Вихід готового продукту (15) методом зважування зразків до і після термічної обробки з подальшим визначенням відношення маси готового продукту до маси несолоної сировини, вираженим у відсотках.

Температуру продукту (16) з використанням пірометра інфрачервоного (марка Raytek MT 4U).

Температура в сушильній камері (17) - вимірювання з використанням термопар ХК (хромель-копель).

Кислотне число (18) - методом за ДСТУ в жировій фазі продукту, виділеного хлороформом у присутності сульфату натрію.

Повторність дослідів триразова, обробка результатів виконана з використанням методів математичної статистики.

### РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Вивчення складу і властивостей м'яса грудинок курчат-бройлерів

Ефективність використання м'ясної сировини залежить від безлічі чинників, серед яких основне значення мають такі показники якості як хімічний склад, функціональні властивості і показники безпеки. У табл. 3.1. приведені результати визначення хімічного складу і фізико-хімічних властивостей філе грудинок курчат-бройлерів (біле м'ясо) порівняно з філе стегна (червоне м'ясо).

Встановлено, що кількість білка в білому м'ясі грудинок курчат-бройлерів більша, ніж в м'язах стегна, в середньому, на 1,90%, при цьому масова частка жиру в білому м'ясі менша, ніж в червоному, на 2,18%.

Таблиця 3.1.

Хімічний склад грудинок курчати-бройлера ТМ «Наша Ряба»

| Показник                      | Значення для м'яса     |                         |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|
|                               | білого (філе грудинок) | червоного (філе стегна) |
| Масова частка вологи %        | 73,35±0,26             | 72,58±0,43              |
| Масова частка білка %         | 21,25±0,55             | 19,28±0,82              |
| Масова частка ліпідів %       | 2,08±0,27              | 4,25±0,42               |
| Масова частка золи %          | 1,36±0,17              | 1,47±0,54               |
| pH                            | 5,91±0,05              | 6,15±0,03               |
| B33 %                         | 64,75±0,63             | 61,33±0,51              |
| Втрати при тепловій обробці % | 19,07 ±0,85            | 15,94±0,89              |

Співвідношення «білок:жир» в білому і червоному м'ясі складає 10,16 і 4,53 відповідно. Великим співвідношенням «білок:жир» слід пояснювати високу водозв'язуючу здатність м'яса грудинок, які виявилися вищими, ніж для філе стегна на 3,42%. Разом з тим, втрати маси білого м'яса при тепловій обробці складають 19,05%, тоді як для червоного 15,92%. Виявлену залежність

слід пояснювати фракційним складом білків, серед яких практично відсутні білки сполучної тканини і нижчим значенням рН білого м'яса.

Особливості складу і функціональних властивостей м'яса знаходять при тепловій обробці білого м'яса втрати опинилися на 3,1% більше, ніж для червоного.

Отримані дані хімічного складу узгоджуються з відомими і свідчать про підвищену харчову цінність білого м'яса птиці. Значення функціональних властивостей в сукупності дозволяють говорити про те, що біле м'ясо більшою мірою відповідають вимогам, що пред'являються до сировини для виробів, що піддаються обезводненню в таких процесах як сушіння і копчення, і в меншій для виробів, що піддаються варінню.

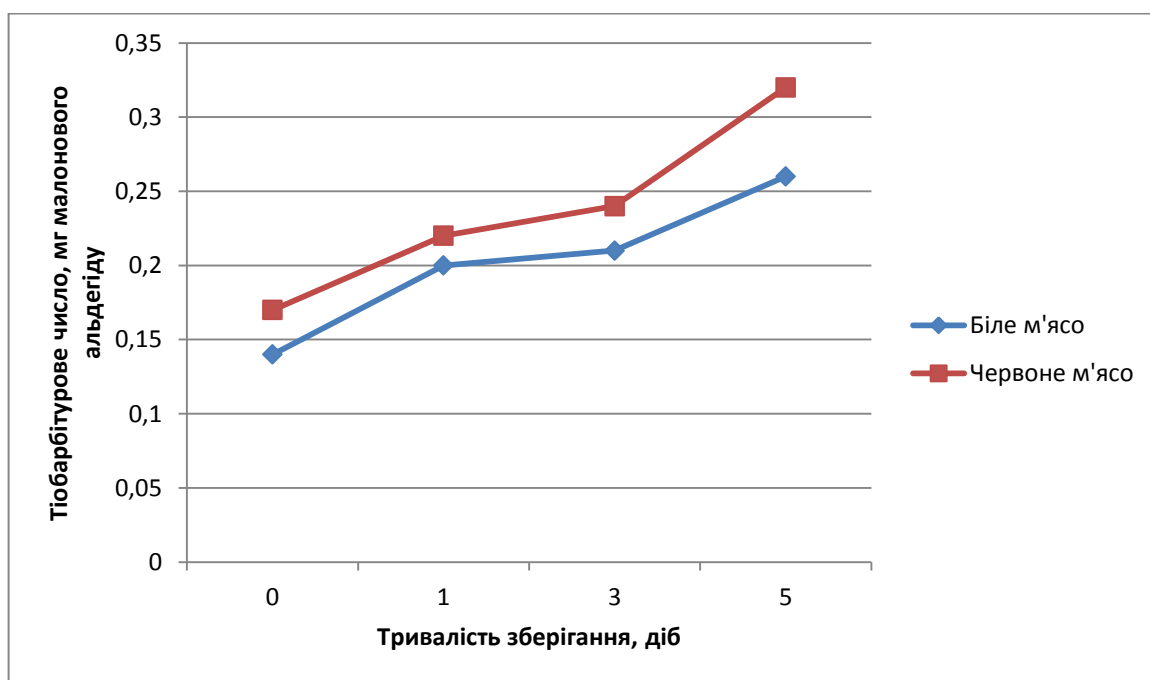


Рис.3.1. Динаміка вторинних продуктів окислення ліпідів м'язової тканини курчат-бройлерів

На рис. 3.1 приведені залежності, що характеризують накопичення вторинних продуктів окислення в м'ясі птиці при холодильному зберіганні в аеробних умовах. Згідно отриманим залежностям, окислювальні зміни в білому і червоному м'ясі мають однакову тенденцію, достатньо виражені зміни доводяться на перших 24 години зберігання, потім процес стабілізується, а через 72 години прискорюється. Разом з тим, в червоному м'ясі процес відбувається інтенсивніше, через 72 години кількість малонового альдегіду складає більше 0,33 мг/кг. Окислення ліпідної фракції білого м'яса аж до 5-ти

діб зберігання не приводить до істотної зміни її якості, значення ТБЧ залишаються в межах (0,15-0,26) мг/кг.

Встановлено, що мікробіологічні показники відповідають гігієнічному нормативу (СанПін 2.3.2.1078), умовно-патогенної і патогенної мікрофлори, такий як бактерії роду кишкова паличка, сульфїтредукуючих клостридії, *Staphilococcus aureus* і *Proteus vilgaris*, в досліджуваних зразках не виявлено.

Таблиця 3.2.

#### Мікробіологічні показники білого м'яса курчат-бройлерів

| Найменування показника                 | Вміст                    |                  |
|----------------------------------------|--------------------------|------------------|
|                                        | норма                    | факт             |
| КМАФАнМ, КУО/г                         | не більше $1 \cdot 10^5$ | $2,5 \cdot 10^3$ |
| Патогенні, в т.ч. сальмонелли, в 25 г  | не допускаються          | не виявлені      |
| <i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г | не допускаються          | не виявлені      |

Таким чином, при дотриманні технології отримання, оброблення і накопичення гігієнічна якість м'яса птиці характеризується як високе.

Отримані дані свідчать про те, що біле м'ясо стабільніше до окислювальних змін при зберіганні, чим червоне. За сукупністю змін стану ліпідів можна говорити про те, що властивості білого м'яса залишаються практично без змін після 24 годин зберігання, в подальшому відбуваються зміни якості, які не роблять істотного впливу на технологічні властивості сировини і його безпеку. Для забезпечення гарантованого рівня безпеки для виготовлення чіпсів рекомендовано використовувати сировину з мінімальним рівнем мікробного обсіменіння. Такому рівню відповідає м'ясо, отримане від здорової птиці нормального характеру автолізу з терміном зберігання не більше 24 годин.

### 3.2. Дослідження впливу концентрації хлориду натрію і лактату натрію на властивості солених напівфабрикатів чіпсів з м'яса птиці.

Однією з найважливіших технологічних операцій процесу виготовлення будь-якого м'ясного продукту є засолювання, в процесі якого формуються органолептичні характеристики майбутнього продукту. Крім цього засолювання відіграє важливу роль в забезпеченні безпеки продукції, оскільки саме на цій

технологічній операції формуються фізико-хімічні властивості, що впливають на кількісний і видовий склад мікрофлори. До таких властивостей відносяться активність води, масова частка вологи і рівень рН, що виконують функції бар'єрів для розвитку мікрофлори, зокрема патогенної, або навпаки, провокуючи її зростання, що залежить від значення показників. В сукупності з низьким початковим обсіменінням сировини наявність бар'єрів сприятиме виготовленню безпечного продукту і його стабільності при подальшому зберіганні.

Засолювання сировини для чіпсів виконували сухим способом при перемішуванні. Кількість доданого хлориду натрію 1%, 2% і 3%. Як захисний компонент використаний лактат натрію. Встановлена динаміка фізико-хімічних показників білого м'яса птиці залежно від складу засолювальної суміші і тривалості витримки в засолі. Отримані значення показників приведені в табл. 3.3-3.4.

Таблиця 3.3.

Вплив складу засолювальної суміші на фізико-хімічні показники  
солоних напівфабрикатів

| Зразок                          | Показник        |                |            |           |        |
|---------------------------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------|
|                                 | масова частка % |                | ВЗЗ %      | рН        | Aw     |
|                                 | вологи          | хлориду натрію |            |           |        |
| Контроль -А                     | 72,49±0,12      | 0,22±0,53      | 65,42±0,61 | 5,86±0,02 | 0,9951 |
| А+1% NaCl                       | 71,91±0,23      | 1,12±0,62      | 66,51±0,88 | 5,92±0,03 | 0,9878 |
| А+1% NaCl +<br>2% лактат натрію | 72,04±0,12      | 1,06±0,21      | 68,09±0,53 | 5,96±0,04 | 0,9936 |
| А+2% NaCl                       | 71,07±0,24      | 1,78±0,76      | 67,72±0,75 | 5,97±0,02 | 0,9767 |
| А+2% NaCl +<br>2% лактат натрію | 71,56±0,25      | 2,04±0,35      | 68,41±0,54 | 6,03±0,03 | 0,9754 |
| А+3% NaCl                       | 70,06±0,17      | 2,91±0,39      | 68,55±0,76 | 5,95±0,02 | 0,9631 |
| А+3% NaCl +<br>2% лактат натрію | 70,64±0,21      | 3,02±0,51      | 70,56±0,59 | 6,04±0,01 | 0,9619 |

Згідно з отриманими даними, із збільшенням кількості хлориду натрію, що додається, масова частка вологи знижується щодо контрольного зразка - несолоної сировини. У абсолютних одиницях зниження показника склало

0,54%, 1,42% і 2,43%. З підвищенням кількості хлориду натрію від 1% до 3% ВЗЗ соленої сировини збільшується на 1,09%, 2,28% і 3,08% відповідно. Зниження загальної кількості води на тлі підвищення ВЗЗ приводить до зменшення води, доступної для мікроорганізмів, отримані залежності узгоджуються з даними визначення показника активності води. При додаванні до сировини 1% хлориду натрію  $A_w$  знижується з 0,9954 до 0,9884, з підвищенням концентрації хлориду натрію до 2% і 3% показник активності води знижується до 0,9772 і 0,9635, відповідно, що є свідомством високих потенційних можливостей засолювання в зниженні ризиків розвитку мікроорганізмів.

Додавання при засолюванні 2% лактату натрію при кожній з досліджених концентрацій хлориду натрію супроводжується зміною рН і ВЗЗ. Так при використанні суміші (1% NaCl + 2% лактату натрію) ВЗЗ щодо зразка з 1% NaCl збільшується на 1,58%, рН на 0,10, показник  $A_w$  зменшується з 0,9884 до 0,9841. При введенні лактату натрію і 2% і 3% хлориду натрію, відповідно, підвищення ВЗЗ щодо зразків без добавки складає 0,72% і 2,06%, значення рН змінюється в межах похибки методу, хоча можна говорити про стійку тенденцію до підвищення. Показник активності води в сумішах з лактатом натрію зменшується у ряді 0,9841, 0,9751, 0,9628, відповідно, всі значення виявляються нижчими, ніж при використанні тільки хлориду натрію.

