

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій**  
**Кафедра Технології м'яса і м'ясних продуктів**

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту(декан факультету)  
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО  
(підпис) (ім'я, прізвище)

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
Василь ПАСІЧНИЙ  
(підпис) (ім'я, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 181 «Харчові технології»  
(код та назва спеціальності)

Освітньо-професійна програма «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

на тему: Розширення асортименту варених ковбас подовженого терміну зберігання

Виконав: здобувач 2 курсу, групи МЯ-2-1М  
Марков Владислав Тарасович  
(прізвище та ініціали)

Керівник проф. Пасічний В.М.  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти проф. Пасічний В.М.  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Я як здобувач (ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2022 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра Технології м'яса і м'ясних продуктів  
Освітній ступінь Магістр  
Спеціальність 181 «Харчові технології»  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів

\_\_\_\_\_ Василь ПАСІЧНИЙ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

## **З А В Д А Н Н Я**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

\_\_\_\_\_ Марков Владислав Тарасович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розширення асортименту варених ковбас подовженого терміну зберігання

Керівник роботи Пасічний Василь Миколайович, проф., доктор технічних наук.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи варені ковбасні вироби, упакування в МГС, вакуумі \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Розділ 1 Аналіз літературних джерел за напрямом наукових досліджень . Розділ 2. Методологія проведення досліджень. Розділ 3.експериментальна частина. Розділ 4. Охорона праці заданого виробництва. Розділ 5 Техніко-економічні показники ефективності наукової розробки. Висновки. Список літературних джерел. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Наукова частина	<u>проф. Пасічний В.М.</u>		
Розділ 4. Охорона праці заданого виробництва.	<u>проф. Пасічний В.М.</u>		
Розділ 5 Техніко-економічні показники ефективності наукової розробки	<u>проф. Пасічний В.М.</u>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Реферат . Вступ		
2	Аналіз літературних джерел за напрямом наукових досліджень		
3	Експериментальна частина		
4	Охорона праці заданого виробництва		
5	Техніко-економічні показники ефективності наукової розробки		
6	Висновки. Список літературних джерел		
7	Попередній захист		
8	Подача на рецензію		

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Марков В.Т.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Пасічний В.М.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

### **Марков В.Т. "Розширення асортименту варених ковбас подовженого терміну зберігання"**

Випускова кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

Перший розділ кваліфікаційної роботи представляє оглядову інформацію, щодо факторів, які впливають на тривалість зберігання продуктів, наведено організаційно-технологічні заходи щодо запобігання псуванню м'ясних продуктів, включаючи роль пакувальних матеріалів і використання вакууму і МГС при виробництві м'ясних продуктів з подовженим термінами придатності.

У другому розділі сформульована і наведена програма, схема і методи досліджень сировини і варених ковбасних виробів з використанням упакування в умовах вакууму і МГС.

Третій розділі містить результати досліджень хімічного складу, функціонально-технологічних властивостей, розробки технології виготовлення і пакування варених ковбасних виробів в умовах вакууму і МГС, визначення їх хімічного складу, амінокислотного скору, мікробіологічних показників залежно від часу зберігання.

Результати економічних розрахунків виробництва варених ковбасних виробів упакованих в умовах вакууму і МГС представлено в четвертому розділі.

Загальні питання охорони праці, безпеки життєдіяльності, виробничої санітарії і техніки безпеки в умовах виробництва варених ковбасних виробів наведено в п'ятому розділі.

Випускова кваліфікаційна робота включає 108 сторінок тексту, містить 30 таблиць, 10 малюнків, 3 додатки, список з 60 літературних джерел.

**Ключові слова:** *сировина, оболонка, вакуум, МГС, дослідження, показники, хімічний склад, варені ковбасні вироби*

## **ABSTRACT**

Markov V.T. "Expanding the range of cooked sausages with extended shelf life"

Graduation qualification work for the degree of "Master" in the specialty 181 Food Technology "educational and professional program" Technology of storage, canning and processing of meat "

The first section of the qualification work provides overview information on the factors that affect the shelf life of products, organizational and technological measures to prevent spoilage of meat products, including the role of packaging materials and the use of vacuum and MAP in the production of meat products with extended shelf life .

In the second section the program, the scheme and methods of researches of raw materials and cooked sausages with use of packing in the conditions of vacuum and MGS are formulated and resulted.

The third section contains the results of research of chemical composition, functional and technological properties, development of technology for production and packaging of cooked sausages in vacuum and MAP, determination of their chemical composition, amino acid score, microbiological parameters depending on storage time.

The results of economic calculations for the production of cooked sausages packed in vacuum and MAP are presented in the fourth section.

General issues of labor protection, life safety, industrial sanitation and safety in the production of cooked sausages are presented in the fifth section.

The final qualifying work includes 108 pages of text, contains 30 tables, 10 figures, 3 appendices, a list of 60 references.

**Key words:** *raw materials, shell, vacuum, MHS, research, indicators, chemical composition, cooked sausages*

## ВСТУП

Одним з пріоритетних напрямків сучасних харчових технологій є забезпечення якості та безпеки продукції на всіх стадіях виробництва і зберігання. Якість продуктів харчування, що випускаються - це визначальний фактор успіху будь-якого підприємства. Крім технологічної складової виробничого процесу в харчовій і переробній промисловості вкрай важливим аспектом, що впливає на якість, є безпека продукції, що випускається в бактеріальному відношенні.

У зв'язку з розширенням виробництва м'ясних продуктів особливо гостро проблема бактеріальної або біологічної безпеки збереження їх якості на всіх етапах виробництва, зберігання, транспортування і реалізації.

Однією з найважливіших завдань галузі є задоволення потреб ринку, в тому числі мережевих магазинів, в продуктах, що мають збільшені терміни придатності. Вирішуючи ці питання, виробники повинні дотримати оптимальне співвідношення органолептичних показників, свіжості і безпеки продукції, що випускається. Збільшення тривалості терміну придатності ковбасних виробів може бути забезпечено використанням сучасних технологічних прийомів їх упаковки. Широке застосування в останні роки отримав спосіб пакування ковбас в вакуумі або в модифікованій газовому середовищі, що запобігає контакт продуктів з атмосферним повітрям і що є головним фактором збереження будь-яких продуктів, в тому числі готових ковбасних виробів. Однак до теперішнього часу залишається недостатньо вивченим питання про вплив тривалості зберігання ковбасних виробів після вироблення до моменту пакування в МГС і після відкриття упаковки (до закінчення терміну придатності) на якісні характеристики готової продукції.

Слід зазначити, що існуючі способи зберігання натуральних харчових продуктів не завжди забезпечують їх гігієнічні показники, тому основним вектором розвитку сучасних технологій харчової продукції є використання

харчових добавок, які продовжують термін зберігання, і фізичних методів обробки, що пригнічують процеси розмноження бактеріальних клітин.

Відомо, що консервування з використанням високих температур негативно впливає на якість і споживчі властивості харчових продуктів внаслідок руйнування мікронутрієнтів.

У зв'язку з цим видається актуальним розробка альтернативних традиційним, інноваційних способів консервування, зберігання продовольчої сировини і харчових продуктів, що забезпечують регламентовані показники якості і безпеки.

Стабільність і термін придатності м'яса при холодильній зберіганні температура 4° С залежить від різних і взаємопов'язаних факторів, зокрема, від мікробіологічного навантаження і активації процесів окислення ліпідів. Але основним, що визначає термін придатності м'яса та м'ясопродуктів, є мікробіологічний чинник.

Для захисту м'яса від контамінації мікроорганізмами використовують різні види упаковки: МГС (модифікована газова упаковка) – упаковка з підвищеним і зниженим вмістом кисню, РГС (регульована газове середовище) – вакуумна упаковка.

Магістерська робота виконана з метою наукового обґрунтування рекомендації щодо вдосконалення технологічного процесу і розширення асортименту варених ковбасних виробів, упакованих у МГС, з метою стабілізації їхньої якості. Запропоновано додаткові параметри контролю: мікробіологічні показники продукції (сирих батонів) до теплової обробки, показники окислювального псування м'ясної сировини і готової продукції, санітарно-гігієнічний контроль поверхні продукції при зберіганні до пакування, контроль зниження концентрації вуглекислого газу в упаковці на початкових термінах зберігання. Показано, що за рахунок стабілізації якості упакованої ковбасної продукції, її фактичні втрати можуть бути знижені.

## ЗМІСТ

	Стор.
Реферат	3
Abstract	4
Зміст	5
Перелік умовних позначень	8
Вступ	9
Розділ 1. Аналіз літературних джерел	
1.1. Фактори, що впливають на тривалість зберігання продуктів	
1.2. Організаційно-технологічні заходи щодо запобігання псуванню м'ясних продуктів	
1.2.1. Використання природних консервантів	
1.2.2. Використання пакувальних матеріалів	
1.3. Роль пакувальних матеріалів і МГС при виробництві м'ясних продуктів з подовженим термінами придатності	
1.4. Використання модифікованих газових сумішей в пакуванні м'ясних продуктів	
Висновки до розділу 1.	
Розділ 2. Постановка експерименту, об'єкти і методи досліджень	
2.1. Схема проведення досліджень	
2.2. Мета, об'єкти і предмет досліджень	
2.3. Методи визначення показників досліджуваних об'єктів	
Висновки до розділу 2.	
Розділ 3. Науково-дослідна частина	
3.1. Характеристика харчової та біологічної цінності франкфуртських сосисок	
3.2. Оцінка мікробного забруднення сировини	
3.2.1. Оцінка мікробного забруднення м'ясної сировини на різних	

етапах виробництва

3.2.2. Оцінка мікробного забруднення ковбасної оболонки

3.3. Дослідження терміну придатності варених ковбасних виробів без захисного упакування

3.4. Дослідження терміну придатності франкфуртських сосисок з використанням вакуумного та МГС упакування

3.4.1. Визначення співвідношення складу МГС для варених ковбасних виробів

3.4.2. Вплив складу МГС на мікробіологічні показники

3.4.3. Вплив складу МГС на органолептичні показники

3.4.4. Вплив МГС і вакууму на втрати при зберіганні

3.4.5. Вплив складу МГС на фізико-хімічні характеристики

3.4.6. Вплив складу МГС на окисно-гідролітичні зміни ліпідів

3.4.7. Вплив типу оболонки та складу МГС на спектральні характеристики

3.5. Дослідження впливу тривалості періоду з моменту закінчення процесу виробництва варених ковбасних виробів до початку процесу пакування в МГС на мікробіологічні показники

3.6. Статистична обробка експериментальних даних

Висновки до розділу 3.

Розділ 4. Економічна частина

Розділ 5. Охорона праці

Висновки та рекомендації

Список використаної літератури

## **Розділ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ**

### **1.1. Фактори, що впливають на тривалість зберігання продуктів**

Швидкість, з якою відбувається процес руйнування продукту, залежить від цілого ряду причин. Слід виділити три основні чинники, що призводять до псування харчових продуктів: [3]

– мікробіологічне псування – вся органічна їжа містить різноманітні види мікроорганізмів, процеси їх життєдіяльності супроводжуються хімічними і біохімічними змінами речовин, що призводять до гнилісного розкладання складових компонентів їжі;

– наявність у вихідної сировини ферментів, які каталізують біохімічні реакції, які протікають в тканинах тварин навіть після забою. В цьому випадку рівновага системи, з часом, зміщується в бік розпаду;

– розвиток процесу окислення - одне з головних перетворень жирів при зберіганні – окисне прогіркання. Окислення жирів призводить не тільки до погіршення якості харчових продуктів, а й до великих втрат жирів.

Всі наведені вище процеси протікають як одночасно, так і незалежно один від одного.

#### **Мікробіологічне псування**

В технології м'яса і м'ясопродуктів одним з найважливіших питань є мікробіологічна стабільність і санітарно-гігієнічна безпека сировини і готової продукції [4, 5].

Найважливіша вимога санітарно-гігієнічних заходів у виробництві м'яса і м'ясопродуктів – найсуворіше дотримання режимів, що забезпечує максимально можливий низький рівень обсіменіння м'ясної сировини умовно-патогенними і патогенними (хвороботворними) мікроорганізмами, створення необхідних умов, що виключають по можливості наявність при цьому потенційних біологічних ризиків [4, 5, 6].

Через високий вміст вологи і білків, м'ясо є сприятливим середовищем для розвитку мікрофлори [3, 5, 6, 7]. На практиці слід виходити з того, що в м'ясі завжди є мікроорганізми. Вони знаходяться на тілі тварини і частково обнасінують його тканини вже за життя, адже бактерії по кровоносному руслу заносяться в м'язи. Така забрудненість називається первинно-бактеріальною. Але зазвичай значне число бактерій виявляють у внутрішніх органах і тканинах тварин, які перенесли стресові навантаження перед забоєм, а також хворих [4, 5].

У звичайних умовах забою тварин стерильного м'яса не буває: в ньому можна виявити всі групи мікроорганізмів, бактерій, цвілі, променисті грибки, дріжджі і фільтруючі віруси. М'ясо може бути джерелом харчових токсикоінфекцій і інтоксикацій. При бактеріологічному дослідженні м'яса вимушено забитих тварин встановлено, що в переважній більшості з м'ясних зразків виділялася кишкова паличка. Наприклад, в м'ясі птиці – від 0,76% випадків, в конину – більше 70%, в яловичині – більше 50%, в баранині – понад 60%, в свинині – більше 30%. Сальмонели були виділені в досліджуваних пробах в свинині, яловичині та м'ясі птиці, синьогнійна паличка – в пробах яловичини, свинини і м'ясі птиці.