Про стабілізуючий вплив хлориду натрію і лактату натрію на гідрофільні властивості білого м'яса курчат-бройлерів свідчать результати визначення втрат маси при нагріванні його до температури кулінарної готовності (76°C), приведені на рис.3.2.

Так введення мінімальної кількості хлориду натрію (1%) призводить до зниження втрат, в середньому, на 2,8%, при додаванні 2% і 3% NaCl на 5,2% і 6,6%, відповідно. При одночасному додаванні до сировини лактату натрію втрати знижуються на 3,1%, 5,7% і 7,8% відповідно.

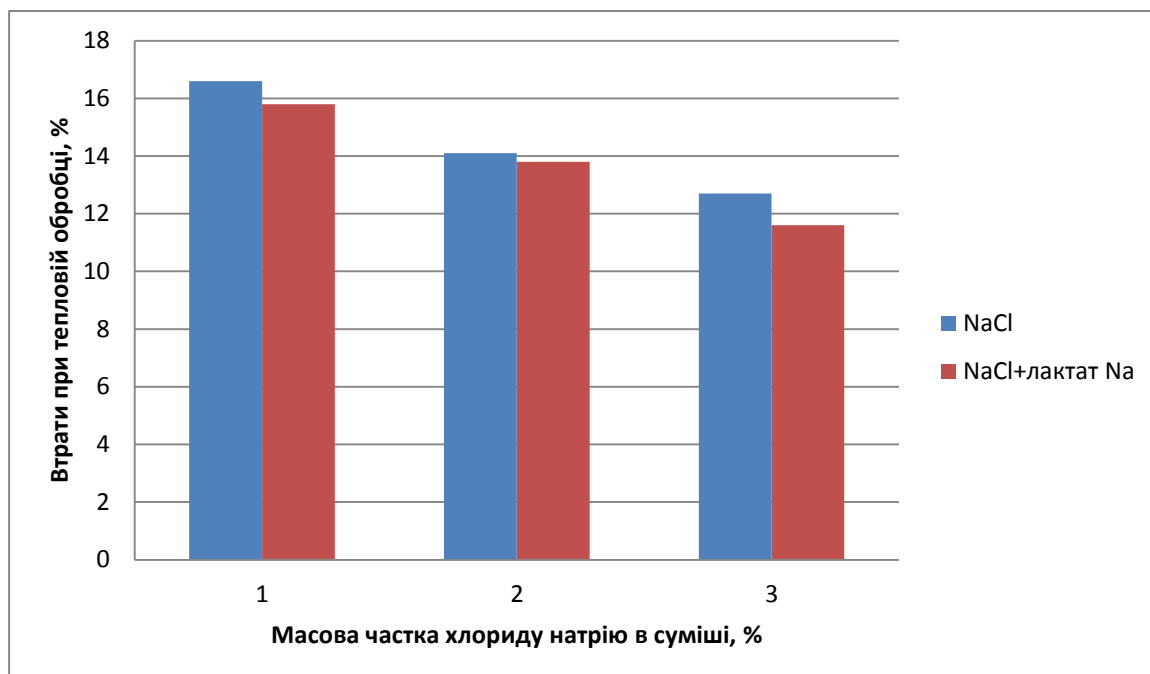


Рис.3.2 Вплив хлориду натрію і лактату натрію на втрати в процесі теплової обробки

Зміни фізико-хімічних показників солених напівфабрикатів при витримці сировини в засолюванні протягом 24, 48 і 72 година приведені в табл.3.4.

Встановлено, що із збільшенням тривалості витримки сировини в засолюванні до 48 годин значення ВЗЗ зразків з лактатом натрію знижується, тоді як в зразках тільки з хлоридом натрію, навпаки, підвищується. Ці залежності узгоджуються з результатами вимірювання рН солених напівфабрикатів. Зниження ВЗЗ і рН слід пояснювати, ймовірно, утворенням молочної кислоти. У подальших 72 години результатом сукупного впливу хлориду натрію і лактату натрію є підвищення ВЗЗ і рН сировини. Зміни в показнику активності води незначні, хоча мають виражену тенденцію до зниження, причому більшою мірою в напівфабрикатах з лактатом натрію.

Ці залежності дозволяють зробити висновок про те, що тривала витримка сировини для чіпсів в засолюванні недоцільна, оскільки вона сприяє збільшенню тих показників, які негативно впливають на швидкість процесу сушіння, як основного технологічного процесу у виробництві сухих продуктів. Разом з тим, зміни показника, що характеризує умови для розвитку мікроорганізмів, тобто активності води, залишаються стабільними.

Таблиця 3.4.

Вплив складу засоловальної суміші і тривалості засолювання на фізико-хімічні показники солених напівфабрикатів

| Зразок                      | Масова частка % |                | ВЗЗ %      | pH        | Aw           |
|-----------------------------|-----------------|----------------|------------|-----------|--------------|
|                             | волога          | хлориду натрію |            |           |              |
| 48 годин засолювання        |                 |                |            |           |              |
| A+1% NaCl                   | 71,51±0,22      | 1,21±0,21      | 67,62±0,22 | 5,98±0,03 | 0,9877±0,003 |
| A+1% NaCl +2% лактат натрію | 71,68±0,11      | 1,11±0,30      | 67,58±0,36 | 5,92±0,03 | 0,9814±0,004 |
| A+2% NaCl                   | 71,08±0,14      | 1,97±0,42      | 68,06±0,37 | 6,04±0,05 | 0,9755±0,003 |
| A+2% NaCl +2% лактат натрію | 71,16±0,25      | 1,95±0,27      | 67,89±0,54 | 5,96±0,03 | 0,9727±0,002 |
| A+3% NaCl                   | 70,94±0,31      | 2,94±0,33      | 68,74±0,41 | 6,06±0,02 | 0,9628±0,001 |
| A+3% NaCl +2% лактат натрію | 70,21±0,14      | 2,97±0,62      | 68,66±0,33 | 5,96±0,02 | 0,9625±0,002 |
| 72 години засолювання       |                 |                |            |           |              |
| A+1% NaCl                   | 70,43±0,62      | 1,12±0,17      | 67,96±0,32 | 6,02±0,05 | 0,9842±0,002 |
| A+1% NaCl +2% лактат натрію | 70,26±0,21      | 1,18±0,11      | 68,45±0,36 | 5,96±0,02 | 0,9789±0,002 |
| A+2% NaCl                   | 69,86±0,33      | 2,10±0,21      | 68,63±0,32 | 6,07±0,04 | 0,9711±0,004 |
| A+2% NaCl +2% лактат натрію | 69,24±0,21      | 2,05±0,11      | 68,89±0,27 | 5,98±0,04 | 0,9707±0,004 |
| A+3% NaCl                   | 69,07±0,52      | 3,05±0,09      | 69,63±0,14 | 6,11±0,03 | 0,9624±0,002 |
| A+3% NaCl +2% лактат натрію | 69,53±0,31      | 3,07±0,17      | 70,03±0,23 | 6,01±0,02 | 0,9621±0,004 |

Подрібнене м'ясо має тенденцію до швидшого окислення і зміни кольору в порівнянні з шматковим, оскільки контамінація мікроорганізмами відбувається не тільки з поверхні, але і в товщі.

Результати визначення мікробіологічних показників залежно від масової частки хлориду натрію в засолювальній суміші і лактату натрію приведені в табл.3.5. Результати отримані для сировини, подрібненої до (8-10) мм, витримка в аеробних умовах при +4°C у закритих пластикових контейнерах. Контрольний зразок - подрібнений фарш без додавання засолювальних інгредієнтів.

Значення КМАФАнМ для контрольного зразка склало  $7,0 \times 10^4$ . Встановлено, що хлорид натрію в концентрації 3% надає виражену бактеріостатичну дію, кількість мікроорганізмів знижується в 10,6 рази. Менш КМАФАнМ знижується в 8,1 рази, при концентрації хлориду натрію 1% - в 6,4 рази. Ці результати встановлені через 24 години витримки. Через 48 годин засолювання у всіх зразках виявлено зростання мікробного обсіменіння. Загальне мікробне обсіменіння соленого напівфабрикату через 72 години для зразків з 1% і 2% хлориду натрію склало  $>10^6$ , при концентрації хлориду натрію 3% -  $>10^5$ .

Використання у складі засолювальної суміші лактату натрію сприяло зниженню мікробного обсіменіння солених напівфабрикатів з терміном витримки 24 години. На цей період в напівфабрикатах з 1%, 2% і 3% хлориду натрію і 2% лактату натрію загальне мікробне обсіменіння солених напівфабрикатів склало  $3,5 \times 10^3$ ,  $2,5 \times 10^3$  і  $2,8 \times 10^2$  відповідно. Через 48 годин дозрівання мікробне обсіменіння менше, ніж для початкового фаршу з м'яса птиці мають зразки з лактатом натрію і масовою часткою хлориду натрію 2% і 3%.

Загальна популяція мікроорганізмів в цих зразках рівна  $9,1 \times 10^3$  і  $7,5 \times 10^3$ , відповідно, КМАФАнМ зразка з 1% NaCl наближалось до граничного нормативного значення, рівного ( $1 \times 10^6$ ).

Таблиця 3.5.

Мікробіологічні показники солених напівфабрикатів залежно від складу засолювальної суміші і тривалість засолювання

| Показник                                 | Лактат<br>натрію % | 24 година         |                   |                   | 48 година         |                   |                   | 72 година         |                   |                   |
|------------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                          |                    | 1%                | 2%                | 3%                | 1%                | 2%                | 3%                | 1%                | 2%                | 3%                |
| КМАФАнМ, КУО/г                           | -                  | $1,1 \times 10^4$ | $8,6 \times 10^3$ | $6,6 \times 10^3$ | $9,5 \times 10^5$ | $4,5 \times 10^5$ | $1,5 \times 10^5$ | $5,5 \times 10^6$ | $2,0 \times 10^6$ | $8,0 \times 10^5$ |
|                                          | 2                  | $3,5 \times 10^3$ | $2,5 \times 10^3$ | $2,8 \times 10^2$ | $5,5 \times 10^4$ | $9,1 \times 10^3$ | $7,5 \times 10^3$ | $4,0 \times 10^5$ | $3,6 \times 10^5$ | $1,6 \times 10^5$ |
| Патогенні, зокрема<br>сальмонели, в 25 г | -                  | не виявлені       |                   |                   | не виявлені       |                   |                   | не виявлені       |                   |                   |
|                                          | 2                  | не виявлені       |                   |                   | не виявлені       |                   |                   | не виявлені       |                   |                   |
| Listeria<br>monocytogenes, у 25 г        | -                  | не виявлені       |                   |                   | не виявлені       |                   |                   | не виявлені       |                   |                   |
|                                          | 2                  | не виявлені       |                   |                   | не виявлені       |                   |                   | не виявлені       |                   |                   |

Через 72 години витримки встановлено підвищення мікробного обсіменіння у всіх зразках солених напівфабрикатів з лактатом натрію. Популяція мікроорганізмів склала  $4,0 \times 10^5$ ,  $3,6 \times 10^5$  і  $1,6 \times 10^5$  відповідно. При цьому кількість мікроорганізмів опинилася менше нормативного значення і менше, ніж для напівфабрикатів аналогічних за змістом хлориду натрію без лактату натрію на відповідний період витримки в 14 разів, 5,5 разу і 5 разів, відповідно. Необхідно відзначити, що при мікробіологічних дослідженнях солених напівфабрикатів патогенних мікроорганізмів, зокрема сальмонелл, і *Listeria monocytogenes* не виявлено.

Таким чином, введення лактату натрію в кількості 2% сприяє зниженню мікробного обсіменіння солених напівфабрикатів для чіпсів з подрібненого білого м'яса птиці. Менше мікробне обсіменіння мають солені напівфабрикати після 24 годин дозрівання із вмістом 2% або 3% хлориду натрію і 2% лактату натрію.

Для уточнення концентрації хлориду натрію у складі засолювальної суміші проведена органолептична оцінка солених зразків. Модельні зразки (подрібнене біле м'ясо з хлоридом натрію 1%, 2% і 3%) піддавали сушінню до масової частки вологи 20%. У сухих зразках визначали масову частку хлориду натрію, інтенсивність смаку соленості органолептично за 5-ти бальною шкалою і вербально (табл. 3.6). Встановлено, що незадовільні органолептичні властивості мають зразки з додаванням 3% хлориду натрію, концентрація якого в сухому зразку склала  $(10,23 \pm 0,16) \%$ .

За органолептичними показниками характеристикам закусочного продукту типу чіпсів відповідає зразок з 2% хлориду натрію, який має виражений смак солоності, щільну, некрихку консистенцію.