Санітарний стан м'яса та його стійкість до мікробного псування залежить від дотримання санітарно-гігієнічних вимог вирощування і утримання худоби, умов транспортування, переробки та вироблення готової продукції. Обсіменіння м'яса мікроорганізмами відбувається при низькому санітарному рівні забою і переробки: при знекровленні, шпаренні, зніманні шкіри, нутруванні, зачищенні, використанні брудного інструменту, низький рівень особистої гігієни робочого персоналу. У виснажених і стомлених тварин знижується стійкість організму і бактерії з кишечника і лімфовузлів проникають в кров і тканини; в цьому випадку в м'ясі виявляють *E. coli*, *Staph.*, *Aureus*, *Salmonella*.

Список мікроорганізмів, які викликають псування харчових продуктів або навіть харчові отруєння, умови їх активації, зростання, а також продукти, які зазвичай є їх носіями, наведено в табл. 1.1 [3, 4, 5, 8].

Таблиця 1.1

Мікроорганізми, що викликають псування харчових продуктів або харчові отруєння [8]

Мікроорганізми	Порогові умови зростання			Продукти
	t°C	a <sub>w</sub>	pH	
Мікроорганізми, які викликають псування				
Молочно-кислі бактерії	4	0,94	3,5	М'ясо у вакуумній упаковці
Мікрококи	4	0,9	5,0	Свіже і в'ялене м'ясо
<i>Acinetobacter</i> spp.	1	0,96	5,5	м'ясо
<i>Aspergillus niger</i>	0	0,80	1,2	м'ясопродукти
<i>Bacillus subtilis</i>	5	0,95	4,2-5,0	м'ясо
<i>Botrytis cinerea</i>	-2	0,93	2,5	м'ясопродукти
<i>Candida</i> spp.	0	0,70	1,3	м'ясо
<i>Enterobacter aerogenes</i>	2	0,95		м'ясо
<i>Penicillium</i> spp.	-6	0,78-0,90	1,9	м'ясо
<i>Pseudomonas</i> spp.	<0	0,97	5,5	м'ясо
<i>Rhizopus stolonifer</i>	5	0,93	2,5	м'ясо
<i>Trichosporon</i> spp.	0	0,7	2,0	м'ясо
Хвороботворні мікроорганізми				
<i>Bacillus cereus</i>	10	0,92	4,9	м'ясо
<i>Campylobacter jejuni</i>	25	0,95	4,9	м'ясо
<i>E. Coli</i>	15	0,95	4,0	м'ясо
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0,92	4,3	м'ясо
<i>Salmonella</i> spp.	7	0,94	4,0	м'ясо

<i>Staphilococcus aureus</i>	6 (10 для утв-ня токсину)	0,86 (0,9 для утв-ня токсину)	4,0 (4,5 для утв-ня токсину)	м'ясо
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-2	0,96	4,2	м'ясо

Інтенсивність псування м'яса залежить від температури і вологості навколишнього середовища, стану поверхні (скоринка підсихання, порізи) і гістологічної структури, виду мікроорганізмів [4, 8]. До мікроорганізмів, що руйнують продукт, відносяться бактерії, цвіль, дріжджі.

Розрізняють дві групи бактерій: аеробні, що вимагають для розмноження кисень, і анаеробні, що розмножуються без кисню.

Звичайне мікробіологічна псування починається з поверхні [4] під дією аеробів (*proteus*, *subtillis*, *mesentericus*, *achromobacter*, *pseudomonas*), а потім проникає в товщу м'яса. Аеробні бактерії розкладають продукт, і, в результаті їх життєдіяльності, утворюються речовини, що псують смак і запах. Аероби підготовують умови для розвитку анаеробів. Різні види псування взаємопов'язані у своєму розвитку.

Анаеробні бактерії *Clostridium perfringens* і *botulinum* можуть виробляти токсини, якщо продукт перероблений неправильно. Анаеробні бактерії іншої групи *Laktobacillus* є безпечними, але виробляють молочну кислоту, яка робить продукт неприємним на смак і запах.

В межах анаеробної групи бактерій існує підгрупа, яка називається факультативними анаеробними бактеріями, які можуть рости і розмножуватися при відсутності або присутності кисню. Ця група, що включає *E. coli*, *Staph. Aureus* і *Salmonella*, може привести або до розкладання продукту, або до захворювання людини, або до того й іншого одночасно.

Ослизнення, що протікає при підвищених температурах і відносній вологості повітря (понад 90%), супроводжується суцільним зростанням бактерій. Цвілі (*penicillium*, *aspergillus*, *cladosporium mucarales*), що

розвиваються в кислому середовищі, зрушують рН в лужну сторону і підготовують умови для життєдіяльності гнильних бактерій [4, 8].

Зростанню більшості мікроорганізмів можна запобігти або уповільнити за допомогою контролю температури зберігання, показника активності води  $a_w$  і рівня рН, вдаючись до використання консервантів і відповідної упаковки, а також контролю їх початкового вмісту.

Оптимальна температура розмноження 23-35 ° С, але, як тільки температура падає, процес розмноження сповільнюється. Отже, продукт необхідно зберігати при низькій температурі, хоча є такі бактерії, які продовжують рости і при знижених температурах. Швидкість зростання практично всіх бактерій можна уповільнити при зберіганні продукту при температурі нижче, ніж + 5 ° С.

Інтенсивність зростання числа мікроорганізмів безпосередньо пов'язана з активністю води в продукті. Вона визначається відношенням тиску випаровування води продукту до тиску пара чистої води при одній і тій же температурі. Іншими словами, чим більше води на або біля поверхні продукту, яка може випаруватися, тим вище активність води. Більш низька активність води продукту знижує швидкість дії ферментів і перешкоджає зростанню цвілі і дріжджів. Бактерії – мікроорганізми, найбільш чутливі до зниження рівня активності води продукту. Впливати на активність води при пакуванні продуктів неможливо, але цей фактор повинен обов'язково враховуватися в процесі упакування, і, в разі високої активності води, технологія і умови упакування будуть особливими.

Важливий фактор для показників безпеки та термінів придатності продукту – початкова кількість бактерій в ньому. Дотримуючись технології виробництва і гігієнічних вимог, що пред'являються по всьому технологічному ланцюгу, початкову кількість бактерій можна звести до мінімуму, так що дотримання санітарно гігієнічних норм це одне з найголовніших умов конкурентоспроможності продукту.

### **Гідролітичне псування**

В результаті розвитку гнильної мікрофлори відбувається розпад білка з утворенням як первинних, так і вторинних продуктів гідролізу, що спричиняють істотний вплив на органолептичні показники і харчову цінність м'ясних продуктів [2-8].

В ході перетворення білкових речовин в м'ясі накопичуються карбонові жирні кислоти (оцтова, масляна, мурашина), оксикислоти, аміни, альдегіди, а також неорганічні речовини ( $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  та ін.) і речовини, що змінюють смак і запах (фенол, крезол, індол, скатол, меркаптан). В результаті розпаду білкових речовин біологічна цінність м'ясних продуктів падає [5, 7, 8].

Процес гнилісного псування частково зачіпає і ліпідну фракцію, тому що після забою тварини, в зв'язку з припиненням циркуляції крові, відбувається саморозкладання фізіологічних систем, що супроводжується припиненням подачі нервових імпульсів, а також надходження вітамінів і антиоксидантів в жирову тканину, а зниження температури призводить до затвердіння жиру. В результаті ступеневого гідролізу, в присутності води, йде розпад тригліцеридів до ди- і моногліцеридів, а також вільних жирних кислот.

Повного розщеплення молекул з утворенням гліцерину в звичайних умовах не відбувається. Гідролітичний розпад ліпідів в тканинах залежить від [5, 7, 8]:

- наявності води;
- температури середовища;
- величини рН;
- утримання ліполітичних ферментів (тканинних і тих, що продукуються мікроорганізмами);
- ступеня диспергування жиру.

Незважаючи на те, що оптимальна температура для дії ліпази  $35...40^\circ C$ , цей фермент виявляє активність і в умовах низьких температур. Поряд з дією тканинних ліпаз, гідроліз ліпідів може бути обумовлений ліполітичними ферментами, що продукуються мікроорганізмами [8, 9].

Інактивація ферментів і видалення вологи з сировини робить його стійким до впливу гідролізу. Розвиток гідролізу має як позитивні, так і негативні значення. З одного боку накопичення вільних жирних кислот не погіршує органолептичних показників, підвищує емульгуючу здатність жиру, сприяє кращому засвоєнню його в організмі; з іншого - продукти гідролізу каталізують хід окислювальних процесів, небажаних в умовах виробництва.

### **Окислювальне псування**

Основна хімічна реакція, що протікає в м'ясних продуктах і руйнує їх – окислення жирних ненасичених кислот. При зберіганні жири окислюються під дією кисню повітря. Окислення жирів відносять до типу мимовільних ланцюгових реакцій. Здатність жирів з'єднуватися з киснем залежить від ступеня ненасиченості жирних кислот, наявності речовин, що активують або пригнічують окислення (природні пігменти м'яса і м'ясопродуктів, солі важких металів), а також від температури і освітленості.

При контакті з повітрям відбувається окислювальне псування жирів, в основі якої лежить окислення по подвійних зв'язках, відбувається утворення альдегідів і нижчих жирних кислот.

Жири, що містять поліненасичені жирні кислоти у великій кількості (свинячий і пташиний жири), а також в процесі зберігання в присутності повітря, на світлі і при підвищеній температурі швидко окислюються, набуваючи неприємний смак і запах, викликаючи процес прогіркання, (протікає при високих позитивних температурах, з накопиченням альдегідів і кетонів, супроводжується появою неприємного згірлого запаху) [10, 11].

Окислювальні процеси також можуть впливати на здатність мембран утримувати воду і можуть сприяти втраті вологи і, отже, викликати зміни функціональних і сенсорних характеристик м'яса [10].

Окислення м'яса не тільки впливає на харчові якості продуктів, але також погано впливає на здоров'я людини за рахунок утворення канцерогенних речовин. Малоновий диальдегід (МДА), який є продуктом розкладання в

результаті ліпідного окислення, вважається канцерогеном. Прогіркання м'яса в результаті окислення ліпідів починається під час забою і сильно посилюється під час обробки і зберігання, коли фосфоліпіди вивільняються з мембрани, а тому легше окислюються. Ці технологічні етапи руйнують м'язові структури, викликаючи реакцію ненасичених жирних кислот з атмосферним  $O_2$  і посилення контакту з макромолекулами ендогенних, які сприяють самоокисленню в м'ясних системах.

При негативних температурах зберігання, жири окислюються з утворенням окисикислот, що призводять до знебарвлення жиру (осалювання) [12, 13].

Жири слід зберігати в темному приміщенні без доступу повітря, при додаванні до них антиоксидантів, речовин, що запобігають окисленню. В процесі окислення можуть утворюватися як первинні (гідропероксиди), так і вторинні (альдегіди, кетони, епоксісполуки, окисикислоти, низькомолекулярні кислоти, продукти полімеризації і т.п.) продукти (рис. 1.1).



Рис. 1.1 Окислення ліпідів

При цьому наявність гідропероксидів не спричиняє істотного впливу на органолептичні показники, в той час як наявність вторинних продуктів окислення викликає погіршення смаку, запаху і кольору жиру, а також може призвести до харчових отруєнь.

Швидкість окислення буде сильно залежати від присутності  $O_2$ , балансу прооксидантів / антиоксидантів, вмісту ненасичених жирних кислот і умов зберігання. Контроль цих факторів – кращий спосіб уповільнити окислення ліпідів і запобігти появі неприємного запаху в м'ясних продуктах. Антиоксиданти і хелатируючі агенти є найбільш ефективними інгібіторами окислення ліпідів [10].

## Окислення пігменту

Почервоніння кольору м'яса виникає в результаті оксигенації деоксिमіоглобіну до оксиміоглобіну ( $O_2Mb$ ) внаслідок впливу  $O_2$ . Ця оксигенація вважається оборотною відповідно до парціального тиску  $O_2$  ( $pO_2$ ). Зміна кольору поверхні м'яса відбувається в результаті окислення пігменту до метміоглобіну. Часто окислення пігменту повільно оборотне за рахунок на ранніх стадіях окиснення пігменту (Рис. 1).

Отже, збереження зовнішнього вигляду м'яса включає, перш за все, запобігання або уповільнення освіти MetMb на відкритих поверхнях м'яса.

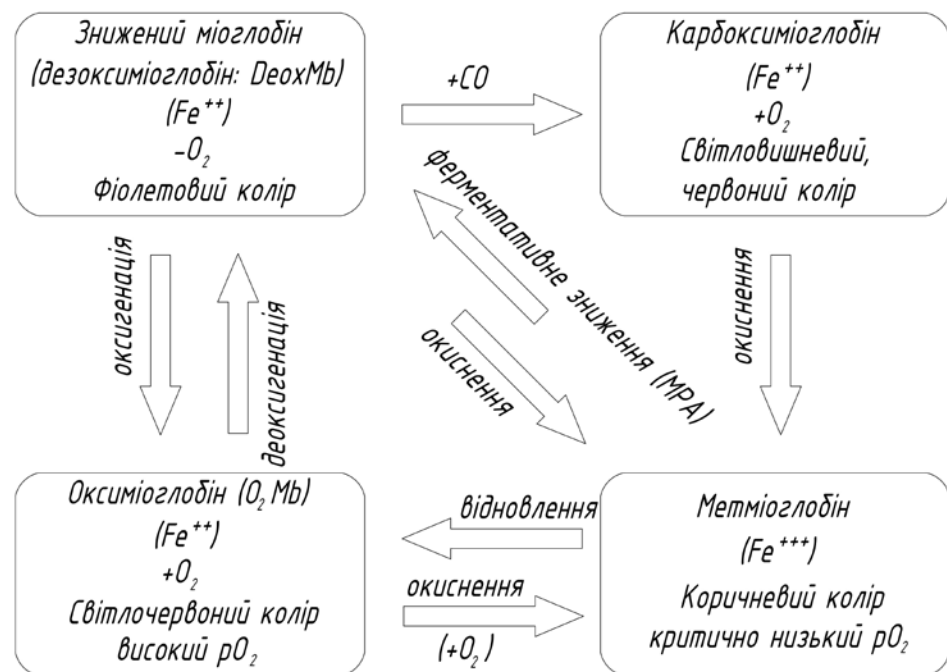


Рис. 1.2. Цикл забарвлення свіжого м'яса.