Органолептичні властивості чіпсів залежно від  
концентрації хлориду натрію

| Масова частка NaCl, % |                 | Органолептична оцінка |                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| доданого              | у сухому зразку | бал                   | вербальна                                                                                                                                                                       |
| 1                     | 4,03±0,14       | 4,4±0,09              | виражений солений, післясмак надовго зберігає відтінок солоності, при розжовуванні немає надмірного відчуття сухості                                                            |
| 2                     | 6,73±0,17       | 4,1±0,06              | виражений солений смак, без вад, комплексне відчуття від розжовування характеризує зразок як твердий, такий, що вимагає жування                                                 |
| 3                     | 10,24±0,15      | 2,6±0,07              | надмірно солений, з відтінком гіркоти, при розжовуванні виявляється жорсткість і крихкість структури, надмірна сухість, що знижує комплексне відчуття від розжовування продукту |

За результатами вивчення фізико-хімічних і мікробіологічних показників солених напівфабрикатів, а також і органолептичних показників напівфабрикатів, підданих сушінню, зроблений наступний висновок. Для засолювання сировини для чіпсів слід використовувати засолювальну суміш, що містить 2% хлориду натрію і 2% лактату натрію, тривалість витримки сировини в засолюванні повинна складати не більше 24 годин.

### 3.3. Дослідження і обґрунтування режиму вакуумної інфрачервоної сушки чіпсів з білого м'яса птиці

Великий вплив на якість сухих закусочних м'ясних продуктів надає процес сушіння. Під сушінням розуміється одночасне протікання процесів тепло- і масообміну з видаленням вологи, що міститься в продукті, з метою подовження термінів його придатності за рахунок виключення або зниження інтенсивності процесів, обумовлених підвищеною кількістю доступної вологи.

Аналіз режимів сушіння сухих м'ясних закусочних неферментованих продуктів малих розмірів дозволив встановити мінімальне значення температури процесу, рівне 49°C. При такій температурі нормативне значення масової частки вологи досягається максимально через 20 год. обробки, при

температурі сушіння понад 77°C тривалість обробки скорочується мінімально до 3 год. [14, 20].

Висока температура гріючого агента і велика тривалість сушіння сприяють розвитку окислювальних процесів, зниженню харчової і біологічної цінності продукту в результаті зміни якості білка, втрати вітамінів і біологічно активних речовин, зміні структури сировини, що є основними недоліками традиційних способів сушіння. З іншого боку, при зниженій температурі сушіння продукт довше знаходиться в інтервалі температур, сприятливих для зростання мікроорганізмів, що знижує санітарно-гігієнічну якість продукту.

Це свідчить про необхідність застосування альтернативних способів сушіння, направлених на підвищення якості продукту, забезпечення гарантованого рівня безпеки і зниження енерговитрат, що особливо важливе при виготовленні дорогої продукції, якими є чіпси.

Одним з таких способів слід розглядати інфрачервоне сушіння, засноване на тому, що інфрачервоні промені певної довжини хвилі підсилюють коливання молекул води. Це приводить до виділення великої кількості теплоти, що витрачається виключно на випаровування вологи без нагріву тканин продукту, внаслідок чого випаровування може відбуватися при невисокій температурі (40-60)°C. Це сприяє інтенсивному випаровуванню вологи без істотної зміни структури поверхневого шару, зниженню тривалості обробки, збереженню біологічно активних компонентів сировини, відмиранню мікробних кліток і інактивації ферментів [5, 19]. Виконання ІЧ-сушіння в умовах вакууму різко збільшує інтенсивність випаровування за рахунок зменшення тиску, відсутність повітря і, відповідно, кисню в сушильній камері зводить до мінімуму процеси окислення і розвитку мікроорганізмів, що є основою консервації харчових продуктів. Вакуумна ІЧ-сушіння відноситься до щадних способів обробки, тому має великі перспективи в технології обробки термолабільної сировини.

Аналіз доступної науково-технічної літератури свідчить про те, що дослідження, пов'язані з вакуумною інфрачервоною сушкою харчових продуктів обмежені. Спосіб використовується для обробки рослинної сировини, тваринної сировини, переважно продуктів переробки риб, ластоногих, а також

молочних продуктів і термолабільних матеріалів [7, 15, 18]. Наявні літературні дані свідчать про високу швидкість процесу ІЧ-сушіння тонко нарізаних продуктів при підвищенні їх якості за рахунок виключення аномального розподілу температури в товщині.

Зважаючи на вищесказане, безперечний інтерес представляє вивчення процесу вакуумного інфрачервоного сушіння чіпсів з м'яса птиці, як методу консервації і формування якості продукту.

Обґрунтування температури і тривалості вакуумного інфрачервоного сушіння чіпсів виконане на зразках білого м'яса грудинки птиці, нарізаного на пластини розміром 60x5x5 мм. Основним показником, що визначає тривалість і температуру сушіння, є активність води, зниження якої до значень 0,85 і нижче свідчить про мінімізацію кількості вологи, доступної для зростання мікроорганізмів, зокрема токсигенних [18, 21].

Сушіння виконано на експериментальній установці до температури сировини 60°C, 70°C і 80°C, залишковий тиск обумовлений технічними характеристиками сушильної установки і склало у всіх випадках 10 кПа. Зразки для сушіння розкладали в один шар.

Масова частка вологи в початковій сировині рівна  $(71,8 \pm 0,74)\%$ , кількість зв'язаної вологи 86% від загального вмісту вологи. У табл. 3.7 приведено значення активності води і масової частки вологи у висушуваних зразках залежно від температури і тривалості вакуумного інфрачервоного сушіння.

Згідно з отриманими даними, найбільш рівномірно сушіння відбувалася при нагріванні продукту до температури 60°C. Аналіз динаміки масової частки вологи свідчить про те, що в кожен з вимірюваних періодів часу відносне зменшення масової частки вологи складало 37%. Значення активності води, необхідне для забезпечення стабільності властивостей сухих продуктів ( $A_w < 0,8$ ), досягалось через 90 хв. сушіння. Консистенція кінцевого висушеного продукту характеризувалася як щільна і достатньо пружна, при додатку механічного навантаження зразок зберігав форму, не кришився.

Таблиця 3.7.

Вплив температури вакуумного інфрачервоного сушіння на фізико-хімічні показники м'яса птиці

| Параметри сушіння |                |              | Втрати маси, % | Масова частка вологи, % | Aw     |
|-------------------|----------------|--------------|----------------|-------------------------|--------|
| температура, °C   | тривалість, хв | вологість, % |                |                         |        |
| 60                | 30             | 37±3         | 29±2           | 58,06±0,7               | 0,9868 |
|                   | 60             | 46±4         | 52±1           | 36,05±0,4               | 0,9224 |
|                   | 90             | 52±3         | 72±3           | 22,51±0,8               | 0,8013 |
| 70                | 30             | 28±2         | 51±3           | 48,69±0,5               | 0,9805 |
|                   | 60             | 31±2         | 66±4           | 15,26±1,2               | 0,8234 |
| 80                | 30             | 48±4         | 52±2           | 40,47±0,6               | 0,9639 |
|                   | 60             | 54±3         | 73±2           | 10,78±1,1               | <0,81  |

При сушінні в умовах вакууму при температурі 70°C швидкість випаровування вологи з матеріалу істотно зростала. Через 60 хв. обробки залишкова кількість вологи у висушеній сировині склала (15,31±1,1)% проти (36,03±0,5)%, встановленого для зразка аналогічного періоду сушіння до 60°C. Швидке видалення вологи макро- і мікрокапілярної і більшої частини адсорбційної вологи вплинуло на органолептичні властивості висушеного зразка. Нерівномірність випаровування вологи привела до надмірного ущільнення верхнього шару, що додало твердість і одночасно крихкість консистенції, при додатку механічному зусиллю структура зразка руйнувалася з утворенням крихти. Показник активності води опинився вище рекомендованого значення, і склав 0,8237, що узгоджується з наявністю ущільненого поверхневого шару, що утрудняє зовнішнє перенесення вологи при постійному значенні температури гріючого середовища і глибини вакууму.

Сушка сировини при температурі 80°C приводила до швидшого прогрівання сировини і підвищення температури центральних шарів, внаслідок чого з'явилося зменшення масової частки вологи до (40,53±0,5)% через 30 хв. сушіння. Через 60 хв. сушіння відносне зниження масової частки вологи склало

73%, це дозволяє говорити про те, що швидкість сушіння виявилася вищою в середньому в 1,5 разу, в порівнянні з сушкою до 60°C. Показник активності води для висушеного продукту склав 0,8212, масова частка залишкової вологи ( $10,85 \pm 1,3$ )%. При високій ефективності випаровування вологи консистенцію висушеного зразка слід розцінювати як неприйнятну, для її опису застосовані наступні характеристики: крихкість, легко руйнується при незначній механічній дії, надмірно суха, важко змочувана.

Сукупність отриманих даних свідчать про те, що при інфрачервоному нагріванні в умовах вакууму сушіння м'яса птиці, нарізаного тонкими скибочками, слід вести до температури 60°C, тривалість обробки складає 90 хв., при цьому органолептичні властивості висушених зразків відповідають даним для чіпсів.

Дальше виконано сушіння чіпсів з сировини, витриманої в засолі протягом 24 годин. Для сушіння взяті зразки різного термічного стану - охолоджені і заморожені. Встановлена залежність зміни масової частки вологи при вакуумному інфрачервоному сушінні до температури 60°C (рис.3.3).

Згідно з представленими даними, крива сушіння зразків м'яса птиці в умовах вакууму і помірної температури нагрівання має вигляд, декілька відмінний від кривих, характерних для капілярно-пористих колоїдних структур. На кривій вакуумного інфрачервоного сушіння м'яса відсутня ділянка прогрівання матеріалу, що слід пояснювати механізмом дії ІЧ-сушіння, яка відноситься до об'ємного нагрівання, а також малою товщиною висушуваних зразків. Наслідком цього є швидке прогрівання сировини, зменшення впливу його термовологопровідності на інтенсивність випаровування вологи. Залишковий тиск, підтримуючий в сушильній камері, супроводжується зниженням температури кипіння води, що також сприяє інтенсивному випаровуванню вологи вже на початку сушіння, коли сировина має помірну температуру.

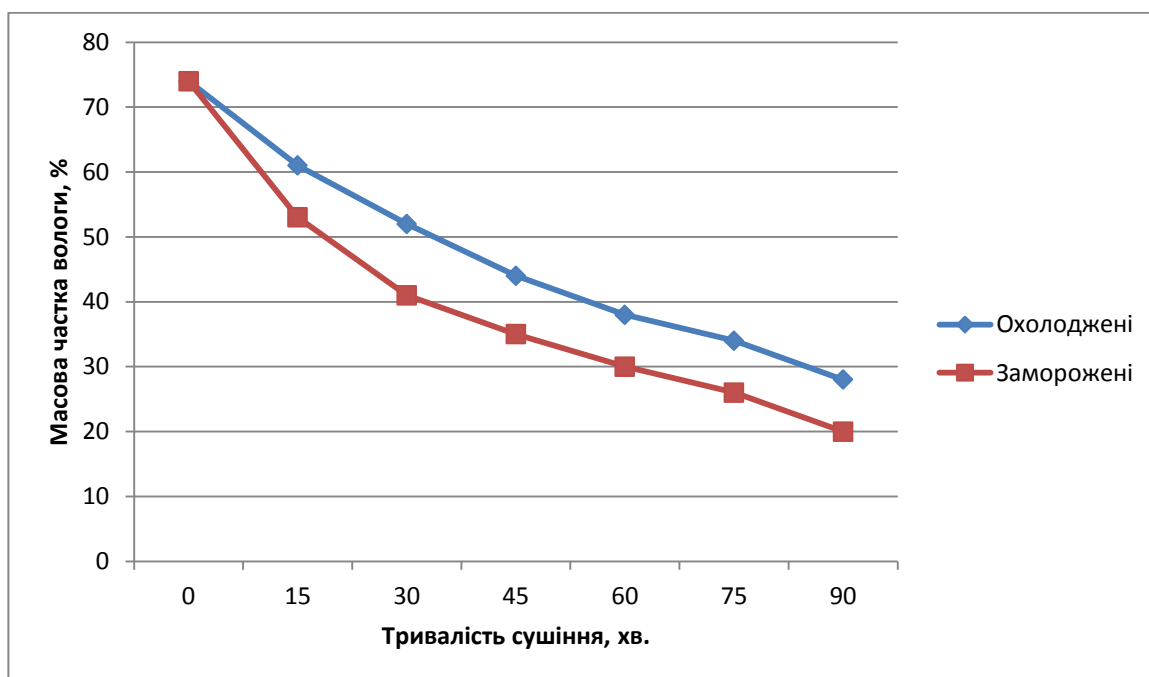


Рис. 3.3. Кінетичні криві вакуумного інфрачервоного сушіння залежно від термічного стану соленого напівфабрикату

При загальній тривалості процесу 90 хв. період сушіння, що протікає з постійною швидкістю, складає 30 хв. Обмежену тривалість періоду сушіння з постійно високою швидкістю, слід пояснювати збільшенням частки осмотично зв'язаної вологи в соленому зразку. На першій ділянці швидкість сушіння складає 0,73 %/хв. У цей період масова частка вологи в зразку зменшилася з 73,08% до 51,87%.

Початок періоду падаючої швидкості сушіння відповідає критичному вологоутриманню матеріалу. В цей час відбувається видалення вологи, найміцніше зв'язаною з продуктом. Тривалість сушіння соленого напівфабрикату чіпсів з падаючою швидкістю складає 60 хв. Швидкість сушки на другій стадії склала 0,27%/хв. Масова частка вологи в зразку після 90 хв. сушіння рівна  $(26,87 \pm 0,37)\%$ , що вище, ніж для несолених зразків, висушених в аналогічних умовах.

При сушінні напівфабрикату білого м'яса птиці, витриманого в засолі і замороженого перед нарізкою ( $-10^{\circ}\text{C}$ ), швидкість вища, ніж при сушінні охолодженої сировини. Період сушки, що протікає з постійною швидкістю,

складає 30 хв., другий період сушіння з падаючою швидкістю рівний 60 хв. Швидкість сушіння на цій ділянці складає 1,07%/хв. Масова частка вологи, відповідна закінченню першого періоду, складає 41,57%, проти 51,87% для зразка чіпсів з охолодженої сировини.

Швидкість сушіння на другій стадії складає 0,36%/хв. До закінчення процесу сушіння масова частка вологи в чіпсах складає 19,63%.

Отримані дані дозволяють зробити висновок про те, що при сушці соленої сировини із замороженої сировини тривалість процесу може бути зменшена до 75 хв. при забезпеченні мінімальної кількості вологи, доступної для зростання мікроорганізмів.

Таким чином, встановлено, що при однакових розмірах зразків чіпсів і способах підготовки сировини використання вакуумного інфрачервоного сушіння дозволяє скоротити тривалість процесу в 3-4 рази, що гарантує мікробіологічну стабільність продукту, органолептичні показники властиві сухим продуктам.

### **3.4. Дослідження впливу вакуумного інфрачервоного сушіння на органолептичні властивості та хімічний склад чіпсів з білого м'яса птиці**

Для додання виражених смако-ароматичних характеристик були виготовлені чіпси з додаванням різних компонентів (табл.3.8) і проведена органолептична оцінка для виявлення рецептур з високими споживчими властивостями.

Результати органолептичної оцінки свідчать про те, що зразки чіпсів, висушених в умовах вакуумного інфрачервоного сушіння, перевершують вироби аналогічних рецептур, підданих конвективному сушінню. Найбільші відмінності встановлені в такому показнику як консистенція.

Консистенція чіпсів конвективного сушіння характеризується як ломка, крихка, невластива чіпсам. При згинанні скибочки проявляють недостатню пружність, при підвищенні навантаження структура руйнується. При розжовуванні виявляються крихкість, зайва сухість, що знижує загальне відчуття смакоти продукту. Тобто недоліки консистенції роблять вплив і на

пов'язаний з нею показник смаку, сприйняття якого складається не тільки із смакових відтінків, але і відчуттів, обумовлених розподілом продукту в порожнині рота і відчутності його при розжовуванні.

Таблиця 3.8.

## Рецептури чіпсів з м'яса птиці

| Інгредієнти                                              | Варіанти рецептур |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------|-------------------|------|------|------|------|
|                                                          | 1                 | 2    | 3    | 4    | 5    |
| Основна сировина, кг/100 кг                              |                   |      |      |      |      |
| М'ясо грудинок                                           | 100               | 100  | 100  | 100  | 100  |
| Добавки, спеції, прянощі, г на 100 кг несолоної сировини |                   |      |      |      |      |
| Сіль кухонна харчова                                     | 2000              | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Перець чорний мелений                                    | 500               | 300  | 200  | 250  | 200  |
| Мед бджолиний                                            | -                 | -    | -    | 300  | -    |
| Цибуля                                                   | -                 | 200  | -    | -    | 50   |
| Часник                                                   | -                 | -    | 150  | 150  | 100  |
| Карі                                                     | -                 | 100  | -    | -    | -    |
| Паприка солодка                                          | -                 | -    | 150  | -    | 150  |
| Гірчиця                                                  | -                 | 200  | 100  | -    | -    |
| Цукор                                                    | 100               | 50   | 50   | -    | 50   |
| Лактат натрію                                            | 2000              | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |

Нижчі оцінки за зовнішній вигляд в порівнянні із зразками вакуумного інфрачервоного сушіння обумовлені наявністю у продуктів мікротріщин, появою ущільненого зовнішнього шару, ломкості країв.

При органолептичній оцінці виявлені деякі відмінності в забарвленні, найпривабливіше забарвлення мали зразки, виготовлені з використанням меду. Появу приємного забарвлення слід пов'язувати з розвитком реакції меланоїдиноутворення між амінокислотами сировини і вуглеводної складової меду. Наявність в рецептурі паприки також позитивно вплинуло на колір, але разом з тим, він характеризується як менш виражений, ніж в зразку чіпсів рецептури №4.

Оцінки за аромат обумовлені складом прянощів, аромат більш виражений для зразків з високим вмістом цих компонентів. Виражений вплив на аромат надає часник, менше цибуля. Обов'язковим компонентом слід розглядати перець чорний.

Таблиця 3.9.

Органолептична оцінка чіпсів залежно від рецептури

| Рецептура | Зовнішній вигляд | Консистенція | Смак | Аромат | Колір | Загальна оцінка |
|-----------|------------------|--------------|------|--------|-------|-----------------|
| 1         | 4,5              | 4,5          | 4,4  | 4,7    | 4,1   | 22,2            |
| 2         | 4,6              | 4,4          | 4,3  | 4,5    | 4,0   | 21,7            |
| 3         | 4,3              | 4,5          | 4,7  | 4,7    | 4,6   | 22,5            |
| 4         | 4,9              | 4,4          | 4,6  | 5,0    | 4,7   | 24,0            |
| 5         | 4,6              | 4,4          | 4,3  | 4,7    | 4,5   | 22,4            |

Зразки, піддані вакуумному інфрачервоному сушінню, в цілому, характеризуються щільною, але пружною консистенцією, достатньо легко подаються розжовуванню, без відчуття крихкості. Істотної різниці в консистенції між зразками різних рецептур не виявлено. За кольором, аромату і в цілому на вигляд найбільш високі оцінки отримав зразок №4 з додаванням меду.

Зважаючи на отримані результати, а також відмінності в перевагах споживачів при оцінці смакових характеристик, що впливають на попит на продукцію, запропонована рецептура чіпсів наступного складу: м'ясо птиці - 100%, хлорид натрію - 2%, лактат натрію - 2%, мед - 0,3%, перець чорний - 0,2%, часник свіжий - 0,15%, суміш спецій - 0,5%. До складу суміші спецій в довільному співвідношенні і складі можуть бути включені такі компоненти як карі, цибуля, коріандр, паприка солодка, перець червоний гострий. Рецептура отримала назву «Медові».

Таким чином, результати органолептичної оцінки підтверджують, що вакуумне інфрачервоне сушіння сприяє формуванню високих споживчих властивостей чіпсів з м'яса птиці. Використання у складі засолювальної суміші

меду покращує якість виробів. Подальші дослідження виконані з чіпсами рецептур №4 - «Медові».

Харчову цінність виробів характеризує хімічний склад, результати якого наведені у табл. 3.10.

Згідно з отриманими даними, чіпси з м'яса птиці, сушіння яких виконана ІЧ-висування у вакуумі, характеризуються високим вмістом білка, рівним, в середньому, 61,84%. Добова потреба в білці для дорослого населення складає (65 -117) г/добу для чоловіків, (58 - 87) г/доба для жінок, в середньому, 82 г [40]. З цього виходить, що вживання 100 г чіпсів дозволить задовольнити добову потребу в нім на 76%. Співвідношення «волога:білок» складає для чіпсів «Медові» - 0,35, для чіпсів «Звичайні» - 0,37.

Таблиця 3.10.

## Хімічний склад чіпсів з білого м'яса птиці

| Показник                        | Чіпси      |            |
|---------------------------------|------------|------------|
|                                 | «Медові»   | «Звичайні» |
| Масова частка води %            | 18,77±0,22 | 17,89±0,22 |
| Масова частка білка %           | 61,48±0,55 | 62,14±0,58 |
| Масова частка жиру %            | 4,32±0,61  | 4,97±0,71  |
| Масова частка золи %            | 8,17±0,13  | 8,54±0,18  |
| Співвідношення «волога : білок» | 0,33       | 0,37       |
| Енергетична цінність, ккал      | 287        | 295        |

Характерною особливістю чіпсів з білого м'яса птиці є низький вміст жиру, який змінюється в межах від 4,34% до 4,97%. Енергетична цінність продукту (285-293) ккал обумовлена саме підвищеним вмістом білка, що найбільшою мірою відповідає вимогам споживачів. Високий вміст білка в готовому продукті свідчить про мінімальний ступінь гідролізу білків в процесі нагрівання з утворенням небілкового азоту.

Отримані експериментальні підтверджують, що ІЧ-сушіння дозволяє отримати продукт з підвищеним вмістом повноцінного білка із більшим ступінем засвоєння.

### 3.5. Фізико-хімічні і мікробіологічні показники чіпсів з білого м'яса птиці.

Встановлені фізико-хімічні показники чіпсів, висушених ІЧ-випромінюванням в умовах вакууму, які дозволяють оцінити якість продукту і сформулювати вимоги до нього. Експериментальні значення показників чіпсів приведені в табл.3.11.

Таблиця 3.11.

Фізико-хімічні показники чіпсів

| Показник                                          | Чіпси вакуумного ІЧ-сушіння |            |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|------------|
|                                                   | «Медові»                    | «Звичайні» |
| Активність води $A_w$                             | 0,8000                      | <0,8000    |
| Масова частка хлориду натрію %                    | 6,39±0,22                   | 6,23±0,16  |
| Кислотне число, мг КОН                            | 0,81                        | 0,85       |
| Перекисне число, ммоль активного кисню/кг         | 0,62                        | 0,74       |
| Тіобарбітурове число, мг малонового альдегіду /кг | 0,31±0,04                   | 0,25±0,02  |
| pH                                                | 6,08±0,01                   | 5,69±0,03  |

Одним з визначальних показників якості сухих продуктів є активність води, рівень якої характеризує полягання води в продукті і робить істотний вплив на інтенсивність хімічних і мікробіологічних процесів. У світовій практиці при прогнозуванні властивостей харчових продуктів в процесі зберігання широко використовується саме цей показник. Тому для біологічних систем складного складу, що піддаються обробці з видаленням значної кількості вологи, слід контролювати як масову частку вологи, так і  $A_w$ , зважаючи на відсутність між ними прямої залежності.

Згідно з отриманими даними, значення показника  $A_w$  чіпсів ІЧ-сушіння у вакуумі складає 0,80 і менш, що дозволяє оцінити їх як типові продукти проміжної вологості. Значення активності води відповідає межі, при якій виключається зростання бактерій, що важливе при забезпеченні подальшого зберігання при звичайній температурі навколишнього середовища. В той же час

показник знаходиться в межах, при яких структура продукту не має крихкості і ламкості.

Масова частка хлориду натрію в чіпсах ІЧ-сушіння складає 6,42% і 6,21%, що в сукупності з низьким значенням показника  $A_w$  слід розглядати як чинник стабілізації мікробіологічних показників продукту на стадії зберігання при відповідній упаковці, що виключає вторинну контамінацію.

Є дані, згідно яких зниження показника активності води супроводжується підвищенням ступеня окислювальних змін, причому більшою мірою для продуктів з підвищеним вмістом хлориду натрію (15-20)% [13, 17]. В зв'язку з цим у власних дослідженнях вивчені показники, що характеризують ступінь гідролітичних і окислювальних змін ліпідної фракції чіпсів залежно від способу сушіння.