Гемова група міоглобіну містить атом заліза в протопорфіріновому кільці. Колір, який міоглобін додає м'ясу, визначається окислювально-відновним статусом гемового заліза і хімічними речовинами, пов'язаними з гемом. Деоксिमіоглобін найчастіше спостерігається в свіжих скибочках яловичини відразу після розрізання цілих м'язів.

Відносна концентрація  $O_2$ , впливу якого піддається міоглобін, має вирішальне значення для окислювально-відновної форми, яку він прийме. Коли  $O_2$  присутній на рівні приблизно 4-6 мм рт. ст., форма метміоглобіну переважатиме [14]. Це дуже важливий взаємозв'язок, який необхідно

враховувати в світлі природного споживання  $O_2$ , яке може відбуватися через активність мітохондрій, окислення ліпідів і / або зростання бактерій. В цілому дослідження показали, що споживання  $O_2$  одночасно зі зростанням *P. fluorescens* знижує  $pO_2$ , що прискорює окислення оксиміоглобіну і, як наслідок, знебарвлення м'яса.

На зовнішній вигляд м'яса впливають кілька факторів, такі як вид і розташування м'язів, період витримування, освітлення і температура [14]. Сірководень ( $H_2S$ ) ймовірно утворюється в результаті зараження бактерій, зв'язування гема і освітлення зеленого пігменту, сульфміоглобіну. Окислення ліпідів позитивно корелює з окисненням пігментів [14, 15]. Кореляція окислення ліпідів зі зменшенням почервоніння пов'язана з утворенням попередників окислення оксиміоглобіну в результаті окислення ліпідів, і вважається, що геми заліза сприяють окисненню ліпідів. В яловичині метміоглобін на поверхні візуально помітно при 20% [16], і коли рівні метміоглобіну перевищують 40%, колір м'яса вважається неприродним. Мікробне забруднення також впливає на знебарвлення поверхні м'яса через вплив  $O_2$ , що знижує  $pO_2$  нижче критичного рівня для окиснення пігменту до метміоглобіну [16].

Проблема збереження продукту, як бачимо, багатопланова і для її вирішення необхідний цілий комплекс заходів щодо дотримання вимог до технологій і умов переробки, зберігання, транспортування та пакування.

## **1.2. Організаційно-технологічні заходи щодо запобігання псуванню м'ясних продуктів**

Ознайомлення з принципами організації роботи кращих м'ясопереробних підприємств дає підставу стверджувати, що висока якість пропонованої продукції є не тільки результатом застосування різноманітних добавок і наповнювачів. Як правило, високоякісні продукти отримують в результаті безумовного, пунктуального і неухильного дотримання технічних і санітарно-гігієнічних вимог і правил на кожному етапі технологічного процесу

(починаючи з вирощування тварин до безпосередньої реалізації готової продукції), а також вміння професійно і грамотно управляти якістю сировини і готової продукції наявними у технолога засобами [17, 18].

Практичне виконання технологічних операцій, таких як передзабійне утримання, забій, оброблення, подальша обробка і реалізація, має гарантувати відповідність по тому рівню вимог, які передбачаються стандартами безпеки харчових продуктів [3, 5].

Гігієнічні умови виробництва повинні обмежувати мікробну контамінацію до мінімального рівня, який може бути досягнутий на практиці, і перешкоджати екзогенному зараженню і розмноженню мікроорганізмів до рівня, який може становити небезпеку для здоров'я споживачів, а так же бути причиною псування продукції [17].

Виходячи з вищесказаного, найбільш важливі санітарно-гігієнічні аспекти включають вимоги до виробничих і допоміжних приміщень, технологічного обладнання, основної сировини та допоміжних матеріалів, ведення технологічного процесу і особистої гігієни персоналу [18].

Для запобігання псуванню продуктів від мікроорганізмів, окислення, гідролітичних змін ефективно використовувати систему контролю, яка базується на принципах НАССР [19-22].

Виробничі процеси та робота, пов'язана з ними, повинні виконуватися таким чином, щоб знизити, по можливості, контамінацію. Повинна бути передбачена система контролю виробничих процесів з тим, щоб попередити ризик контамінації сировини і такий контроль повинен базуватися на принципах НАССР, тобто системи аналізів небезпеки в критичних контрольних точках [19]. Кращих результатів можна досягти при поєднанні системи НАССР з технологіями, які отримали назву бар'єрні [19-22].

Для забезпечення біологічної та харчової безпеки готової до вживання м'ясної продукції прийнято використовувати додаткові заходи, які сприяють зберіганню, а також збільшення термінів реалізації готових продуктів. Одним з

найбільш поширених методів є використання харчових консервантів. Але цей спосіб не може розглядатися як універсальний.

Для вирішення даної проблеми в 70-х роках ХХ століття німецьким професором Л. Ляйтнером запропонована концепція «бар'єрів», основні положення якої визначають сьогодні напрями досліджень, пов'язаних з питаннями підвищення стійкості харчових продуктів до мікробіологічного псування [23].

Відповідно до цієї теорії, при неможливості використання лише одного конкретного технологічного впливу на харчовий продукт, доцільно використовувати комплекс «бар'єрів», що в сукупності забезпечує необхідний рівень біологічної безпеки готової продукції. Для отримання максимального бактеріостатичного ефекту необхідно ретельно підбирати відповідні «бар'єри», а також розраховувати інтенсивність їх впливу.

Л. Ляйтнер підрозділяють «бар'єри» на основні та додаткові. До основних «бар'єрів» відносяться: низька початкова забрудненість, низьке значення рН, низька температура зберігання і низька активність води [23].

З точки зору даної теорії, основним є поняття «гомеостаз», тобто внутрішній рівноважний стан мікробної клітини, порушення якого гальмує її розмноження. Правильно підібране чергування або поєднання певних «бар'єрів» призводить до стану, коли мікробна клітина знаходиться в стані порушення гомеостазу тривалий час, і, при цьому, направляє внутрішні сили на відновлення рівноваги, а не на розмноження. Тривале порушення гомеостазу шляхом комбінування використовуваних «бар'єрних технологій» викликає з часом метаболічне виснаження мікробної клітини, що приводить в деяких випадках навіть до самостерілізації харчового продукту [23, 24].

Значним «бар'єром» при виробництві харчової продукції є початкова низька забрудненість (гігієнічність) сировини [17, 18]. Мікробіологічна контамінація може мати як екзогенний (проникнення мікробної флори із зовнішнього середовища), так і ендогенний характер (внаслідок відхилення від дотримання технології виробництва) [17, 18].

Таким чином, низька початкова забрудненість є першим і найбільш важливим «бар'єром», що визначає гарантований рівень безпеки і якості, необхідний тривалість зберігання (терміни придатності), а забезпечення цього «бар'єра» в виробничих умовах - першорядне завдання технологів [17, 18].

При застосуванні бар'єрних технологій відбувається одночасне використання декількох факторів (бар'єрів), що запобігають псуванню м'ясних продуктів. Згідно з принципами бар'єрних технологій, численні способи збереження якості і безпеки продуктів, такі як: соління, температурна обробка (варіння, сушіння, стерилізація, охолодження, заморожування), копчення, ферментування, упакування (вакуумна і в присутності МГС), підсолоджування, опромінення та ін., ґрунтуються на застосуванні наступних параметрів (бар'єрів) [25-27]:

- температура;
- величина рН;
- активність води;
- окислювально-відновний потенціал;
- введення консервантів;
- упакування продукту.

До бар'єрів відносять як традиційно відомі, так і нові способи впливу на якість і безпеку продукту. Кількісний вміст бар'єрних сполук і діапазон впливу фізичними бар'єрами визначаються за необхідне ефектом консервування, гігієнічними та технологічними вимогами, а також впливом на органолептичні показники продукту. Поєднання бар'єрів в одній технології може бути складено за принципом взаємного посилення дії один одного. В даний час, на виробництві застосовуються різні способи зберігання і методи обробки сировини і готової продукції.

Безпека готової продукції безпосередньо залежить від вихідної сировини. Деякі підприємства, з метою запобігання обнасінення сировини, пропонують перед охолодженням обпалювати кожну тушу, що надійшла з забійного цеху, або обробляти гарячим повітрям. Скоринка підсихання

поверхнього шару туші стане частковим бар'єром від псування мікробного походження. Також ефективно гальмує ріст мікроорганізмів комбіновані препарати, які наносяться на поверхню туші [3, 5, 17, 18].

### **Температурна обробка**

Другим, не менш важливим, «бар'єром» при виробництві м'ясних продуктів є низька температура, що встановлюється для більшості етапів технологічного процесу, які передують тепловій обробці [17, 18, 23]. Необхідно відзначити, що зростання хвороботворної мікрофлори, здатної негативно впливати на якість і безпеку харчової продукції в широкому діапазоні температур – від мінус 15 ° С до плюс 70 ° С [27]. Низька температура зберігання і реалізації готової до вживання продукції є найважливішим чинником, що забезпечує безпеку за рахунок обмеження зростання мікроорганізмів і гальмування розвитку процесів мікробіологічного псування. Обмеження температури до 3 ° С здатне мінімізувати ризик розвитку майже всіх патогенних мікроорганізмів, крім ризику отруєння в результаті продукування мікотоксинів деякими видами цвілевих грибів [17, 18, 27].

Таким чином, низька початкова забрудненість, низька температура сировини і мінімальний час, витрачений на операції, що передують тепловій обробці, є необхідним і обов'язковим поєднанням факторів, здатних гарантувати безпеку м'ясної продукції.

Ефективне знищення мікроорганізмів в процесі теплової обробки повинно обов'язково доповнюватися негайним охолодженням продукту з швидким зниженням температури в діапазоні від + 60 ° С до + 5 ° С (сприятливий діапазон для зростання незнищених в процесі теплової обробки спор численних мікроорганізмів).

Одночасне застосування високошвидкісних методів охолодження знижує ступінь випаровування вологи з продукту, в зв'язку з чим, втрати маси цільном'язових (з відкритою поверхнею) і реструктурованих (в оболонці) виробів значно зменшується. Ефект бар'єрів є основоположним при розгляді

здатності до збереження і санітарно-гігієнічного благополуччя харчових продуктів з високим вмістом води [27].

### **Водневий показник рН**

Третім «бар'єром» є низьке значення рН. Поняття рН (водневий показник) було введено датським хіміком Серенсенем в 1909 р. Позначення «рН» утворено з двох букв: «р» - початкова буква датського слова *potenz* (математична ступінь), «Н» - символ водню. Показник рН має сенс тільки в відношенні водних розчинів. Показник рН – це десятковий логарифм концентрації іонів водню у водному розчині, взятий зі знаком «мінус». З його допомогою реакція розчинів характеризується наступним чином: рН <7 - кисла; рН 7 - нейтральна; рН > 7 - лужна. У харчовій мікробіології водневий показник розглядається як головний фактор, що пригнічує ріст і розвиток мікрофлори [24]. Однак, існують патогенні мікроорганізми відрізняються високою кислотостійкістю. Відомо, що деякі види дріжджів і цвілі (*Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*) можуть розвиватися навіть при значеннях рН 2,0 і менше.

Для продовження терміну придатності ковбасних виробів, знижується рН готової продукції, за допомогою використання різних харчових добавок, до яких відносяться інкапсульовані харчові кислоти або суміші кислот і т.д. Зниження рівня окислювально-відновного потенціалу впливає на швидкість протікання хімічних реакцій в м'ясних продуктах, таких як окислення ліпідів, а також пригнічує ріст мікроорганізмів. В якості бар'єру, що перешкоджає розвитку небажаної мікрофлори, використовують консерванти [3, 5, 17,18].

Значного обмеження зростання патогенної мікрофлори можна домогтися шляхом зниження рН нижче 4,5. Однак для м'ясних продуктів, що реалізуються в торговельній мережі, допустимо варіювання рН в досить вузькому діапазоні від 5,4 до 6,4, тобто м'ясні продукти з низькими значеннями водневого показника практично не виробляються. Таким чином, забезпечення безпеки і терміну зберігання готової до вживання м'ясної продукції тільки в результаті зниження цього показника неможливо [3, 5].

## Показник активності води

Четвертим важливим фактором, теорії «бар'єрів», є низьке значення активності води. Термін «активність води» (англ. «Water activity» -  $a_w$ ) вперше був запропонований австралійським вченим В. Дж. Скоттом в 1952 р, який довів залежність між станом води в продукті і зростанням мікрофлори в ньому.

Активністю володіє будь-яка летка речовина.

Відповідно до сучасних теоретичних уявлень величина активності води ( $a_w$ ) визначається відношенням парціального тиску водяної пари на поверхні харчового продукту ( $p$ ) до його максимально можливого (насиченому) тиску ( $p_0$ ) при тій же температурі ( $T$ ):

$$a_w = \frac{p}{p_0} = \frac{РВВ}{100}, \quad (1.1)$$

де РВВ - рівноважна відносна вологість, %.

Активність води виражається значеннями від 0 до 1. Вода є дисперсним середовищем для ряду хімічних реакцій і метаболізму мікроорганізмів в харчових продуктах. Зміна її активності впливає на мікробіологічні, ферментативні, хімічні і фізичні зміни харчової продукції, зокрема, на реакції смакоароматичні і кольороутворення, швидкість вологообміну, втрати при тепловій обробці і зберіганні і інших показників.

Так зниження  $a_w$  від 1,0 до 0,2 призводить до значного уповільнення хімічних і ферментативних реакцій. При зменшенні  $a_w$  знижується швидкість ряду біохімічних реакцій, що відповідають за негативну зміну якості харчових продуктів (неферментативне потемніння, окислення та ін.).

Активність води дозволяє прогнозувати терміни зберігання харчових продуктів. Стосовно до харчової технології, активність води показує кількість вільної (незв'язаної іншими речовинами) вологи, яка може бути використана мікроорганізмами для їх функціонування. Даний показник дозволяє встановити взаємозв'язок між станом слабозв'язаної вологи в продукті і можливістю мікробного обсіменіння. Чим нижче значення  $a_w$ , тим вище термін зберігання (реалізації) м'ясних продуктів [28].

З усієї вологи, що міститься в продукті, мікроорганізмами може бути використана для своєї життєдіяльності тільки її активна частина [28].

Показник  $a_w$  (що характеризує частку вільної, незв'язаної вологи в м'ясних продуктах) дає можливість, зокрема, судити про життєздатність бактерій, що містяться в продуктах харчування, їх стійкості до обробки високими температурами, а також схильності мікробіологічного забруднення.

Активність води має значення для процесів виробництва і зберігання харчових продуктів. Знаючи оптимальну величину  $a_w$ , можна впливати на присутню мікрофлору, пригнічуючи або цілеспрямовано використовуючи ті чи інші мікроорганізми. Значення  $a_w$  залежить від того, скільки в воді, яка присутня в харчовому продукті, є розчинених речовин [28]. Спочатку розмножуються мікроорганізми сімейств мікрококків і лактобацил, що відносяться до бажаної мікрофлори і володіють більшою стійкістю до низьких значень  $a_w$ , ніж небажані грамнегативні паличкоподібні бактерії.

За іншими даними, зростання цвілі починається при значенні  $a_w = 0,70$ , а бактерій – при  $a_w = 0,80$  і вище.

В результаті зниження показника  $a_w$  не всі види мікроорганізмів придушуються в однаковій мірі. Найвідчутніше реагують на це грам негативні бактерії [28].

По відношенню до величини  $a_w$  всі види мікроорганізмів поділяють на:

- чутливі (мінімальні значення  $a_w = 0,95-0,99$ )
- слабо чутливі (мінімальні значення  $a_w = 0,93-0,95$ )
- стійкі (мінімальні значення  $a_w = 0,90-0,93$ )
- дуже стійкі (мінімальні значення  $a_w < 0,90$ ).

Слід також враховувати, що мікроорганізми, зростання яких стабілізовано тільки за рахунок активності води, можуть залишатися життєздатними протягом тривалого періоду часу. Отже, при попаданні їх в травний тракт, коли активність води підвищується, вони активізуються [28].

При виробництві виробів з тривалим терміном зберігання рівень обнасення можна регулювати, варіюючи кількість посолочних інгредієнтів і

сумішей, тим самим, знижуючи кількість вільної вологи в м'ясних продуктах, тобто, знижуючи активність води. Зміна рівня активності води ( $a_w$ ) безпосередньо впливає на ріст мікроорганізмів і хід хімічних реакцій в продукті, чим нижче показники  $a_w$ , тим вище інгібування перерахованих вище процесів [28].

Варто також звернути увагу на вміст сухої речовини в рецептурах ковбас. При збільшенні частки сухої речовини в емульсії, підвищується осмотичний тиск в системі. Отже, зростання мікробів і процеси метаболізму сповільнюються або повністю припиняються. Такого ефекту можна домогтися, додавши в рецептуру виробництва ковбасних виробів соєвий білковий ізолят, суху плазму крові, молочний білок, крохмаль, а також, підвищивши вміст жиру [17].

Перелік використання гідробіонтів, консервантів і антиокислювачів в обробці м'ясних продуктів на виробництві, незважаючи на їх численність, залишається досить незначним. Він включає нітрит натрію, органічні кислоти (борна, сорбінова, молочна, яблучна, лимонна, винна, оцтова), посолочні суміші, фенольні антиоксиданти, сульфіти, а також різні копильні препарати [23].

Видове різноманіття мікроорганізмів, які контамінують гідробіонти, ускладнює вибір консерванта. Сировину колонізують бактерії родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Clostridium*, актиноміцети, дріжджоподібні та плісняві гриби, кожен з яких відрізняється біологічною стійкістю до консервуючих засобів [3, 8].

Практичне використання принципів «бар'єрної» технології, таких як: охолодження, швидке заморожування, тепловий (пастеризація, стерилізація) і мікрохвильовий вплив, ультрафіолетове і  $\gamma$ -опромінення, зміна активності води, рН, окисно-відновного потенціалу, застосування консервантів, використання МГС і сучасних пакувальних матеріалів, на тлі жорсткого дотримання санітарно-гігієнічних норм роботи дозволить убезпечити продукт і збільшити його термін придатності [23].

### 1.2.1. Використання природних консервантів

Добавки на основі лікарсько-технічної та пряно-ароматичної сировини успішно використовуються в якості інгібіторів мікробіологічних процесів, що призводять до псування харчових продуктів. Зокрема добре зарекомендували себе екстракти коричних паличок, розмарину, листя орегано, паличок гвоздики, шкірки граната і насіння винограду в боротьбі з патогенними бактеріями *Listeria monocitogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteric*. Екстракт насіння винограду так само здатний затримувати ріст і розвиток *Photobacterium phosphoreum*, *Shewanella fluorescences*.

Ефективність екстрактів рослин може значно збільшуватися в разі їх комплексного використання з іншими консервуючими компонентами [30-39].

Бактеріостатична дія екстрактів зберігається і при використанні їх в складах захисних плівкових композицій. При цьому плівки з екстрактом розмарину здатні пригнічувати ріст *Bacillus subtilis*. Плівки з екстрактами часнику, чебрецю, гвоздики і кориці активно пригнічують ріст *Pseudomonas fluorescences* [30, 31].

Крім екстрактів прянощів антимікробну активність проявляють спеції і трави. Так в роботі [32] встановлено, що коричник і гвоздика надає антимікробну дію відносно *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumonia* FMZ5, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 15753, *Mycobacterium smegmatis* CCM 2067, *Micrococcus luteus* A +2971, *Candida albicans* ATCC 60192.

Авторами [35] також відзначена висока антимікробна активність настою трав золотушника (золотарника) канадського, душевіка котовнікового, змієголовника молдавського і вітекса щодо МАФАМ, БГКП і дріжджів.

Ще одним антимікробним агентом природного походження можна вважати ефірні масла трав. Найбільшу ефективність у відношенні *Pseudomonas* проявляє масло чебрецю (*Thymus daenensis*) [36].

Антисептичну, протизапальну активність мають ефірні масла, які є одними з найбільш біоактивних компонентів рослин. Противірусний ефект деяких препаратів рослинного походження, обумовлений наявністю в сировині біологічно активних сполук: поліфенолів, флавоноїдів, токоферолів, вітамінів, убіхінон і т.д. Антимікробна активність щодо широкого спектра бактеріальної флори так само продиктована високим вмістом в рослинах фенольних сполук, зокрема: флавоноїдів, дубильних речовин, антоціанів, простих фенолів і їх глікозидів, фенолоспиртів, фенолокислот, та ін. Дані сполуки, названі «фітонцидами», виявляють бактерицидну, протистоїдну і фунгіцидну активність щодо патогенної та умовно патогенної мікрофлори [37].

Крім екстрактів прянощів і спецій в якості захисних заходів активно використовуються CO<sub>2</sub>-екстракти лікарських рослин (м'яти перцевої, деревію звичайного, ромашки аптечної, кропу городнього, петрушки, моркви, гвоздики, чебрецю, оману, евкаліпта, звіробою звичайного). Порівняльне тестування антимікробних і бактерицидних властивостей екстрактів на добових культурах *Escherichia coli*, *Shigella flexneri*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus haemolyticus*, *Candida albicans* показало, що екстракти м'яти перцевої, гвоздики володіють добре вираженими антибактеріальними властивостями завдяки присутності ефірних масел – ментолу і евгенолу. Вираженими антибактеріальними і фунгіцидними властивостями, що діють як на грам позитивну мікрофлору (в т.ч. на спорові і патогенні мікроорганізми), так і грамнегативну, мають екстракти м'яти, гвоздики, деревію [38].

Біоконсерванти також відносяться до природних нешкідливих сполук, яке підвищує терміни реалізації м'ясної продукції. В якості натуральних консервантів може використовуватися розчини, отримані після ферментації кислототвірних бактерій, що містять молочну, оцтову кислоти і мікробну біомасу. Найкращі результати отримані при використанні 1% -ного водного розчину натурального консерванту, що містить *Acetobacter aceti* і / або *A. pasteurianus* з титром  $2 \cdot 10^7$  КУО / г і вмістом бактеріоцину 40,0 мг/дм<sup>3</sup>, і 1% -ного водного розчину натурального консерванту, що містить *Lactobacillus*

plantarum і / або *L. acidophilus* з титром  $1 \cdot 10^8$  КУО / г і вмістом бактеріоцину 32,0 мг / дм<sup>3</sup> [36].

Антисептичну дію відносно МАФАНМ, спороутворюючих бактерій, цвілевих грибів, дріжджів, також проявляють чисті органічні кислоти (молочна, бензойна, лимонна, бурштинова), завдяки високій бактерицидній і фунгіцидній активності [31].

Авторами [37] визначена ефективна концентрація лимонної кислоти, в розмірі 0,156 М, інгібуюча зростання *Listeria monocitogenes*.

Авторами [38] встановлена концентрація молочної кислоти, здатна значно знизити кількість *Salmonella spp.* в харчових продуктах. Досить використовувати 1%-ну молочну кислоту (титр  $2,3 \cdot 10^0$ ). Найбільш поширеними є хімічні консервуючі агенти, такі як сорбінова і бензойна кислоти, так само їх солі і композиції. Подібні консерванти прості у використанні, дають стійкий бактериостатичний ефект.

До числа біоконсервантів також відноситься полісахарид природного походження хітозан. Передбачається, що механізм антибактеріальної і антигрибної дії хітозану пов'язаний з його здатністю зв'язуватися з негативно зарядженими поверхневими структурами клітин. Така взаємодія порушує нормальне функціонування обмінних процесів клітини з зовнішнім середовищем, змінюється проникність цитоплазматичної мембрани, в результаті чого посилюється відтік речовин з клітини [39].

Таким чином, науковий інтерес в галузі контролю якості і збереження безпеки харчових продуктів спрямований як на розробку і впровадження нових потенційних «бар'єрів», вивчення їх ефективності, так і на можливість їх комбінування з іншими традиційними способами продовження термінів реалізації харчової продукції [23].

### **1.2.2. Використання пакувальних матеріалів**

До одного з найбільш ефективних фізичних впливів можна віднести використання в технології м'ясних продуктів новітніх видів пакувальних

матеріалів і способів упаковки. Найчастіше харчова упаковка або покриття є першою перешкодою на шляху агресивної мікрофлори, що потрапляє найчастіше із зовнішнього середовища в продукт. Тенденції до зниження використання хімічних консервантів, а також збільшення термінів реалізації харчової продукції створюють потребу у створенні високоміцних, стійких до низьких значень рН, знезаражувальних, нанотехнологічних харчових покриттів і упакувань.

Пакувальні матеріали можуть модифікуватися антиоксидантами, типу карвакрола, активними консервантами (бензойна кислота, молочна кислота) або екстрактами прянощів (розмарин, часник, чебрець, гвоздика, кориця) з контрольованим їх вивільненням в процесі зберігання, для отримання «активної упаковки» продуктів харчування [31-41]. Як антимікробним агентом можуть виступати іони срібла, що впроваджуються в модифіковані композитні пакувальні матеріали [42].

Деякі м'ясні продукти потребують використання в технології виробництва захисних плівкових покриттів. Крім захисних функцій дані покриття повинні бути абсолютно нешкідливі, зберігати стійкість на всьому протязі зберігання і реалізації продуктів, а також можуть бути їстівними.

Для розробки їстівних харчових покриттів можуть використовуватися способи впровадження безпечних антимікробних композицій в білкові матриці, а також отримання плівок на основі композицій структуроутворювачі (желатин, крохмаль, хітозан, пектин) і природних бактеріостатів [39].

Одним із найдійовіших способів збереження споживчих властивостей продуктів є упакування зі штучно змінюваними газовими середовищами. Найбільш розповсюдженими серед них є упакування з модифікованим газовим середовищем, упакування з регульованим газовим середовищем та вакуумне упакування. В них використовується здатність основних складових атмосферного повітря: кисню, вуглекислого газу та азоту вибірково запобігати, прискорювати або гальмувати певні процеси в запакованих продуктах і тим самим впливати на їх споживчі властивості та терміни збереження.

Виходячи з завдань, які виникають при збереженні того чи іншого продукту, розрізняють кілька варіантів упакувань зі зміненими газовими середовищами: ізобаричне, газонаповнене, упакування з саморегульованою газовою атмосферою, упакування з активно регульованою газовою атмосферою тощо. До найбільш сучасних та досконалих упакувань можна віднести упакування з активно регульованою газовою атмосферою.

Оскільки динаміка змін газового середовища у значній мірі визначається властивостями полімерних плівок, упакування повинно бути міцним, з герметичними швами, мати добрі бар'єрні характеристики по відношенню до газів (особливо до таких як кисень та двоокис вуглецю), ароматичних летких сполук, вологи, а також бути жиростійким, інертним до агресивних середовищ, термо- та холодостійким тощо.

Таким чином, в зв'язку з тим, що більшість харчових продуктів має велику кількість «бар'єрів», часто комбінована дія кількох «бар'єрів» є вирішальною для забезпечення стабільності, безпеки і органолептичної якості харчового продукту. Дослідження окремого та комбінованого впливу «бар'єрів» являє собою логічну основу для вдосконалення використовуваних технологій в плані мікробіологічної стабільності і безпеки м'ясної продукції [23].