Згідно з отриманими даними, гідролітичні зміни жирової фракції чіпсів в процесі вакуумного ІЧ-сушіння обмежені, про що свідчить значення показника кислотного числа, рівного 0,82 і 0,84 мг КОН для чіпсів «Медові» і «Звичайні» відповідно. Отримані результати слід пояснювати тим, що гаряче сушіння виконується прискореним способом протягом обмеженого часу при температурі, що не надає істотної каталітичної дії на хімічний гідроліз, але що одночасно викликає інактивацію гідролітичних ферментів. Відсутність в камері сушіння кисню повітря є додатковим чинником обмеження гідролізу через відсутність каталітичної дії на процес продуктів окислення жиру.

Ступінь окислювальних змін для чіпсів оцінювали за перекисним числом (ПЧ), яке характеризує кількість первинних продуктів окислення, і ТБЧ як індикатором утворення вторинних продуктів окислення. Значення ПЧ сухих чіпсів після закінчення технологічної обробки складає від 0,64 ммоль активного кисню/кг до 0,72 ммоль активного кисню/кг, що свідчить про мінімальний ступінь окислювальних змін ліпідів в процесі ІЧ-сушіння у вакуумі. Це узгоджується з результатами визначення малонового альдегіду, кількість якого не перевищує 0,36 мг/кг. Виключення процесів окислення на стадії сушіння, яка супроводжується збільшенням пористості структури і питомої поверхні, має велике значення для стабілізації жирової стадії при зберіганні.

Виявлена тенденція до зниження окислювальних змін в зразках чіпсів «Медові» в порівнянні з «Звичайними», що, ймовірно, слід пояснювати фенольними компонентами меду, що володіють антиоксидантними властивостями. Можливо, що певну антиокислювальну дію надають утворені при цьому продукти реакції Майєра [19].

Отримані дані свідчать про те, що сушка чіпсів ІЧ-випромінюванням в умовах вакууму не надає прооксидантної дії на ліпідну складову продукту, більш того, сприяє її стабілізації. Це має велике значення з погляду збереження якості при подальшому зберіганні чіпсів, оскільки ініціація процесу на ранніх стадіях викликає прискоренню процесів в режимі автоокислення.

Процес сушіння супроводжується підвищенням рН. Для чіпсів значення «Звичайні» рН рівне 5,78, а для чіпсів «Медові» - 6,07 од. рН.

Санітарно-гігієнічну якість чіпсів оцінювали за наслідками визначення мікробіологічних показників, що нормуються для сухих м'ясних продуктів. Результати визначення приведені в табл. 3.12.

Таблиця 3.12.

## Мікробіологічні показники сухих чіпсів з м'яса птиці

| Показники                              | Чіпси «Медові»    | Чіпси «Звичайні»  |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------|
| КМАФАнМ, КУО/г                         | $4,7 \times 10^3$ | $2,9 \times 10^3$ |
| Патогенні, зокрема сальмонелли, в 25 г | не виявлені       | не виявлені       |
| БГКП (коли-форми), в 1 г               | не виявлені       | не виявлені       |
| <i>S.aureus</i> , в 1 г                | не виявлені       | не виявлені       |
| <i>Proteus</i> , в 1 г                 | не виявлені       | не виявлені       |

Експериментальні дані свідчать про те, що після закінчення технологічного процесу кількість мікроорганізмів в сухих чіпсах складає  $4,7 \times 10^3$  і  $2,9 \times 10^3$ , що менше нормативного значення в 2,1 разу і 3,4 разу для чіпсів «Медові» і «Звичайні», відповідно (СанПін 2.3.2.1078-01). Серед залишкової мікрофлори не виявлені патогенні мікроорганізми, включаючи стійкі до процесу сушіння *S.aureus*, а також санітарно-показові мікроорганізми.

### **3.6. Удосконалена технологічна схема виробництва чіпсів з білого м'яса птиці.**

За результатами експериментальних досліджень удосконалено технологічну схему виробництва чіпсів з білого м'яса птиці, представлену на рисунку 3.4.

Для виробництва чіпсів необхідно використовувати охолоджену сировину з терміном зберігання не більше 2-ої доби, з низьким мікробним обсіменінням. Низька початкова обсіменінність сировини є першим і найбільш значимим «бар'єром» [17, 20]. Підготовка сировини полягає в зачистці тушок птиці від пера, промиванні зовні і зсередини під душем або проточною водою температурою (20-25) °С з подальшим стіканням її протягом 15 хв. і обробленню з виділенням грудної частини тушки для виготовлення чіпсів. Підготовлену сировину подрібнюють на вовчку з діаметром отворів приймальних решіток 8-10 мм при контролі температури фаршу, яка повинна бути не вище +6°С.

Подрібнену сировину перемішують у фаршемішалці з сіллю, спеціями при послідовній закладці сировини і матеріалів в кількостях, передбачених рецептурою. Фарш вимішують у фаршемішалці протягом 4-6 хв. для рівномірного розподілу інгредієнтів і утворення в'язкої маси. Для перемішування рекомендується застосовувати вакуумну фаршемішалку, що дозволяє запобігти окислювальним процесам і інгібувати розвиток аеробних мікроорганізмів. Після закінчення вимішування фарш вивантажують в ємкості і направляють для набивання в оболонку.

Набивання фаршу здійснюють при високому тиску - до  $20 \cdot 10^5$  Па. Для набивання рекомендується використовувати штучну білкову оболонку з метою стандартизації розмірів батонів.

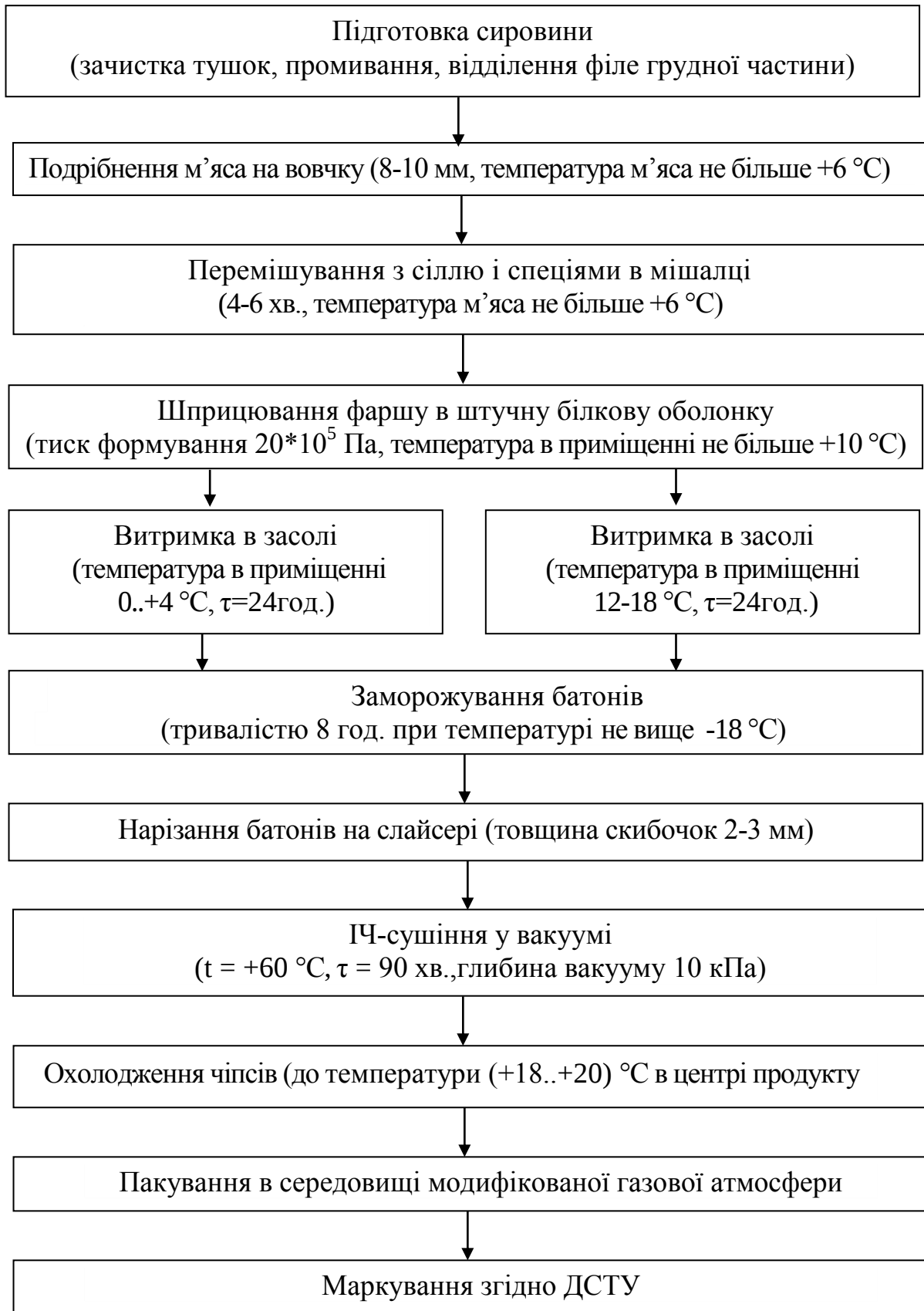


Рис. 3.4. Технологічна схема виробництва чіпсів з білого м'яса птиці

Набивання рекомендується здійснювати на вакуумному шприці. Застосування вакууму в сукупності з щільним набиванням сприятиме виключенню появи в продукті порожнеч і пор, заповнених повітрям, що сприяє гальмуванню розвитку небажаної мікрофлори і поліпшенню виду продукту на розрізі.

Сформовані батони направляють в камеру з температурою повітря  $(0+4)^{\circ}\text{C}$  для витримки в засолюванні протягом 24 годин.

Під час засолювання відбувається структуроутворення в результаті міжмолекулярної взаємодії полярних груп білків і формування монолітної структури продукту.

Після закінчення витримки в засолюванні батони відправляють в камеру заморожування. Технологічна операція заморожування необхідна для полегшення виконання подальшої технологічної операції нарізки. Крім цього заморожування сприяє прискоренню процесу сушіння. Тривалість заморожування - не менше 8 годин при температурі не вище мінус  $18^{\circ}\text{C}$ .

Нарізку заморожених батонів здійснюють на автоматичному або напівавтоматичному слайсері на скибочки завтовшки 2-3 мм, заздалегідь батони звільняють від оболонки. Отримані після нарізки скибочки продукту розкладають на сітчасте деко сушильної шафи без зіткнення один з одним в один шар. Процес нарізки виконують в приміщенні з температурою  $(0+4)^{\circ}\text{C}$ .

Сушіння здійснюють в сушильних ІЧ-шафах у вакуумі при температурі  $+60^{\circ}\text{C}$  протягом 90 хвилин. Після закінчення сушіння продукт відправляють на охолоджування. Охолоджування здійснюють в камерах з температурою  $(0+8)^{\circ}\text{C}$  до досягнення температури продукту  $(+18+20)^{\circ}\text{C}$ . Чіпси відносяться до категорії продуктів «shelf-stable», тобто стабільних за звичайних умов зберігання, тому, охолоджування їх до нижчих температур економічно недоцільно. Друга причина, за якою чіпси не слід охолоджувати до нижчих температур, це можливість утворення конденсату при переміщенні охолодженого продукту в звичайні умови, і, як наслідок, створення сприятливих умов для розвитку мікроорганізмів.

Технологічна операція упаковки необхідна для зберігання і транспортування готової продукції. Пакування виконується в пакети масою 25, 50, 75 г в аеробних умовах або в середовищі модифікованої газової атмосфери з використанням камерних пакувальних машин або на лініях.

Упакований продукт направляють на маркування, яке необхідне для ідентифікації кожної пакувальної одиниці. Для цього кожна одиниця упаковки маркується шляхом приклеювання етикетки, що містить всю інформацію про продукт згідно ДСТУ.

Зберігання продукту здійснюється при температурі  $(+18+20)^{\circ}\text{C}$  у захищеному від світла місці і відносній вологості повітря не більше 75%. Термін придатності продукту в аеробній упаковці 15 діб, в модифікованій атмосфері 30 діб.

Органолептичні показники чіпсів з білого м'яса птиці приведені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13.

## Органолептичні показники чіпсів

| Найменування показника   | Характеристика показника                                                                                                                   |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Консистенція             | Щільна, некрохка, не руйнується при згинанні скибочок                                                                                      |
| Колір                    | Колір від світло-коричневого до коричневого, із золотистим відтінком, інтенсивність забарвлення поверхні змінюється, створюючи мозаїчність |
| Смак і аромат            | Смак солений з вираженим ароматом прянощів і спецій, використаних в рецептурі, без сторонніх смаку і запаху                                |
| Форма і зовнішній вигляд | Продукт круглої форми без розривів і сколів країв, поверхня рівна, можлива наявність на поверхні декоративних обсіпань.                    |



Вихід чіпсів складає  $37\pm 2\%$ .