Отже, для подовження термінів зберігання сировини і готових м'ясопродуктів необхідне комплексне використання наступних методів обробки сировини, виробництва і зберігання готової продукції:

- жорсткий контроль за санітарно-гігієнічним станом сировини, що надходить і умовами її обробки на всіх етапах технологічного процесу;
- створення виробничих умов, близьких до асептичних;
- термічні способи консервування (охолодження, заморожування, застосування пастеризаційних і стерилізаційних режимів термообробки)
- використання речовин – консервантів, солей, антиоксидантів, що пригнічують розвиток мікрофлори та інших видів псування продукції;
- приміщення продукції в полімерні пакувальні матеріали під вакуумом або в присутності МГС.

На стійкість продукції в процесі зберігання впливає, перш за все, рівень санітарно-гігієнічного стану виробництва, він зумовлює якість готових виробів, стабільність їх при зберіганні, і в цілому – ефективність роботи підприємства.

Таким чином, з огляду на перелічені способи збереження якості і безпеки м'ясних продуктів, можна зробити висновок, що підприємства, які випускають вироби з тривалими термінами придатності, а також в привабливій і зручній упаковці, набувають незалежність від її збуту, у них з'являється можливість поставляти продукцію на більші відстані, що сприяє зростанню асортименту.

### **1.3. Роль пакувальних матеріалів і МГС при виробництві м'ясних продуктів з подовженим термінами придатності**

Прогресивним напрямом у розвитку м'ясної галузі є збільшення випуску м'яса не тільки в обробленому, але і в упакованому вигляді. М'ясна галузь потребує створення способів максимально довго зберігати продукцію якісною і безпечною, які забезпечують збереження властивостей продукції, для цього потрібно освоєння і впровадження нових технологій по упакованні м'ясних продуктів [42-48].

#### **Полімерні плівкові матеріали для пакування під вакуумом і в МГС**

Для пакування продукції використовують бар'єрні матеріали (плівки, пакети, лотки і т.д.), що забезпечують значне збільшення тривалості зберігання м'ясопродуктів за рахунок повної ізоляції їх від навколишнього середовища і гарантії відсутності мікробного обсіменіння. Слід зазначити, що такі пакувальні матеріали можуть бути успішно використані як для збереження якості свіжого м'яса та м'ясної сировини (яловичини, свинини, м'яса птиці, субпродуктів), м'ясних напівфабрикатів, так і для готових ковбас, сосисок, делікатесної продукції, призначених як для оптової, так і для роздрібною торгівлі. В цьому випадку пакувальні матеріали дозволять не тільки перешкоджати розвитку мікробіологічних, гідролітичних і окислювальних процесів в продуктах, але і запобігати відділенню вологи і скороченню втрат при зберіганні [42-48].

При виробництві м'ясної продукції, упакованої в МГС, пакувальні матеріали повинні володіти наступними важливими характеристиками [43, 44]:

- бар'єр для кисню (окислення жирів і вітамінів, розвиток аеробних мікроорганізмів);
- бар'єр для двоокису вуглецю, азоту (втрати газу з упаковки з МГС);
- бар'єр для водяної пари (втрати вологи, вбирання продуктом вологи, розвиток гідрофільних мікроорганізмів);
- бар'єр для світла (фотоокислення, втрати кольору продукції);
- бар'єр для летких ароматичних сполук (втрати аромату, сторонні запахи і зміна органолептичних властивостей продукту);
- довговічність (збереження всіх бар'єрних характеристик упаковки, що забезпечують початкові властивості упакованого продукту протягом необхідного терміну зберігання).

Хороші результати по істотному подовженню тривалості зберігання готової м'ясної продукції (табл. 1.2) [44, 46], дає використання бар'єрних пакувальних матеріалів в поєднанні з технологією МГС (введення в упаковку модифікованих сумішей газів N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>).

Таблиця 1.2

Терміни придатності м'ясної продукції

№ з/п	Продукт	Традиційний термін придатності без упаковки, діб	Термін придатності в МГС, діб
1	Варені ковбаси, сосиски, сардельки, делікатеси	2-3	15-20
2	Напівкопчені, варенокопчені ковбаси	10	30-45
3	Свіже м'ясо, напівфабрикати	2-3	5-10

Правильний підбір пакувальних матеріалів є запорукою якості та безпеки харчових продуктів в МГС-упакуванні. Для МГС-упакування переважно використовують гнучкі і напівтверді полімерні матеріали, а також

полімерні ламінати - вони становлять приблизно третину всіх матеріалів для МГС-упакування, причому передбачається, що їх частка буде постійно збільшуватися.

Порівняльна податливість при формуванні, мала маса, прозорість, можливість термозварювання і термосклеювання, достатня міцність - основні властивості полімерних матеріалів, що дозволяють використовувати їх як пакувальні матеріали для харчових продуктів. Прогрес в полімерній технології дозволив розробити спеціальні пакувальні матеріали для певних видів продуктів, однак жоден полімерний матеріал не володіє такими властивостями, які дозволили б застосувати його для упакування будь-якого харчового продукту.

Таблиця 1.3

Технічні дані по пакувальних матеріалів

№ з/п	Матеріал	Густина, г/см <sup>3</sup>	Адсорбція води, % за 24 год.	Проникність по кисню, см <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> за	Проникність по воді при 23°C, г/м <sup>3</sup> за 24
1	PE (ПЕ) - поліетилен	0,92	0,01	8000	18
2	PS (ПС) - полістирол	1,05	0,04/0,1	6000	100
3	PP (ПП) - поліпропілен	0,9	0,05	3000	10
4	PVC (ПВХ)	1,35	0	120	50
5	PET (ПЕТ) - поліетилентерефталат	1,39	0,8	60	18
6	PA (ПА) - поліамід	1,13	9,5	40	150
7	PVOC(ПВДХ)- полівініліденхлорид або саран	1,68	0	14	3
8	EVONH - сополімер етилена з вініловим спиртом	1,19	5	2	80

Полімерні пакувальні матеріали можуть складатися з одного полімерного шару, проте в більшості випадків плівки, що застосовуються в МГС-упакуванні, являють собою багатошарові матеріали і складаються з декількох шарів різних полімерів [49]. За допомогою методів соекструзії, ламінування або нанесення покриттів можна з'єднувати різні види полімерних матеріалів, отримуючи плівку, листи або жорстку упаковку. Ретельний підбір складу полімерів дозволяє отримувати матеріали, що володіють саме тими властивостями, які найкраще відповідають потребам даного продукту і можливостям пакувального обладнання. Найчастіше полімерні пакувальні матеріали для МГС-упакування випускаються в формі гнучких плівок для виробництва пакетів, упаковок типу «подушка» або верхніх покривних плівок, а також у формі жорстких і напівжорстких заготовок для виробництва лотків, мисок, стаканчиків і туб. Широке поширення отримали гнучкі ламінати на основі поліетилену (ПЕ), поліпропілену (ПП), поліамідів (найлон), поліетилентетрафталата (ПЕТ), полівінілхлориду (ПВХ), полівініліденхлоріда (ПВДХ) і матеріалу на основі етіленвініла (ЕВОН). Жорсткі і напівтверді заготовки виробляють, як правило, з ПП, ПЕТ, неластифікованого ПВХ і пінополістиролу [47-49].

Поліетилен (ПЕ) - найпростіший по структурі синтетичний полімер, найбільш поширений в упакуванні. Існує кілька видів ПЕ, що поділяються за щільністю. ПЕ складається з вуглецевого ланцюга з різною кількістю бічних відгалужень, що визначають щільність матеріалу. Поліетилен низької щільності (ПЕНЦ) ( $0,910-0,925 \text{ г / см}^3$ ) зазвичай застосовують у виробництві плівок, а поліетилен високої щільності (ПЕВЦ) ( $0,940 \text{ г / см}^3$ ) – як правило, у виробництві жорсткої і напівжорсткої упаковки [46, 47, 49].

ПЕ характеризується поганими бар'єрними властивостями по відношенню до газів, проте його гідрофобні властивості роблять ПЕ матеріалом з високими бар'єрними властивостями по відношенню до водяної пари. Таким чином, ПЕ сам по собі не може використовуватися в якості пакувального матеріалу для МГС-упаковки, яка повинна бути газонепроникною. ПЕ

плавиться при порівняно невисокій температурі (близько 100-120 ° С в залежності від щільності і ступеня кристалічності). Варіант поліетилену з менш розгалуженими бічними ланцюгами, відомий як лінійний поліетилен низької щільності (ЛПЕНЦ), володіє хорошими властивостями для термозварювання і його використовують в якості шару термозварювання при герметизації літаків і верхніх покривних плівок.

Модифіковані матеріали на основі ПЕ з іонним зв'язком між макромолекулами називають йономерами. Такі матеріали дають додаткові можливості по використанню термозварювання, дозволяючи більш ефективно герметизувати упаковки з жирами і порошками. Йономері також використовують для термозварювання з алюмінієм. Сополімер етилену і вінілацетату, етиленвінілацетат (ЕВА), також характеризується підвищеною (в порівнянні з ПЕНЦ) здатністю до термозварювання і застосовується в якості шару термозварювання в деяких різновидах МГС-упаковки [46, 47, 49].

Поліпропілен (ПП) – полімер, який знайшов широке застосування у виробництві гнучкої, твердої і напівжорсткої упаковки. У МГС-упаковці його використовують, перш за все, в виробництва жорстких лотків. ПП характеризується хорошими бар'єрними властивостями по відношенню до водяної пари і слабкими по відношенню до газів, але збільшуючи товщину ПП, можна частково знизити швидкість газопроникнення. ПП плавиться при температурі близько 170° С, і його можна використовувати для виготовлення контейнерів, призначених для розігріву в мікрохвильовій печі продуктів з невисоким вмістом жиру. Для розігріву жирних продуктів він не підходить, оскільки необхідні в цьому випадку температури будуть вище точки плавлення ПП. Спінений поліпропілен використовують для додання певних структурних властивостей ламінованим матеріалів, який використовується в МГС-упаковці для виготовлення термоформованих лотків (в цьому випадку ПП використовується в поєднанні з шаром ЕВОН, що забезпечує необхідні бар'єрні властивості, і шаром ПЕ для термозварювання) [46, 47, 49].

Поліетилентерефталат (ПЕТ) - полієфір, широко використовуваний для упаковки харчових продуктів. ПЕТ має гарні бар'єрні властивості стосовно до газів і водяної пари. Це міцний прозорий матеріал, стійкий до перепадів температур. У кристалічного ПЕТ (КПЕТ) дещо гірше оптичні властивості, зате краща термостійкість (температуру плавлення КПЕТ вище 270 ° C). З гнучкою ПЕТ-плівки виготовляють пакети з високими бар'єрними властивостями і верхні покривні плівки для літаків.

Поліаміди (ПА) - група полімерних матеріалів, широко поширених в упаковці харчових продуктів. В цілому ПА характеризуються високою міцністю на розтяг, гарною стійкістю до проколів і стирання, а також хорошими бар'єрними властивостями по відношенню до газів. Зазвичай ПА чутливі до вологи (гідрофільні) і легко вбирають вологу з навколишнього середовища. У середині ПА волога діє на міжмолекулярні зв'язки і негативно впливає на їх властивості, в тому числі на проникність для газів. В умовах високої відносної вологості швидкість проникнення газів через ПА плівку, як правило, зростає. Разом з тим отримані ПА плівки, менш чутливі до дії вологи. Вони мають порівняно високу міцність і твердість, що робить їх ідеальними для упакування свіжого м'яса з кістками, гострі кінці яких можуть проколоти будь-який інший полімерний матеріал. В цьому випадку ПА зазвичай ламінують поліетиленом, що забезпечує можливість термозварювання [46, 47, 49].

Полівінілхлорид (ПВС) в сухому стані володіє відмінними бар'єрними властивостями по відношенню до газів. У присутності вологи цей матеріал вбирає воду, що викликає його розбухання і пластифікації зі значним погіршенням бар'єрних властивостей. Для забезпечення більшої стабільності властивостей ПВС сополімеризуються з етиленом, отримуючи етіленвініловий спирт (EVOET), чий бар'єрні властивості дещо гірше, ніж у сухого ПВС, але він менш чутливий до впливу вологи [46, 47, 49].

EVOH знайшов широке застосування в якості газонепроникного шару пакувальних матеріалів. Він володіє хорошими технологічними властивостями, з нього нескладно отримати плівку і інші матеріали. EVOH використовують у

вигляді тонкої плівки (товщиною близько 5 мкм) для середнього шару, розташованого між шарами полімерів з гідрофобними властивостями (наприклад, ПЕ або ПП), що захищають його від вологи. Крім того, EVOH має високу механічну міцність, стійкістю до дії олій і органічних розчинників, а також термостійкість [46, 47, 49].

Полістирол (ПС) в чистому вигляді являє собою жорсткий і крихкий матеріал, мало використовуваний в МГС-упаковці. Пінополістирол (пінопласт), що отримується з видувних частинок з низькою щільністю, давно використовують при виготовленні лотків для свіжого м'яса, риби і м'яса птиці, які обгортають плівкою. Порівняно недавно пінополістирол стали використовувати в якості одного з шарів при виготовленні формованих літаків для МГС-упаковки. Висока газопроникність пінополістиролу змушує ламінувати його такими матеріалами, як EVOH, який володіє необхідними бар'єрними властивостями по відношенню до газів [46, 47, 49].

Полівінілхлорид (ПВХ) характеризується порівняно низькою температурою розм'якшення і хорошими технологічними властивостями, завдяки чому цей матеріал ідеально підходить для виробництва термоформованої упаковки. Незважаючи на низькі бар'єрні властивості по відношенню до газів ПВХ в пластифікованій формі, непластифікований ПВХ відрізняється підвищеними бар'єрними властивостями по відношенню до газів і водяної пари, які можна охарактеризувати як «в цілому помірні». У ПВХ відмінна стійкість до дії жирів і олій, але він розм'якшується під дією деяких органічних розчинників. При виготовленні термоформованих лотків для МГС-упаковки ПВХ широко використовується в якості одного з шарів, який для забезпечення термозварювання потім ламінують поліетиленом [46, 47, 49].

Полівініліденхлорид (ПВДХ) – сополімер вінілхлориду і вініліденхлориду, володіє чудовими бар'єрними властивостями по відношенню до газів, водяної пари і ароматичним летких сполук (запаху), а також хорошою стійкістю до дії жирів, олій і органічних розчинників. На відміну від EVOH, бар'єрні властивості ПВДХ по відношенню до газів в присутності вологи

суттєво не змінюються. ПВДХ, крім цього, добре термозварюється. Висока термостійкість дозволяє використовувати цей матеріал при гарячому розливі і стерилізації. Деякі гомо- і сополімери ПВДХ представляють собою найкраще рішення в якості бар'єрних матеріалів для виробництва упаковки харчових продуктів [46, 47, 49].

Підвищення вимог щодо якості, зручності, безпеки та подовженого терміну зберігання м'ясних продуктів, технологія упакування харчових продуктів швидко розвивається, щоб виправдати ці очікування.

Потемніння м'ясної сировини та продуктів внаслідок окиснення є основною причиною візуального погіршення та як результат відмови споживачів від свіжої м'ясної продукції в роздрібній торгівлі. М'ясна промисловість доклала величезних зусиль для розробки методів, які можуть поліпшити стабільність кольору. Споживачі віддають перевагу м'ясу хорошої якості, яке характеризується яскраво-червоним кольором, що є показником свіжості [51]. Традиційно в розвинених країнах свіже м'ясо загортають в  $O_2$ -проникну плівку, завдяки якій м'ясо залишається яскраво-червоним. Цей яскраво-червоний колір зберігається в цих умовах близько декількох днів (~ 3 днів). Термін придатності свіжого м'яса обмежений при наявності нормального повітря. Зберігання в охолоджену вигляді значно знижує швидкість, з якою в їжі відбуваються шкідливі зміни, але не продовжує термін придатності в достатній мірі для реалізації та споживання.

#### **1.4. Використання модифікованих газових сумішей в пакуванні м'ясних продуктів**

Використання модифікованих газів – не нова концепція консервування харчових продуктів. У 19 столітті вчені виявили, що високий рівень  $CO_2$  має протимікробну дію. З 1930-х років австралійська м'ясна промисловість використовувала атмосферу  $CO_2$  для продовження терміну придатності експортованого свіжого м'яса, але через відсутність допоміжних засобів після

Другої світової війни переробка МГС була замінена заморожуванням через більш низькі витрати і більш тривалий терміну зберігання. Протягом останніх декількох десятиліть  $O_2$ -МГС широко використовувався і продовжує широко використовуватися у виробництві м'ясних продуктів. Кисень в МГС сприяє бажаному яскраво-червоному кольору м'яса під час зберігання і демонстрації за рахунок оксигенації Mb [43].

При взаємодії з повітрям відбувається псування харчових продуктів внаслідок втрати ними вологи або, навпаки, підвищення її вмісту, окислення компонентів продукту, а також зростання на їх поверхні аеробних мікроорганізмів, зокрема, цвілі і бактерій. Зростання мікроорганізмів призводить до змін текстури, кольору, смаку і харчової цінності продуктів, потенційно може зробити їх неїстівними і небезпечними для здоров'я.

Зберігання харчових продуктів в модифікованому (зміненому) газовому середовищі дозволяє сповільнити хімічні та біохімічні реакції, а також пригнічувати (а в деяких випадках і повністю зупинити) зростання і розмноження мікроорганізмів, тобто забезпечити стабільність якості харчових продуктів і збільшити термін їх придатності.

Упакування в модифікованому газовому середовищі (MAP, Modified atmosphere packaging, МГС-упакування) визначається як «упакування продуктів, що швидко псуються, в газовому середовищі, яке змінене таким чином, що склад даного середовища відрізняється від складу навколишнього повітря» [29].

Використання різних газів для пригнічення розвитку мікробіологічного псування, а також для запобігання хімічних змін в м'ясних продуктах, дозволяє значно збільшити терміни придатності продукції.

В якості модифікованого газового середовища в основному застосовують три гази - кисень ( $O_2$ ), діоксид вуглецю ( $CO_2$ ) і азот ( $N_2$ ). Вибір того чи іншого газу залежить від фасованого продукту. Ці гази окремо або в поєднанні один з одним використовують для досягнення балансу терміну придатності продукту і його оптимальних органолептичних властивостей [45].

Модифіковане газове середовище в упаковані зі свіжим продуктом постійно змінюється в результаті хімічних реакцій і діяльності мікроорганізмів. Внаслідок проникності пакувальних матеріалів відбувається також газообмін між зовнішнім середовищем і газовим середовищем у вільному просторі упаковки над продуктом.

Вибір газу, використовуваного окремо або в комбінації, залежить від упакованого продукту. Сьогодні доступні пакувальні плівки з різною газопроницаемістю для задоволення різних вимог харчової промисловості. CO<sub>2</sub> присутній в атмосфері на низькому рівні (0,03%).

### **Вплив кисню**

З усіх газів, які використовуються у складі модифікованого газового середовища, найбільш вивченим є кисень через його активність. Кисень необхідний для росту і розмноження багатьох типових бактерій і грибів, що викликають псування харчових продуктів. Для дихання і метаболічної активності мікроорганізмів необхідні різні умови, за потребу в кисні їх можна розділити на наступні групи [3, 5, 49]:

- аеробні мікроорганізми – для зростання і розмноження яких необхідний кисень. Видалення кисню, зокрема, при вакуумному упакованні, обмежує зростання і розмноження аеробних і патогенних бактерій, завдяки чому збільшується термін придатності продукту;

- мікроаерофільні мікроорганізми – здатні рости і розмножуватися при низькому вмісті O<sub>2</sub>, для деяких мікроаерофільних бактерій, крім низького вмісту кисню потрібно підвищений вміст CO<sub>2</sub>;

- факультативно анаеробні мікроорганізми – краще ростуть в присутності кисню, але здатні до зростання і в його відсутності, деякі штами є псіхротрофними, а деякі здатні рости і розмножуватися при температурі 3...5 °C;

- анаеробні мікроорганізми – в присутності кисню гинуть або припиняють зростання.

Крім впливу на ріст і розмноження мікроорганізмів, кисень прискорює окислення ліпідів.

У харчовій промисловості окислення ліпідів часто називають окислювальним прогірканням, яке посилюється під дією кисню і є основною причиною псування харчових продуктів. Головною причиною зміни жирів і псування, що містять жири є реакція кисню з ненасиченими жирними кислотами. Окислення ненасичених жирів іноді називають самоокислення, оскільки інтенсивність окислення по мірі протікання реакції зростає. Основними первинними продуктами реакції між жирними кислотами і киснем є гідропероксиди, а швидкість і продукти наступних реакцій обумовлені їх природою. Деякі з побічних продуктів цієї реакції, зокрема, кислоти та альдегіди, є причиною виникнення сторонніх присмаків і запаху прогіркості. Уникнути її розвитку можна шляхом видалення кисню з газового середовища і заміни його азотом, CO<sub>2</sub> або їх сумішшю. Крім цього кисень впливає на колір деяких харчових пігментів, бере участь в реакції ферментативного потемніння продукту (наприклад, м'яса) [49].

Три основних пігменти, що надають м'ясу характерний колір, - це оксиміоглобін, міоглобін і метміоглобін. Свіжість м'яса асоціюється з його яскраво-червоним кольором (з вмістом оксиміоглобіну), який психологічно протиставляється темно-червоному (до фіолетового) кольору, зумовленого міоглобіном.

Зміна кольору м'яса – явище динамічне і оборотне, яке пов'язане з постійним формуванням і перетворенням всіх вищевказаних пігментів – оксиміоглобіну (яскраво-червоного), міоглобіну (темно-червоного) і метміоглобіну (коричневого). Коричневий пігмент метміоглобін в окисленій або залізовмісній формі не здатний зв'язувати кисень. Темно-червоний міоглобін в присутності кисню може насичуватися їм як до оксиміоглобіну, що обумовлює приємний яскраво-червоний колір парного м'яса, так і до метміоглобіну з кольором не привабливого і не бажаного для м'яса коричневого відтінку [14].

Перетворення скороченого міоглобіну в оксиміоглобін або метміоглобін залежить від концентрації кисню – при низькій його концентрації міоглобін окислюється до коричневого метміоглобіну, а при високій – до оксиміоглобіну. М'ясо, риба, м'ясо птиці, молочні продукти, напої дуже схильні до окислення, причому окислювальні реакції можуть ініціювати ланцюг реакцій, які в результаті приведуть до погіршення смаку і аромату продукту, причому досить швидко. Відтермінувати початок окислювальних процесів, що призводять до появи побічних присмаків і запаху, можна за допомогою МГС-упакування зі зниженим вмістом  $O_2$ . Включення  $O_2$  до складу газового середовища упакування може вплинути на якість харчового продукту як позитивно, так і негативно (в залежності від природи самого продукту).

Для деяких харчових продуктів зниження вмісту  $O_2$  негативно позначається на їх якості та безпеці (так, наприклад, призводить до небажаної зміни кольору м'яса, в'янення плодів і овочів, зростання патогенних бактерій). Ці аспекти слід враховувати при виборі складу газового середовища для упакування того чи іншого харчового продукту [14].

Кисень, при упакуванні готових м'ясних продуктів, потрібно максимально видаляти з упаковки, під дією вакуумування або заміщенням іншим газом (сумішшю газів), залишковий вміст його в упаковці не повинен перевищувати 0,5%. Надлишковий вміст кисню тягне за собою прогрівання продукту через окислення жирів, а також провокує зростання аеробних мікроорганізмів.

Однак кисень також спричиняє і позитивну дію на різні типи м'ясної продукції. Наприклад, він бере участь в ензиматичну окисленні свіжого м'яса. Вміст кисню в упаковці часом доходить до 80%, що сприяє збереженню яскраво-червоного кольору яловичини, асоційованого з її свіжістю. Даний процес є наслідком окислення міоглобіну пурпурно-червоного кольору, характерного для свіжого м'яса, і появи оксиміоглобіну. В системі МГС необхідно особливо старанно встановити вміст кисню в упаковці.

Ще одна проблема упаковки  $O_2$ -МГС – можливий розвиток передчасного потемніння. Це явище розвивається, під час приготування м'яса, в результаті чого м'ясо здається готовим до того, як воно досягне температури, яка робить його мікробіологічно безпечним [46, 49], що викликає ризик вживання в їжу недовареного м'яса з патогенними бактеріями.

### **Вплив азоту**

Азот – є інертним газом [43, 49, 51]. Він не чинить інгібуючого впливу на розвиток мікроорганізмів, а також не впливає на стабільність упакованого продукту.

Основне його призначення в МГС-упакуванні – заміщення кисню в упаковці, тим самим, протидіючи розвитку аеробних бактерій, що викликають гнильну псування, а так само оберігаючи жири від окислення.

Азот не підтримує зростання аеробних мікроорганізмів і тому перешкоджає псуванню продуктів під дією аеробних бактерій і цвілі, однак не пригнічує ріст анаеробних бактерій. При видаленні з упакування повітря і, отже, кисню, зростання аеробних мікроорганізмів, що викликають псування харчових продуктів, відзначено зниження або взагалі припиняється.

Низьку розчинність азоту використовують для запобігання сплюснення упаковки з м'ясними продуктами, що характеризуються високим вмістом вологи. Постійну концентрацію суміші газів в упаковці легше підтримувати при вищому вмісті азоту, через те, що молекулярний тиск азоту в атмосферному повітрі і в упаковці близький до стану рівноваги. У присутності азоту зберігається форма упаковки, так як він погано розчиняється у воді і жирах.

Його включають до складу газового середовища в достатній кількості, тим самим врівноважуючи втрати обсягу в результаті розчинення  $CO_2$ .

### **Вплив діоксиду вуглецю**

Антибактеріальні властивості  $CO_2$  відомі досить давно [43, 49, 51]. Пізніші дослідження показали, що використання  $CO_2$  ефективно перешкоджає росту псіхротрофних мікроорганізмів (цвілі, дріжджі і аеробних

мікроорганізмів), а також дозволяє збільшити термін придатності продуктів при їх холодильному зберіганні.

Вуглекислий газ розчинний в жирах і деяких інших органічних сполуках. Розчиняючись в рідкій складовій продукту,  $\text{CO}_2$  окислює його і утворює вугільну кислоту, тим самим, знижуючи рівень рН. Це дуже важлива властивість, коли мова йде про упаковку м'ясних продуктів. Для продуктів з високим вмістом жирів і слабкою активністю води захисна атмосфера вибирається, в основному, з метою уповільнення окислення. Однак при великих концентраціях двоокису вуглецю, а також більшому вмісті вологи можлива загроза появи кислого присмаку в поверхневому шарі м'яса.

Зі зниженням температури розчинність  $\text{CO}_2$  збільшується, у зв'язку з чим його протимікробна дія при температурах нижче  $10^\circ \text{C}$  значно посилюється [43, 49, 51].

Ступінь впливу  $\text{CO}_2$  на харчові продукти залежить від його температури зберігання і концентрації. Для деяких мікроорганізмів для проявлення ефекту необхідні концентрації  $\text{CO}_2$ , близькі до 50% об./об., і температури нижче  $10^\circ \text{C}$ . Інгібування росту тих чи інших мікроорганізмів може обумовлюватися також їх штамом.

При упаковці ковбасних виробів не рекомендується використання двоокису вуглецю понад 50%, адже висока концентрація  $\text{CO}_2$  може стати причиною різних дефектів харчових продуктів, зокрема надмірного виділення з м'яса м'ясного соку, до того ж, при такій концентрації на поверхні продукту можливе утворення білого нальоту, що зіпсує зовнішній вигляд. Тому концентрація двоокису вуглецю в даному випадку зазвичай не перевищує 35%.