### **3.7. Дослідження якості чіпсів з білого м'яса птиці в процесі зберігання, встановлення термінів придатності продукції**

Якість продукту в процесі зберігання оцінювали за сукупністю показників, що характеризують безпеку, споживчі властивості, харчову цінність з метою встановлення термінів придатності. На зберігання поставлені чіпси «Медові» і «Звичайні», отримані в однакових умовах і упаковані двома способами: частину продукту упаковували в аеробних умовах, поміщаючи їх в полімерні пакети (типу «дой-пак»), які запаюють на запаювачі пакетів, іншу частину упаковували в багатошарові пакети (Амівак ТВП) в атмосфері модифікованого складу, що включає 20% CO<sub>2</sub> : 80% N<sub>2</sub>.

Контроль безпеки і якості чіпсів в процесі зберігання здійснювали визначенням мікробіологічних показників в сукупності з вивченням ступеня окислення ліпідної фракції, рН, масової частки вологи.

Чіпси відносяться до нешвидкопсувної продукції і не вимагають створення спеціальних умов для зберігання. Тому дослідження виконані при температурі (+18+20)°C, вологості 80%, тривалість зберігання 30-45 діб.

Результати визначення мікробіологічних показників чіпсів в процесі зберігання, упакованих в аеробних умовах і умовах модифікованого газового середовища (МГС) приведені в табл. 3.14. Згідно з отриманими даними мікробіологічні показники продукту, упакованого в модифікованому газовому середовищі, залишаються нижчими за нормативне значення після закінчення прийнятого терміну досліджень.

Це свідчить про те, що використання сукупності мерів за контролем мікробіологічних показників на стадії засолювання, сушіння і пакування дозволяє отримати продукт гарантованого рівня безпеки при зберіганні його в звичайних умовах протягом тривалого часу.

Встановлено, що мікробіологічні показники чіпсів, упакованих в аеробних умовах, також залишаються в межах гігієнічної норми, проте загальна популяція мікроорганізмів до закінчення терміну досліджень стає вищою в 4,4 разу і 1,8 разу для чіпів «Медові» і «Звичайні», відповідно. Після закінчення терміну

досліджень не виявлено патогенних мікроорганізмів, бактерій групи протей, кишкової палички.

Таблиця 3.14

Мікробіологічні показники чіпсів в процесі зберігання  
при температурі (+18+20)°C

| Показники                                | Норма             | Чіпси «Медові»         |                     | Чіпси «Звичайні»       |                     |
|------------------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
|                                          |                   | у аеробній<br>упаковці | у МГС               | у аеробній<br>упаковці | у МГС               |
| на початок зберігання                    |                   |                        |                     |                        |                     |
| КМАФАнМ, КУО/г,<br>не більш              | 1x10 <sup>4</sup> | 2x10 <sup>3</sup>      | 4,5x10 <sup>1</sup> | 1,8x10 <sup>3</sup>    | 2,7x10 <sup>1</sup> |
| Патогенні, зокрема<br>сальмонели, в 25 г | н/д               | н/в                    | н/в                 | н/в                    | н/в                 |
| БГКП<br>(колі-форми), у 1г               | н/д               | н/в                    | н/в                 | н/в                    | н/в                 |
| S.aureus, в 1 г                          | н/д               | н/в                    | н/в                 | н/в                    | н/в                 |
| Proteus, в 1 г                           | н/д               | н/в                    | н/в                 | н/в                    | н/в                 |
| через 30 діб зберігання                  |                   |                        |                     |                        |                     |
| КМАФАнМ, КУО/г,<br>не більш              | 1x10 <sup>4</sup> | 9,6x10 <sup>3</sup>    | 2,2x10 <sup>2</sup> | 8,6x10 <sup>3</sup>    | 4,8x10 <sup>2</sup> |
| Патогенні зокрема<br>сальмонелли, в 25 г | н/д               | н/в                    | н/в                 | н/в                    | н/в                 |
| БГКП (колі-форми),<br>в 1г               | н/д               | н/в                    | н/в                 | н/в                    | н/в                 |
| S.aureus, в 1 г                          | н/д               | н/в                    | н/в                 | н/в                    | н/в                 |
| Proteus, в 1 г                           | н/д               | н/в                    | н/в                 | н/в                    | н/в                 |

Примітка: н/в - не виявлено, н/д - не допускається

Встановлено, що мікробіологічні показники чіпсів, упакованих в аеробних умовах, також залишаються в межах гігієнічної норми, проте загальна популяція мікроорганізмів до закінчення терміну досліджень стає вищою в 4,4 разу і 1,8 разу для чіпів «Медові» і «Звичайні», відповідно. Після закінчення терміну досліджень не виявлено патогенних мікроорганізмів, бактерій групи протей, кишкової палички.

За результатами мікробіологічних досліджень чіпсів, упакованих в модифікованому середовищі і аеробних умовах при температурі  $(+18+20)^{\circ}\text{C}$ , рекомендований термін придатності складає 30 діб.

Для підтвердження цих термінів одночасно вивчали стан ліпідної фракції чіпсів, харчова цінність якої значною мірою залежить від наявності продуктів хімічних перетворень і зміни структури в процесі обробки і зберігання. Доцільність оцінки зумовлена також особливостями жирнокислотного складу ліпідів м'яса птиці, а також швидкістю окислювальних змін ліпідів при зберіганні чіпсів. Окислення ліпідів може викликати зміну не тільки аромату і смаку продукту, але і кольору, в результаті розвитку реакцій полімеризації, що ініціюються первинними продуктами розпаду.

Результати вивчення показників, що характеризують окислювальні і гідролітичні зміни ліпідів для чіпсів «Медові» залежно від способу упаковки, приведені в табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Показники окислювального псування ліпідів чіпсів в залежності від способу упаковки і тривалості зберігання

| Тривалість зберігання, діб | Показники окисних змін при зберіганні |                    |                    |                    |                    |                    |
|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                            | у модифікованому середовищі           |                    |                    | у аеробних умовах  |                    |                    |
|                            | КЧ                                    | ПЧ                 | ТБЧ                | КЧ                 | ПЧ                 | ТБЧ                |
| 0                          | 0,84<br>$\pm 0,06$                    | 0,63<br>$\pm 0,01$ | 0,31<br>$\pm 0,03$ | 0,84<br>$\pm 0,08$ | 0,65<br>$\pm 0,02$ | 0,31<br>$\pm 0,01$ |
| 5                          | 0,81<br>$\pm 0,07$                    | 0,63<br>$\pm 0,03$ | 0,32<br>$\pm 0,02$ | 1,16<br>$\pm 0,05$ | 1,82<br>$\pm 0,04$ | 0,43<br>$\pm 0,04$ |
| 10                         | 1,13<br>$\pm 0,05$                    | 0,66<br>$\pm 0,04$ | 0,37<br>$\pm 0,03$ | 1,16<br>$\pm 0,07$ | 1,94<br>$\pm 0,07$ | 0,75<br>$\pm 0,03$ |
| 15                         | 1,13<br>$\pm 0,03$                    | 0,77<br>$\pm 0,02$ | 0,41<br>$\pm 0,04$ | 1,22<br>$\pm 0,03$ | 2,13<br>$\pm 0,02$ | 0,94<br>$\pm 0,02$ |
| 20                         | 1,17<br>$\pm 0,07$                    | 0,93<br>$\pm 0,04$ | 0,43<br>$\pm 0,02$ | 1,54<br>$\pm 0,05$ | 2,47<br>$\pm 0,06$ | 1,25<br>$\pm 0,06$ |
| 25                         | 1,15<br>$\pm 0,06$                    | 1,13<br>$\pm 0,04$ | 0,49<br>$\pm 0,01$ | 2,23<br>$\pm 0,06$ | 3,64<br>$\pm 0,04$ | 1,38<br>$\pm 0,05$ |
| 30                         | 1,21<br>$\pm 0,05$                    | 1,89<br>$\pm 0,06$ | 0,55<br>$\pm 0,02$ | 2,56<br>$\pm 0,03$ | 4,85<br>$\pm 0,03$ | 1,57<br>$\pm 0,04$ |

|    |               |               |               |               |               |               |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 35 | 1,24<br>±0,01 | 2,04<br>±0,05 | 0,58<br>±0,04 | 3,15<br>±0,07 | 5,67<br>±0,02 | 1,76<br>±0,07 |
| 40 | 1,24<br>±0,04 | 2,15<br>±0,03 | 0,69<br>±0,03 | 3,62<br>±0,05 | 6,58<br>±0,05 | 1,93<br>±0,03 |
| 45 | 1,27<br>±0,06 | 2,19<br>±0,01 | 0,75<br>±0,05 | 4,06<br>±0,01 | 8,09<br>±0,03 | 3,14<br>±0,04 |

Примітка: КЧ - кислотне число, міліграм КОН; ПЧ - перекисне число, ммоль активного кисню/кг; ТБЧ - тіобарбітурове число, міліграм малонового альдегіду/кг.

Тривалість зберігання при оцінці ступеня зміни ліпідів складала 45 діб, зважаючи на тривалість розвитку реакцій окислення.

Згідно з отриманими даними, модифіковане газове середовище не зупиняє повністю процеси окислення ліпідної фракції, але викликає їх істотне гальмування. Встановлено, що значення кислотного числа змінюється від мінімального 0,82 до 1,26 міліграма КОН до 45 діб зберігання, залишаючись нижчим за гігієнічний норматив, рівний 4 міліграми КОН. Кислотне число в процесі зберігання є індикатором не тільки гідролітичних змін, але і окислювальних, оскільки продукти окислення каталізують гідроліз.

Для порівняння в чіпсах, що зберігалися в аеробних умовах, значення кислотного числа в межах терміну досліджень змінювалося від 0,82 до 4,02 міліграма КОН, і опинилося більше, ніж в чіпсах, що зберігалися в модифікованій атмосфері, в 3,2 рази. При цьому до закінчення терміну зберігання значення КЧ перевищує гігієнічну норму (4 міліграми КОН), помітне прискорення процесу гідролізу доводиться на період зберігання після 20 діб.

Одночасно з гідролітичними змінами в чіпсах аеробного способу упаковки ініціюється процес накопичення вторинних продуктів окислення. Так в період зберігання від 20 до 25 діб зберігання при 20°C показник ПЧ збільшується на 44%, тоді як в період з 15 до 20 діб збільшення значення ПЧ складало 19%.

Значення ТБЧ протягом всього терміну зберігання змінювалися монотонно, виражених різких змін не встановлено, за період зберігання кількість малонового альдегіду збільшилася по відношенню до початкового значення в 9,9 рази.

Разом з тим слід зазначити, що окислювальні зміни, зокрема накопичення вторинних продуктів окислення, не приводять до виражених змін смако-ароматичних характеристик, сторонніх відтінків запаху не виявлено.

Кількість первинних продуктів окислення в чіпсах, що зберігалися в умовах модифікованого середовища, на 45 діб зберігання збільшилося з 0,64 до 2,18 ммоль активного кисню/кг, залишаючись нижчим, ніж в чіпсах аеробної упаковки до аналогічного періоду в 3,7 разу. При цьому необхідно відзначити, що після закінчення прийнятого терміну досліджень значення ПЧ залишається в межах значно нижче встановленої гігієнічної норми і відповідає свіжому продукту.

Ці дані узгоджуються з результатами визначення вторинних продуктів окислення, кількість малонового альдегіду монотонно підвищується від 0,32 до 0,72 міліграма/кг, що дозволяє розцінювати виявлені зміни як незначні. Отримані дані, слід пояснювати тим, що процес окислення є автокаталітичним, який може розвиватися за рахунок кисню, адсорбованого структурою продукту при низькому вмісті жиру в готовому продукті. При цьому кількість вторинних продуктів окислення через 45 діб зберігання в упаковці чіпсів з МГС виявилася нижчою, ніж в аеробній упаковці в 4,4 рази.

Таким чином, експериментальні дані підтверджують стабільність ліпідної фракції чіпсів, упакованих в модифікованого середовища, протягом 45 діб, що підтверджує термін придатності, що зазначений, в 30 діб. Для чіпсів, упакованих в аеробних умовах, термін придатності слід обмежити 15 діб, що пов'язане з прискоренням гідролітичних змін при подальшому зберіганні.

Показником, на підставі якого можна судити про зміну властивостей продукції при зберіганні, є рН, збільшення показника може розглядатися як одна з ознак збільшення популяції мікроорганізмів. Динаміка показника рН чіпсів залежно від способу упаковки приведена в таблиці 3.16.