При перевищенні концентрації  $\text{CO}_2$  існує ризик сплющування тари, що може спостерігатися, якщо  $\text{CO}_2$  є основним газом в газовому середовищі і розчиняється у водному і жировій фазах продукту. Для запобігання цьому в газове середовище додають нерозчинний газ – наприклад азот. Коли застосування  $\text{CO}_2$  обумовлено необхідністю регулювання чисельності бактерій і

цвілі, то зазвичай концентрація CO<sub>2</sub> становить не менше 20% (оптимальна концентрація – близько 20-30%).

За останнє десятиліття використання упаковки в модифікованій атмосфері (МГС) збільшилася в м'ясній промисловості в різних країнах. Двоокис вуглецю (CO<sub>2</sub>), азот (N<sub>2</sub>) і кисень (O<sub>2</sub>) є газами, які найбільш часто використовуються для упаковки м'яса і м'ясних продуктів в МГС. Більшість продуктів з червоного м'яса упаковано в середовищі з високим вмістом O<sub>2</sub> (~80% O<sub>2</sub>), для зменшення окислення міоглобіну (Mb) і забезпечення стабільного, привабливого червоного кольору м'яса в пропорції не менше 20% CO<sub>2</sub> для запобігання зростанню грамнегативних бактерій, які викликають аеробне псування, таке як *Pseudomonas* spp. Однак високий вміст O<sub>2</sub>-МГС може збільшувати окислення ліпідів і білків, що негативно позначається на смаку і текстурі м'яса, що знижує ніжність і соковитість м'яса [43, 49, 51].

Всі ці гази позитивно впливають на збільшення термінів зберігання продукції, але отримати максимальний ефект можливо тільки в разі використання сумішей. Найчастіше використовують суміш газів двоокису вуглецю з азотом, оптимальний вміст яких становить 20-30% і 80-70% відповідно. Результати проведених раніше досліджень дозволили запропонувати найбільш ефективне співвідношення газів в складі МГС для упаковки варених ковбасних виробів (CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> = 20/80%). Для м'ясних продуктів тривалого зберігання, що містять більш високі дозування кухонної солі, основна мета використання захисних газів зводиться до гальмування процесів окислювального псування. Внаслідок цього суміші, що містять кисень, стають непридатними для даних виробів.

При виборі МГС, виробникам необхідно дотримуватись рекомендацій постачальника газу, а в разі відсутності рекомендацій, слід застосовувати пропорції відповідно табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Рекомендовані пропорції суміші газів для упаковки м'ясних продуктів			
Вид м'ясної продукції	Кисень	Вуглекислий газ	Азот

	(O <sub>2</sub> ), %	(CO <sub>2</sub> ), %	(N <sub>2</sub> ), %
М'ясо і шматкові напівфабрикати	60 - 85	15 - 40	-
Посічені напівфабрикати і фарш	30 - 40	30 - 40	30 - 40
Варені ковбасні вироби	-	20 - 40	60 - 80
Напівкопчені ковбаси	-	20 - 30	70 - 80
Сирокопчені ковбаси	-	10 - 20	80 - 90

Продукція, призначена для пакування, повинна мати температуру в товщі виробу не нижче 0 ° С і не вище 4 ° С. Час з моменту закінчення технологічного процесу виготовлення продукції до початку процесу пакування за умов і режимів зберігання, встановлених нормативними документами, не повинно перевищувати від 2-х до 72-х годин, в залежності від продукту. Розрахунок розміру пакетів, призначених для пакування продукції, здійснюється з урахуванням маси і форми виробів. Для забезпечення необхідного заповнення пакета газовою сумішшю (газом), обсяг упакуваного продукту повинен займати не більше 2/3 і не менше 1/2 об'єму пакета.

### **Висновок по розділу 1**

Найбільш поширеними способами збільшення тривалості зберігання в даний час є вакуумування і активно впроваджуються герметичні упаковки в присутності модифікованого газового середовища (МГС). Незважаючи на всі позитивні сторони, використання вакуумної упаковки не вирішило ряд суттєвих проблем, що пов'язані зі зберіганням в безповітряному просторі продуктів, які швидко псуються. В результаті вакуумування відбувається механічна деформація продукції і порушення її структури, що призводить до витискування вологи і соку з продукту. Принцип пакування м'ясних продуктів в МГС полягає в заміщенні повітря в упаковці сумішшю газів, підбраною певним чином в залежності від виду продукту.

Використання МГС сприяє збільшенню безпеки продуктів завдяки обмеженню розвитку мікроорганізмів, збереженню поживних властивостей шляхом запобігання окислення жирів, біологічно активних сполук, вітамінів;

гальмування розвитку небажаних фізико-хімічних процесів; значного продовження періоду стабільності продукту без використання консервантів.

Дослідження в області використання МГС активно проводяться [29, 43-51]. Незважаючи на актуальність даної технології, в нашій країні недостатньо досліджень в цьому напрямку, а використання тих чи інших газових середовищ, у виробничій практиці здійснюється на підставі загальних рекомендацій постачальників.

Слід зазначити, що перешкоджає впровадженню МГС в м'ясну галузь не тільки відсутність об'єктивних експериментальних даних, які обґрунтовують оптимальні параметри упаковки і зберігання, співвідношення газів в сумішах, для різних видів м'ясопродуктів, а й суперечливі відомості про вплив пакувальних матеріалів і оболонки на показники якості і безпеки продукції.

Залишається невивченим питання про вплив упаковки м'ясних продуктів в МГС на їх показники якості і безпеки в разі відкриття упаковки на різних термінах зберігання.

З огляду на те, що зростання споживчого попиту на м'ясну продукцію зростає, в тому числі і на продукцію упаковану в МГС, а обсяг сосисок і сардельок становить майже третину від усього обсягу м'ясних виробів. Тому дослідження показників якості та безпеки сосисок, вироблених в різних типах оболонки, упакованих в присутності МГС, в процесі зберігання є актуальним.

Метою цієї роботи є розробка способів упаковки і зберігання сосисок в модифікованому газовому середовищі в залежності від її складу і типу пакувальних матеріалів.

Відповідно до поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- узагальнити і систематизувати дані про основні показники якості та безпеки сосисок при їх зберіганні, в залежності від виду МГС, типу оболонки, тривалості зберігання, і на базі їх аналізу сформулювати вимоги до умов упаковки, термінів придатності і термінами реалізації після відкриття упаковки;

- в результаті експериментально-аналітичних досліджень встановити склад МГС, найбільш раціональний для пакування та подальшого зберігання сосисок;

- вивчити вплив типу оболонки на показники якості і безпеки сосисок в МГС, в процесі зберігання, а також обґрунтувати максимальний час з моменту виробництва сосисок до їх упаковки в МГС та терміни придатності продукції;

- дослідити характер зміни показників якості та безпеки сосисок, що зберігалися в МГС, після відкриття упаковки до закінчення регламентованого терміну придатності, і обґрунтувати безпечні терміни їх подальшої реалізації.

## **2. ПОСТАНОВКА ЕКСПЕРИМЕНТУ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1 Схема проведення досліджень**

Для розширення асортименту варених ковбас подовженого терміну зберігання, запланували проведення ряду теоретико-експериментальних робіт, послідовність і структура яких проілюстровані на рис. 2.1.

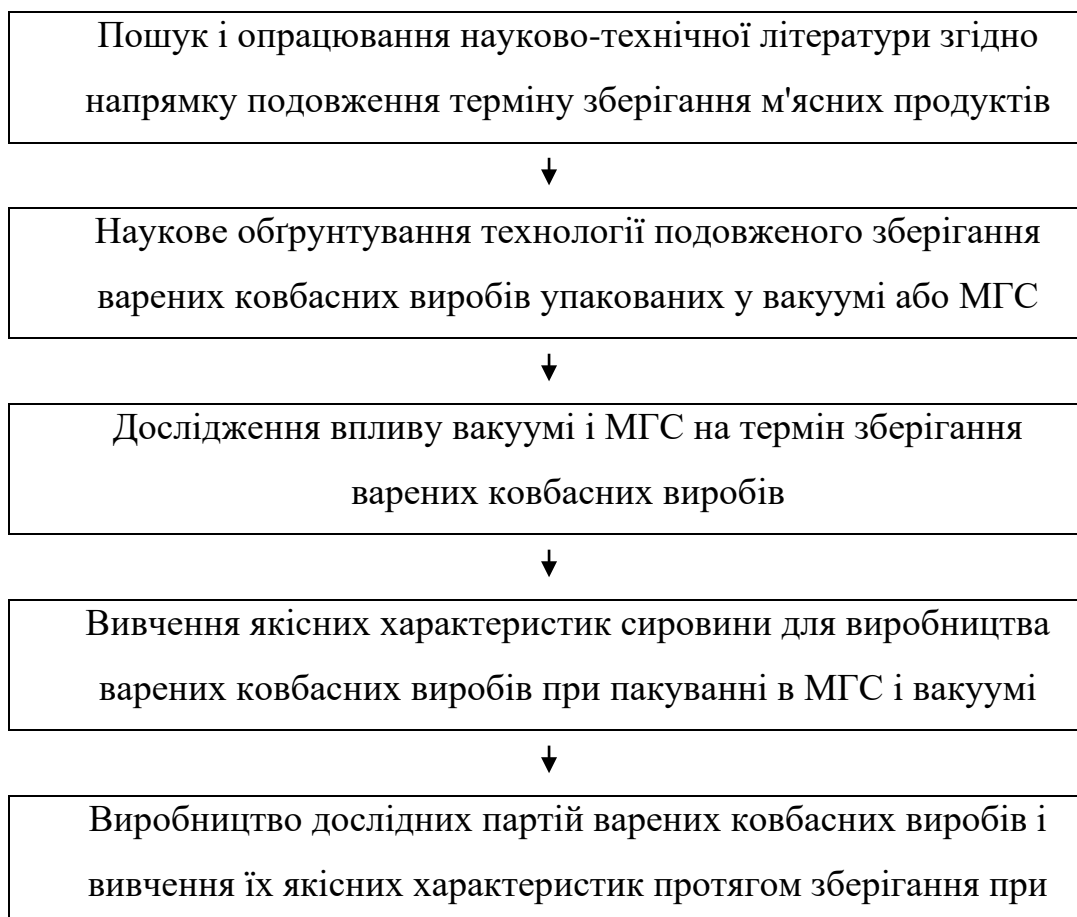




Рис. 2.1. План проведення експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження проведено з метою удосконалення технології варених ковбасних виробів (сосисок "Франкфуртські" вс і "Віденські" вс) для подовження терміну зберігання з використанням свинини жилованої, виробництва і упакування варених ковбасних виробів подовженого терміну зберігання.

Програма досліджень передбачає вивчення технології упакування варених ковбасних виробів подовженого терміну зберігання та вивчення якісних характеристик продукту після виготовлення та під час зберігання.

Поставлені задачі вирішували з використанням об'єктів, матеріалів і методик досліджень, які забезпечують достовірність наукових результатів.

Дослідження проведено в умовах виробничої лабораторії м'ясокомбінату ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ».

## 2.2 Об'єкти і предмет досліджень

*Об'єкт дослідження* – технологія упакування варених ковбасних виробів у вакуумі та МГС.

*Предмет дослідження* – варені ковбасні вироби, вироблені у двох типах оболонок: проникній поліамідній та колагеновій полімерна та - піддані пакуванню під вакуумом у чотирьох видах МГС (CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> у співвідношенні 20%/80% (далі МГС-1), CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> у співвідношенні 30%/70% (далі МГС-2), CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> у співвідношенні 10 %/90% (далі МГС-3) і N<sub>2</sub> - 100% (далі МГС-4) і зберігалися при температурі 4±2°C протягом 25 діб.

## **2.3 Методи визначення показників досліджуваних об'єктів**

*Методи дослідження.* В роботі використані органолептичні методи досліджень, хімічні (хімічний склад сировини, кислотне, пероксидне число, активність води сосисок при зберіганні), фізичні (рН), мікробіологічні, які дозволяють визначити якісний і кількісний склад.

Підготовку проб досліджуваних зразків для органолептичних, структурно-механічних, фізико-хімічних і мікробіологічних досліджень здійснювали за методиками наведеними нижче.

Прийняті в роботі показники на різних етапах дослідження визначали методиками наведеними нижче.

### **2.3.1 Органолептична оцінка якості**

Відбір проб для органолептичної оцінки та їх підготовку до аналізу проводили у відповідності до нормативних вимог ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги».

Оцінювання якості здійснювалося за 5-ти бальною шкалою. До основних показників, які визначалися при оцінюванні варених ковбасних виробів, належать: колір, аромат і смак, консистенція зовнішній вигляд і вигляд на розрізі [53].

Органолептичне оцінювання проводили в наступній послідовності:

- колір – візуально на розрізі;
- аромат і смак – випробуванням продуктів представниками дегустаційної комісії після того, як дослідні сосиски нарізали шматочками, виражаючи свою суб'єктивну думку про наявність або відсутність сторонніх запахів, присмаків, ступені вираженості солоності, аромату прянощів та ін.;
- зовнішній вигляд визначали за на розрізі виробу за структурою, малюнком;
- консистенцію – надавлюванням на виріб, визначаючи рівень спротиву

на роздавлювання.

На підставі результатів органолептичної оцінки робили якість сосисок на кожному етапі зберігання, в залежності від виду оболонки та використаного методу пакування.

### **2.3.2. Визначення загального хімічного складу варених ковбасних виробів**

#### **2.3.2.1. Визначення масової частки вологи і сухих речовин**

*Вміст загальної вологи* в готовому продукті – метод полягає у висушуванні наважки, в сушильній лабораторній шафі TermoLab, до постійної маси при температурі  $t = 103 \pm 2$  °C [54].