Як впливає з експериментальних даних, в зразках чіпсів, упакованих в аеробних умовах, протягом перших 10 діб зберігання значення активної реакції середовища залишається практично незмінним, а потім відбувається збільшення рН. Так в зразках чіпсів з використанням лактату натрію значення рН

збільшилося від початкового 6,07 до 6,46 через 30 діб зберігання, прискорення підвищення показника характерніший після закінчення 20 діб зберігання. Для чіпсів «Звичайні», упаковані в аеробних умовах, тенденція в зміні рН аналогічна, проте абсолютні значення показника залишаються нижчими, ніж в чіпсах з лактатом натрію. Так в зразках чіпсів «Звичайні» значення рН змінилося від початкового 5,78 од. рН до кінцевого значення 6,16 од. рН після 30 діб зберігання.

Таблиця 3.16

Динаміка рН чіпсів залежно від способу упаковки і тривалості зберігання

| Тривалість зберігання, діб | Значення рН      |                |                  |                |
|----------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
|                            | Чіпси «Медові»   |                | Чіпси «Звичайні» |                |
|                            | аеробна упаковка | упаковка в МГС | аеробна упаковка | упаковка в МГС |
| 0                          | 6,05±0,03        | 6,09±0,01      | 5,81±0,04        | 5,76±0,05      |
| 5                          | 6,17±0,01        | 6,12±0,03      | 5,84±0,01        | 5,78±0,02      |
| 10                         | 6,22±0,04        | 6,07±0,04      | 5,96±0,02        | 5,76±0,01      |
| 15                         | 6,29±0,02        | 6,09±0,02      | 6,07±0,05        | 5,77±0,04      |
| 20                         | 6,37±0,03        | 6,08±0,05      | 6,13±0,03        | 5,76±0,02      |
| 30                         | 6,44±0,06        | 6,06±0,03      | 6,18±0,06        | 5,78±0,01      |

Зберігання чіпсів у модифікованому газовому середовищі призводить до стабілізації показника рН у межах похибки. Для чіпсів "Медові" значення показника змінюється в межах (6,07-6,11) од. рН протягом усього періоду зберігання, для чіпсів «Звичайні» зміни показника залишаються в інтервалі (5,75-5,79) од. Отримані дані є наслідком гальмування розвитку гідролітичних процесів, а також самовільним розчиненням вуглекислого газу у частці вологи присутньої в продукті.

Динаміка показника масової частки вологи приведена в табл. 3.17.

Встановлено, що зберігання чіпсів в аеробних умовах супроводжується підвищенням масової частки вологи, що може бути пояснено сорбцією вологи, що міститься в повітрі сухим продуктів. Відносне збільшення масової частки вологи для чіпсів «Медові» і «Звичайні» склало 18,8% і 23,4% відповідно. Для

чіпсів, упакованих в умовах модифікованого середовища, також виявлено підвищення масової частки води. У відносних одиницях підвищення показника становило 6,3% і 9,0% для чіпсів «Медові» та «Звичайні», відповідно.

Таблиця 3.17

Динаміка масової частки води в залежності від способу упаковки  
і тривалості зберігання

| Тривалість<br>зберігання,<br>днів | Значення масової частки води, % |                   |                     |                   |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|                                   | Чіпси «Медові»                  |                   | Чіпси «Звичайні»    |                   |
|                                   | аеробна<br>упаковка             | упаковка в<br>МГС | аеробна<br>упаковка | упаковка в<br>МГС |
| 0                                 | 18,77±0,21                      | 18,77±0,21        | 17,89±0,18          | 17,89±0,18        |
| 5                                 | 18,87±0,28                      | 18,87±0,31        | 18,07±0,35          | 17,93±0,36        |
| 10                                | 19,49±0,36                      | 19,11±0,48        | 18,88±0,16          | 18,14±0,29        |
| 15                                | 20,66±0,24                      | 19,24±0,37        | 19,49±0,27          | 18,58±0,31        |
| 20                                | 21,85±0,18                      | 19,31±0,25        | 21,08±0,29          | 18,97±0,28        |
| 30                                | 22,38±0,44                      | 18,92±0,39        | 22,16±0,32          | 19,49±0,39        |

Таким чином, отримані експериментальні дані в сукупності доводять, що упаковка чіпсів може бути виконана в аеробних умовах і в модифікованому газовому середовищі. Стабілізуючий вплив на якість чіпсів має модифіковане газове середовище. Термін придатності чіпсів у модифікованому газовому середовищі (20% CO<sub>2</sub>:80% N<sub>2</sub>) при температурі (+18+20)°C становить 30 днів, в аеробній упаковці - 15 днів.

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Розрахунок економічної ефективності виробництва чіпсів з білого м'яса птиці на основі вакуумної інфрачервоної сушки

Для аналізу економічної ефективності виробництва того або іншого виду продукту в першу чергу необхідно розрахувати його собівартість, яка складається з вартості сировини і матеріалів, електроенергії, заробітної плати, амортизаційних відрахувань, податкових платежів.

Розрахунок вартості основної сировини і матеріалів при виробництві чіпсів «Медові» приведений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Вартість основної сировини і матеріалів при виробництві чіпсів «Медові»

| Найменування сировини і матеріалів | Витрата сировини на 1т. готової продукції, кг | Вартість 1 т сировини і матеріалів, грн. | Вартість згідно витрат на 1 т готової продукції, грн. |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| М'ясо грудинок                     | 1000                                          | 126000                                   | 126000                                                |
| Сіль                               | 20                                            | 6000                                     | 120                                                   |
| Перець чорний                      | 5                                             | 143500                                   | 715                                                   |
| Мед                                | 3                                             | 210000                                   | 630                                                   |
| Часник                             | 1,5                                           | 58000                                    | 87                                                    |
| Лактат натрію                      | 20                                            | 125000                                   | 2500                                                  |
| Спеції                             | 2                                             | 184000                                   | 368                                                   |
| Пакети                             | 1000 (шт.)                                    | 1500                                     | 1500                                                  |
| МГС                                | -                                             | -                                        | 150                                                   |
| РАЗОМ                              | -                                             | -                                        | 132070                                                |

Найенергоємнішою одиницею устаткування при виробництві чіпсів з м'яса птиці є шафа вакуумного інфрачервоного сушіння, в якій здійснюється сушіння напівфабрикатів для виробництва чіпсів. Розрахунок витрат на електроенергію для технологічної стадії сушіння приведений в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Розрахунок витрат на електроенергію при виробництві чіпсів

| Встановлена потужність, кВт | Вартість електроенергії, грн./ кВт*год | Тривалість сушіння, година | Витрати на електроенергію, грн. |
|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 11                          | 3                                      | 1,5                        | 49,5                            |

Одноразове завантаження середньої промислової сушильної шафи складає 20 кг на один цикл сушіння. З урахуванням завантаження кількість циклів для висушування 1 тонни сировини складе 50. Таким чином загальні витрати на електроенергію для висушування 1 тонни напівфабрикату складуть 2475 грн. (49,5\*50).

Розрахунок амортизаційних відрахувань, заробітної плати і податкової ставки приведений в таблиці 4.3

Таблиця 4.3.

Розрахунок амортизаційних відрахувань, заробітної плати і податкової ставки

| Показник        | Середнє значення в галузі в % від собівартості | Частка в собівартості чіпсів «Медові», грн. |
|-----------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Заробітна плата | 15                                             | 20182                                       |
| Амортизація     | 1,5                                            | 2018                                        |
| Податки         | 18                                             | 24218                                       |

Разом, повна собівартість чіпсів «Медові» складе 180963 грн./тонна (132070+2475+20182+2018+24218).

Вихід готової продукції складає 37%. Собівартість 1 кг продукції з урахуванням виходу складе 489 грн.

Розрахунок вартості основної сировини і матеріалів при виробництві чіпсів «Звичайні» приведений в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Вартість основної сировини і матеріалів при виробництві чіпсів

«Звичайні»

| Найменування сировини і матеріалів | Витрата сировини на 1 т. готової продукції, кг | Вартість 1 т сировини і матеріалів, грн. | Вартість згідно витрат на 1 т готовій продукції, грн. |
|------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| М'ясо грудинок                     | 1000                                           | 126000                                   | 126000                                                |
| Сіль                               | 20                                             | 6000                                     | 120                                                   |
| Стартова культура                  | 0,5                                            | 432000                                   | 296                                                   |
| Пакети                             | 1000 (шт.)                                     | 1500                                     | 1500                                                  |
| МГС                                | -                                              | -                                        | 150                                                   |
| РАЗОМ                              | -                                              | -                                        | 127916                                                |

Розрахунок амортизаційних відрахувань, заробітної плати і податкової ставки при виробництві чіпсів «Звичайні» приведений в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

Розрахунок амортизаційних відрахувань, заробітної плати і податкової ставки

| Показник        | Середнє значення в галузі в % від собівартості | Частка в собівартості чіпсів «Звичайні», грн. |
|-----------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Заробітна плата | 15                                             | 19559                                         |
| Амортизація     | 1,5                                            | 1956                                          |
| Податки         | 18                                             | 23470                                         |

Разом, повна собівартість чіпсів «Звичайні» складе 175376 грн./тонна (127916+2475+19559+1956+23470). При виході 37% собівартість 1 кг складе 474 грн.

В ході проведених розрахунків виявлено, що витрати на виробництво чіпсів «Медові» менше, ніж на виробництво чіпсів «Звичайні» на 15 грн./кг.

Для аналізу конкурентоспроможності отриманої собівартості був проведений моніторинг оптових цін на снеки з м'яса. Результати моніторингу приведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Результати моніторингу

| Марка            | Оптова ціна чіпсів, грн./кг |
|------------------|-----------------------------|
| «Веселка смаків» | 560                         |
| «Джоки»          | 1600                        |
| «Нямса»          | 3000                        |

За результатами моніторингу можна зробити висновок, що при середній величині торгової націнки 30%, оптова ціна чіпсів з м'яса птиці відповідатиме ринковій, і даний продукт матиме попит.

Підвищенню попиту сприятимуть переваги, який має даний продукт, до яких належать розмір і форма (тонкі пластинки правильної округлої форми),

низький вміст жиру (як основна сировина використовується філе грудинок курчати-бройлера), повна готовність до вживання (не вимагає додаткової підготовки у вигляді розігрівання, нарізання або ін.), відсутність неприємного запаху і смаку (у рецептурах не застосовуються добавки для посилення смаку і аромату), можливість зберігати продукт при кімнатній температурі (зручно як для оптових, так і для роздрібних покупців), безпека продукту.

Також слід звернути увагу на долю енерговитрат в собівартості продукту при використанні ІЧ-сушіння. Конвективна сушка чіпсів сприятиме збільшенню тривалості процесу в 5 разів що, відповідно, приведе до збільшення витрат на електроенергію (з 2475 грн. до 12375 грн.) і, як наслідок, сприятиме збільшенню собівартості готового продукту. Це говорить про те, що застосування ІЧ-сушіння при виробництві чіпсів з м'яса птиці економічно доцільніше.

## ВИСНОВКИ

1. На підставі теоретичного аналізу і результатів експериментальних досліджень запропоновано і обгрунтовано використання вакуумного інфрачервоного сушіння в технології чіпсів з білого м'яса птиці.

2. Отримані порівняльні дані хімічного складу і фізико-хімічних властивостей білого м'яса птиці щодо червоного м'яса, що дозволяють характеризувати його як сировина для виготовлення чіпсів.

3. На підставі дослідження фізико-хімічних і мікробіологічних показників солених напівфабрикатів чіпсів обгрунтована концентрації хлориду натрію у складі засолювальної суміші, рівна 2,0%, і тривалість витримки в засолі 24 години, при одночасному використанні 2,0% лактату натрію для стабілізації гігієнічного стану сировини для чіпсів. За результатами органолептичної оцінки обгрунтована рецептура чіпсів.

4. За результатами вивчення фізико-хімічних показників в процесі вакуумного інфрачервоного сушіння встановлена тривалість сушіння чіпсів, яка рівна 90 хв., за температури 60°C, що забезпечують стабільні мікробіологічні показники продукту і органолептичні характеристики, властиві для чіпсів.

5. Встановлений хімічний склад, харчова цінність і фізико-хімічні показники чіпсів з білого м'яса птиці вакуумного інфрачервоного сушіння.

6. Вивчені мікробіологічні, фізико-хімічні показники чіпсів, залежності окислювальних змін ліпідній фракції продукту від способу упаковки і тривалості зберігання. За результатами досліджень встановлена доцільність упаковки чіпсів в умовах модифікованого середовища (20% Co<sub>2</sub>: 80% N<sub>2</sub>) з терміном придатності 30 діб при температурі 20°C.

7. Удосконалена технологія виробництва чіпсів з білого м'яса птиці з використанням вакуумного інфрачервоного сушіння і упаковкою в умовах модифікованого середовища, запропоновані рекомендації на новий вид продукції. Проведена оцінка економічної ефективності виробництва нових рецептур чіпсів.

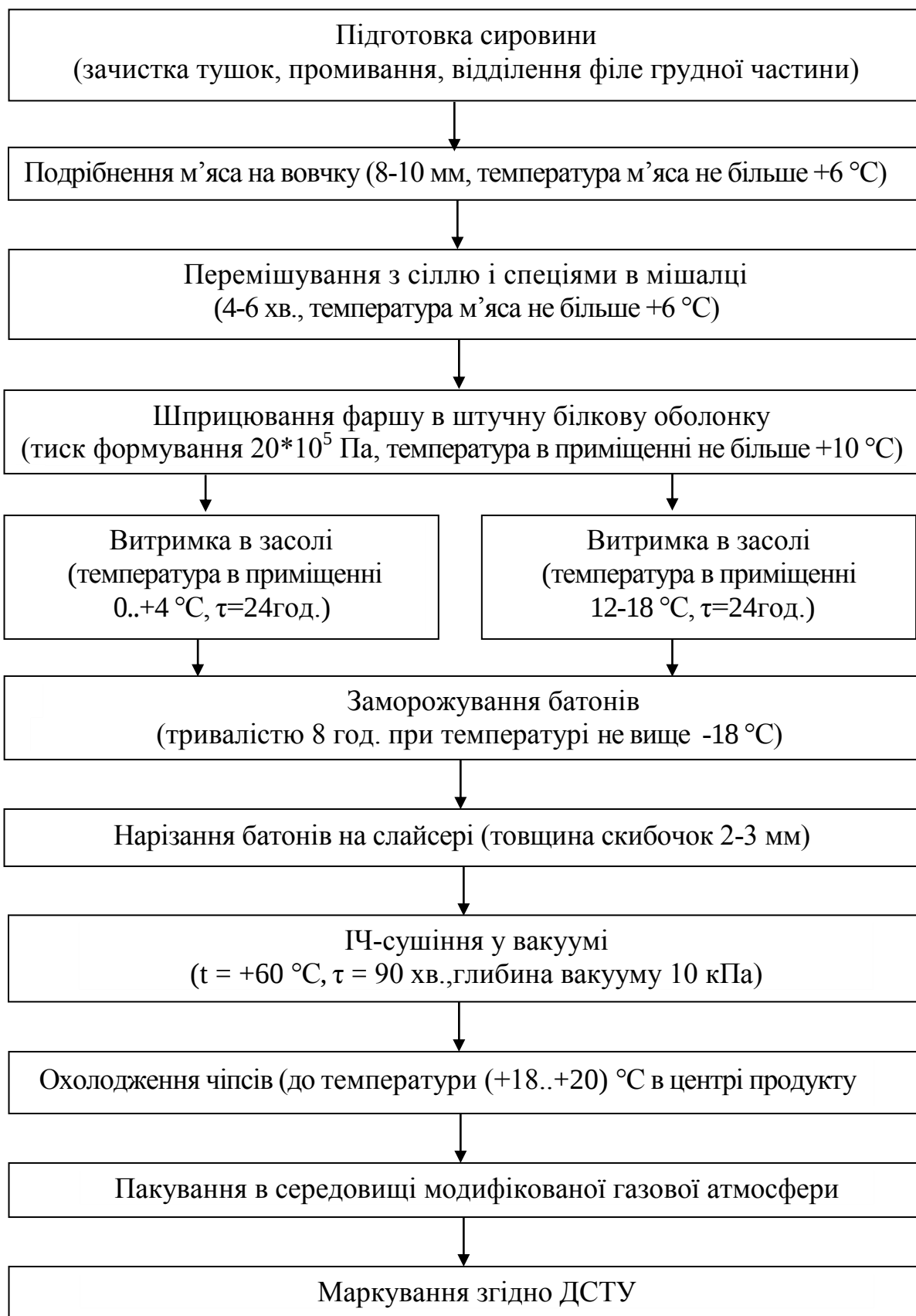
## ПРОПОЗИЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

При виробництві чіпсів із грудинок курчат-бройлерів у якості харчової добавки слід вводити лактат натрію на стадії перемішування в фаршемішалці.

Підготовлену м'ясну сировину подрібнюють на вовчку з діаметром отворів приймальних решіток 8-10 мм. Подрібнену сировину перемішують у вакуумній фаршемішалці з сіллю та спеціями в кількостях, передбачених рецептурою протягом 4-6 хв. для рівномірного розподілу інгредієнтів і утворення в'язкої маси. Шприцювання фаршу здійснюють вакуумному шприці при високому тиску - до  $20 \cdot 10^5$  Па в штучну білкову оболонку. Сформовані батони направляють в камеру з температурою повітря  $(0+4)^\circ\text{C}$  для витримки в засолюванні протягом 24 годин. Після закінчення витримки в засолюванні батони відправляють в камеру заморожування тривалістю не менше 8 годин при температурі не вище мінус  $18^\circ\text{C}$ . Нарізку заморожених батонів здійснювати на слайсері на скибочки завтовшки 2-3 мм, які розкладають на сітчасте деко сушильної шафи. Сушіння здійснювати в сушильних ІЧ-шафах у вакуумі при температурі  $+60^\circ\text{C}$  протягом 90 хвилин. Після сушіння охолоджувати готові чіпси камерах з температурою  $(0+8)^\circ\text{C}$  до досягнення температури продукту  $(+18+20)^\circ\text{C}$ . Потім упаковують в середовищі модифікованої газової атмосфери, маркують і відправляють на зберігання в аеробній упаковці 15 діб, в модифікованій атмосфері 30 діб.

### Рецептура чіпсів з м'яса птиці «Медові»

| Інгредієнти                                              | Кількість |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Основна сировина, кг/100 кг                              |           |
| М'ясо грудинок                                           | 100       |
| Добавки, спеції, прянощі, г на 100 кг несолоної сировини |           |
| Сіль кухонна харчова                                     | 2000      |
| Перець чорний мелений                                    | 250       |
| Мед бджолиний                                            | 300       |
| Часник                                                   | 150       |
| Лактат натрію                                            | 2000      |

**Технологічна схема виробництва чіпсів з білого м'яса птиці**

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Янчева М.О., Пешук Л.В., Гащук О.І., Технологія м'ясопродуктів з нетрадиційної м'ясної сировини. Київ: Центр навч. літер., 2020. 296 с.
2. Перцевий Ф. В., Терешкін О. Г., Гурський П. В. та ін. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник. Київ : Інкос, 2019. 340с.
3. Олабоді О. В. М'ясна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід : науково-допоміжний бібліографічний покажчик двома мовами 2010-2018 рр. Нац. ун-т харч. технологій, Наук.-техн. б-ка. Київ, 2018. 159 с.
4. Сирохман І. В. Товарознавство продовольчих товарів : підручник Київ: Ліра-К, 2016. 713 с.
5. Прісс О. П. Технологічні властивості сировини : навч. посібник / О. П. Прісс, С. В. Кюрчев, В. Ф. Жукова, Н. А. Гапріндашвілі. Херсон : Олді-плюс, 2014. 224 с.
6. Бутенко, Л. М., Слободянюк Н. М., Андрощук О. С. Вплив науки про харчування на технологію якісних та безпечних м'ясних продуктів. М'ясна промисловість, 2013. № 8-9 (136-137). С. 23–26. № 11-12 (139-140). С. 22–28.
7. Басараб І.М., Галух Б.І., Мартинюк І.О. Методи контролю харчових виробництв: навчальний посібник. Львів: ЛНУВМ та БТ, 2013. 105 с.
8. Євлаш В.В., Гурікова І.М. Харчові добавки : навчальний посібник. ХДУХТ. Харків, 2013. 73 с.
9. Баль-Прилипко Л.В., Абдулин І.Ш., Абуталипова Л.Н. і ін. Перспективні технології ХХІ віку: монографія. Одеса: КУПРИЄНКО СВ, 2013. 162 с.
10. Євлаш В.В. Торяник О.І., Коваленко В.О. та ін. Харчова хімія : навчальний посібник. Х.: Світ книг, 2012. 504 с.
11. Баль-Прилипко Л.В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів: монографія. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2012. 207 с.
12. Васюкова А.Т., Родіна Е.В. Дослідження функціональних властивостей м'ясного фаршу. Продовольча індустрія. АПК. Київ, 2012. № 6. С. 13-18.

13. Берник І.М., Фаріонік Т.В., Н.В. Новгородська. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів тваринного і рослинного походження. Навчальний посібник. Вінниця. Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.
14. Гущин В.В. Птахівництво на сучасному етапі. М'ясні технології. 2009. – №5. С. 10-14.
15. Іванова Л.А., Войно Л. І., Іванова І.С. Харчова біотехнологія: в 4-х кн. Кн. 2. К.: Колос. 2008. 472 с.
16. Гоноцій В.А., Давлеєв А.Д., Дубровська В.І., Красюков Ю.Н. Глибока переробка м'яса птиці в США : підручник. К. : 2006. 320 с.
17. Гоноцький В.А., Федина Л.П., Дубровська В.І., Гоноцька В.А. Функціональні харчові продукти з м'яса птиці : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 17-18 жовтня 2006 року. ДУ ВНППП. 280 с.
18. Гоноцький В.А. Вдосконалюємо і створюємо нові технології глибокої переробки м'яса. Птиця і птахопродукти. 2004. № 6. С. 24-28.
19. Норми фізіологічних потреб в енергії та харчових речовинах для різних груп населення Методичні рекомендації (МР 2.3.1.2432-08). Прийнято службою по нагляду в сфері захисту прав споживачів і благополуччя людини (Укрспоживнагляд), 18.12.2008 р.
20. Тимчасові гігієнічні нормативи вмісту контамінантів хімічної і біологічної природи у біологічно-активних добавках № 4. 4. 8. 073-2001. МОЗ України, 2001.
21. Сарайкін Е.А., Козина З.А., Лебедева Л.І. Лактат натрію підвищує термін зберігання: М'ясна індустрія. 2001. №9. С. 19-21.
22. ДСТУ ЕЭК ООН ECE/TRADE/355:2007 М'ясо курей. Тушки та їх частини. Настанови щодо постачання і контролювання якості
23. ДСТУ 3143:2013 М'ясо птиці. Загальні технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 2014. 22 с.
24. ДСТУ 3583-97. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 1998. 16 с.
25. ДСТУ ISO 959-1:2008 Перець (*Piper nigrum* L.) горошком чи змелений. Технічні умови. Частина 1. Чорний перець (ISO 959-1:1998, IDT) 2010. 12 с.

26. ДСТУ 4497:2005 Мед натуральний. Технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 25 с.
27. ДСТУ 3233-95 Часник свіжий. Технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 1996. 18 с.
28. ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Київ, 2007. 29 с.
29. ДСТУ 4518:2008 Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила. Київ, 2008. 38 с.
30. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». Редакція від 20.01.2018 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80>
31. Остапчук М.В., Станкевич Г.М. Математичне моделювання на ЕОМ : підручник. Одеса: Друк, 2006. 313 с.
32. Синіговець О.М. Сучасні підходи до оцінки ефективності діяльності підприємства : Збірник наукових праць Вісник НТУ "ХПІ", 2010. № 58 : Технічний прогрес та ефективність виробництва. С. 8-13.
33. Cherono, K. Infrared drying of biltong: effect of pretreatment and drying conditions on the drying characteristics and product quality / K. Cherono // Literature review and project proposal.- School of Engineering University of KwaZulu-Natal Pietermaritzburg, 2013 – 43 p.
34. Hightower, J.M. Mercury concentrations in fish jerky snack food: marlin, ahi, and salmon / J.M. Hightower, D.L. Brown // Hightower and Brown Environmental Health 2011, 10:90. <http://www.ehjournal.net/content/10/1/90>
35. Chukwu, O. Influence of Storage Conditions on Shelf-Life of Dried Beef Product (Kilishi) / O.Chukwu, L.I. Imodiboh // World Journal of Agricultural Sciences.2009.-vol. 5 (1).-p.p.34-39
36. Guidance for Processing Beef Jerky in Retail Operations. Available at: <http://www.afdo.org/afdo/upload/BeefJerky.pdf>. Accessed 10 Jul 2006, AFDO. 2004.
37. Devahastin, S. A comparative study of low-pressure superheated steam and vacuum drying of a heat-sensitive material / S. Devahastin, P.Suvarnakuta, S. Soponronnarit, A.S. Mujumdar // Drying Technology.- 2004.- vol.22.-p.p.1845-1867.