При цьому вміст вологи визначався за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де  $W$  - вміст вологи, %;

$m_0$  – маса бюкси сухої, г;

$m_1$  – маса бюкси з наважкою, г;

$m_2$  – маса бюкси з наважкою після висушування, г.

Вміст сухих речовин розраховували як різницю:

$$X = 100 - W, \%, \quad (2.2)$$

#### **2.3.2.2. Визначення масової частки білка**

*Визначення вмісту білка* проводили за методом К'ельдаля ГОСТ25011-81 [159]. Метод заснований на мінералізації проби по К'ельдалю, відгонці аміаку в розчин сірної. В процесі реакцій виділявся аміак, його кількість визначали титруванням 0,2 моль/дм<sup>3</sup> розчину соляної кислоти. Суть методу полягає в проведенні мінералізації наважки, після чого проводиться відгонка аміаку в апараті К'ельдаля.

Масову частку білкових речовин обчислювали за формулою:

$$x = 0,0028 \cdot \frac{V \cdot 6,25}{m} \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

де,  $x$  – масова частка білкових речовин, %;

0,0028 – маса азоту, яка відповідає 1 см<sup>3</sup> розчину соляної кислоти 0,2 моль/дм<sup>3</sup>, г;

V – об'єм 0,2 моль/дм<sup>3</sup> розчину соляної кислоти, витраченої на титрування, см<sup>3</sup>;

m – маса наважки дослідного продукту, г;

6,25 – коефіцієнт для перерахунку азоту на білкові сполуки;

100 – коефіцієнт перерахунку у відсотки.

### 2.3.2.3. Визначення вмісту жиру

*Визначення вмісту жиру* в готовому продукті визначали методом Сокслета за ДСТУ ISO 1443:2005 [55]. Метод заснований на вивільненні загального жиру, що містяться в м'ясних продуктах: сумішшю хлороформу і етилового спирту в фільтруючій розділюючій воронці. Кількість жиру обчислюємо за формулою:

$$x = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

де, m<sub>0</sub> – маса наважки до висушування, г.

m<sub>1</sub> – маса гільзи з сировиною до екстрагування, г;

m<sub>2</sub> – маса гільзи з сировиною після екстрагування, г;

**2.3.2.4. Визначення енергетичної цінності продукту** проводили у відповідності.

Розрахунок енергетичної цінності виконали за такими співвідношеннями: 1 г жиру – 37,7 кДж/9кКал; 1 г білка – 16,7 кДж / 4 кКал; 1 г вуглеводів – 15,7 кДж / 3,75 кКал. Енергетичну цінність визначали для 100 г досліджуваної продукції [165].

### 2.3.2.5. Визначення вмісту мінеральних речовин (золи)

Визначення зольності ґрунтується на спалюванні органічної частини досліджуваної наважки при вільному доступі кисню повітря [56, 57].

Озолення проводять у фарфоровом у тиглі. Попередньо тигель доводять до постійної маси, прокалюючи його в муфельній печі при температурі 500-800°C. Прокалений тигель перед зважуванням на аналітичній вазі переносять

металевими щипцями в ексикатор для охолодження. Перше зважування проводять після годинного прокалювання, наступні - після 30 хв. В підготований таким чином тигель поміщають наважку продукту (2...5 г) Точність зважування 0,0002 г.

Після озолення впродовж 1...2 год. Тигель з золюю охолоджують в ексикаторі, зважують і знову прокалюють 20...30 хв і повторюють встановлення постійної ваги тигля з золюю .

Вміст мінеральних речовин (золи) X, розраховували за формулою:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

де m - маса порожнього тигля, г;

m<sub>1</sub> - маса тигля з наважкою сировини, г;

m<sub>2</sub> - маса тигля з золюю, г.

### **2.3.3. Дослідження якості жирової сировини**

Показники якості та складу досліджуваного фаршу, який містить жирову складову визначали згідно наведених нижче методик.

#### **2.3.3.1. Визначення пероксидного числа**

У конічну колбу з притертою пробкою вносять наважку сировини 0,8-1,0 г, розплавляють на водяній бані і по стінці колби, змиваючи сліди жиру, вливають з циліндра 10 см<sup>3</sup> хлороформу, а потім з іншого циліндра – 10 см<sup>3</sup> льодяної оцтової кислоти. Швидко вливають 0,5 см<sup>3</sup> насиченого свіжоприготованого розчину йодистого калію. Закривають колбу пробкою, змішують вміст колби обертальним рухом і одночасно перевертають пісочний годинник або включають секундомір. Колбу ставлять в темне місце на 3 хв. Потім вливають 100 см<sup>3</sup> дистильованої води, в яку попередньо був доданий 1 см<sup>3</sup> розчину крохмалю. Титрують розчином тіосульфату натрію до зникнення синього забарвлення.

Перекисне число ( $X_{пч}$ ) в міліеквівалентах (Мекв.) активного кисню на кілограм жиру обчислюють за формулою:

$$X_{\text{Пч}} = \frac{(V_1 - V_0) \cdot N \cdot 1000}{m}, \quad (2.5)$$

де  $V_0$  – об'єм 0,01 моль/л розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування при проведенні контрольного досліду (без жиру), см<sup>3</sup>;

$V_1$  – об'єм 0,01 моль/л розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування при проведенні основного досліду з наважкою жиру, см<sup>3</sup>;

$N$  - нормальність розчину натрію тіосульфату, г/л;

$m$  - маса наважки досліджуваного жиру, г;

1000 - коефіцієнт переводу грамів в кілограми.

### 2.3.2.2. Визначення кислотного числа

Наважку досліджуваної сировини жиру 3–5 г зважують в конічну колбу, розплавляють на водяній бані, доливають 50 см<sup>3</sup> нейтралізованої спиртово-ефірної суміші і збовтують.

Одержаний розчин при постійному помішуванні швидко титрують розчином гідроксиду калію або гідроксиду натрію до чіткої зміни забарвлення, обумовленого присутністю індикатора (фенолфталеїн – рожеве, тимолфталеїн – синє).

При титруванні 0,1 моль/л водним розчином гідроксиду калію або гідроксиду натрію об'єм спирту, вживаного у складі спиртово-ефірної суміші, з метою уникнення гідролізу мила, повинен перевищувати разів у п'ять кількість витраченого розчину гідроксиду калію або гідроксиду натрію.

Кислотне число ( $X_{\text{Кч}}$ ) в мг КОН обчислюють за формулою:

$$X_{\text{Кч}} = \frac{5,61 \cdot V \cdot K}{m}, \quad (2.6)$$

де  $V$  – об'єм 0,1 моль/л розчину гідроокису калію або гідроокису натрію, витраченого на титрування, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправка для перерахунку на точний 0,1 моль/л розчин лугу;

5,61 – кількість гідроокису калію, що міститься в 1 см<sup>3</sup> 0,1 моль/л розчину;

$m$  – наважка досліджуваної сировини, г.

### **2.3.3. Визначення активності води**

*Активність води* дозволяє встановити зв'язок між станом слабко зв'язаної вологи у продукті і можливістю розвитку у ньому мікроорганізмів. Показник активності води ( $a_w$ ) визначають портативним швидкісним приладом моделі AquaLab Серії 3TE (США) за ГОСТ Р ИСО 21807-2012 [59].

Активність води  $a_w$  виражається в значеннях від 0,00 до 1,00.

значення  $a_w = 0,00$  відповідає стану абсолютно зневодненого продукту;

$a_w = 1,00$  відповідає дистильованій воді.

### **2.3.4. Визначення концентрації газів у складі МГС переносним газоаналізатором Witt Oxybaby**

Газ, що вимірюється, подається насосом, вбудованим у прилад на датчики  $O_2$  і  $CO_2$ . Кисень  $O_2$ , який міститься у вимірюваному газі, викликає електричну напругу на електрохімічному датчику  $O_2$ , пропорційну концентрації  $O_2$ . Електрична напруга вимірюється, перетворюється та відповідне показання концентрації  $O_2$  і демонструється на екрані.

Вимірювання концентрації вуглекислого газу провадиться інфрачервоним оптичним датчиком.

Виміряні концентрації  $O_2$  та  $CO_2$  разом з датою та часом вимірювання автоматично записуються після закінчення аналізу.

Датчик  $CO_2$  зносостійкий. OXYBABY® обладнаний блоком автоматичної компенсації тиску для запобігання впливу коливань атмосферного тиску або тиску вимірюваного газу на результат вимірювання.

### **2.3.5. Дослідження функціонально-технологічних показників**

#### **2.3.5.1. Визначення рН середовища**

рН визначали на лабораторному рН-211 Microprocessor pH Meter Hanna Instruments. Мікропроцесорний рН/мВ/°С-метр рН-211 з автоматичним калібруванням та автотермокомпенсацією, визначає рН, температуру та окисно-відновний потенціал.

Особливості рН-211: автоматичне калібрування, 5 стандартних буферних розчинів; автоматична та ручна компенсація температури; вбудований штатив для електрода та термодатчика; покази рН/мВ виводяться на екран одночасно з температурою.

Метод визначення рН ґрунтується на вимірюванні мілівольтметром-іонометром ЕРС гальванічного ланцюга, що включає спеціальний скляний електрод, потенціал якого залежить від концентрації іонів Н<sup>+</sup> в навколишньому розчині. Спосіб відрізняється зручністю і високою точністю, особливо після калібрування індикаторного електрода в обраному діапазоні рН, дозволяє вимірювати рН у відфільтрованій водній витяжці продукту (гідромодуль 1:10).

### **2.3.5.2. Визначення виходу готових виробів**

Вихід готового продукту (сосисок) визначали після завершення їх виробництва, і відсоткове вираження виходу готового продукту (X) у відсотках обчислювали за формулою:

$$X = \frac{A}{B} \cdot 100, \% \quad (2.11)$$

де А – маса сирого продукту в оболонці (фаршевої емульсії), г;

В – маса готового продукту (сосисок), г.

### **2.3.5.3. Вимірювання кольору готового продукту**

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб вимірювання кольору харчових продуктів полягає у розміщенні зразків завтовшки 1,5-3 мм на склі скануючого пристрою, скануванні зображення, вимірюванні кількості трьох розділених основних кольорів, знаходженні формули кольору в системі колірних координат RGB, та за необхідності представлення у форматах XYZ.

Для перерахунку використовують наступні формули:

$$X=0,4360747R+0,3850649G+0,1430804B \quad (2.12)$$

$$Y=0,2225045R+0,7168786G+0,0606169B \quad (2.13)$$

$$Z=0,0139322R+0,0971045G+0,7141733B \quad (2.14)$$

де *R* (red), *G* (green), *B* (blue) – значення, знайдені на зображенні продукту; *XYZ* координати кольору в міжнародній колориметричній системі СІЕ.

### 2.3.6. Мікробіологічні дослідження

Вироблені нами зразки варених ковбасних виробів (сосисок) зберігались в холодильних умовах за температури  $+4\pm 2$  °С. Дослідження проводили за мікробіологічними показниками для виявлення кількості МАФАНМ, бактерії групи кишкових паличок (БГКП) (коліформи), сульфитредукувальних клостридій, *Staphylococcus aureus* в 1,0 г продукту, *L. monocytogenes*, патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду *Salmonella*.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) [90, 91] визначали шляхом кількісного підрахунку колоній мікроорганізмів, які виростають на поверхні і в глибині щільного агару при використанні глибинного методу посіву і інкубації, що здійснюється в аеробних умовах при температурі  $(30 \pm 1)$  °С протягом  $(72 \pm 3)$  год.

Для виявлення БГКП в 1 г ковбасних виробів, зважували у спеціальних стерильних пакетах 20 г дослідного матеріалу та вносили до нього 80 мл фізрозчину, пакет поміщали у бак-міксер для гомогенізації. Стерильною піпеткою вносили 5 мл отриманого гомогенізату в пробірки з середовищем Кода, розлитого по 5 мл, посіви переносили в термостат на 24 години за температури 37°С.

Для виявлення бактерії роду *Salmonella* 25 г дослідної проби зважували у спеціальних стерильних пакетах, висівали у 225 мл першого накопичувального середовища - забуферну лептонну воду та поміщали для гомогенізації у бак-міксер, посів переносили у термостат, де бактерії вирощували протягом 16 - 20 годин за температури  $+ 37$ °С.

Для виявлення бактерій *L. monocytogenes* 25 г дослідної проби зважували у стерильних пакетах, висівали у 225 мл першого накопичувального середовища - напів Фрейзера, поміщали для гомогенізації у бак-міксер, потім посів переносили у термостат на 24 години за температури  $+ 30$ °С

Для виявлення бактерії *Staphylococcus aureus* в 1 г продукту зважували 1 г дослідної проби, переносили її у пробірку з пептонно-сольовим розчином, потім у термостат на 48 годин за температури +37° С.

Для виявлення бактерій *Clostridium perfringens* 20 г дослідного матеріалу зважували у спеціальних стерильних пакетах, додавали 80 мл фізіологічного розчину і поміщали для гомогенізації у бак-міксер, після цього відібрали 5 мл суспензії, вносили її до пробірки з 5 мл фізіологічного розчину і одержували розведення  $10^{-1}$ . Процедуру повторювали до отримання розведення  $10^{-2}$ , кожного разу використовуючи стерильну піпетку. Після цього вносили по 9 мл розведення  $10^{-1}$  та наступних розведень в пробірки з розплавленим середовищем Вільсон-Блера, посіви поміщали в термостат на 20 годин за температури 37 С.

Після 20 годин перебування в термостаті посіви для виявлення бактерії роду *Salmonella* пересівали із середовищ накопичування на середовище Раппапорта-Велісіадіса та поміщали в термостат на 24 години за температури + 42° С. Одночасно з середовища накопичування пересівали на селеніт-цистийнове середовище і поміщали в термостат на 24 години за температури + 37° С. Посіви в пробірках з розплавленим середовищем Вільсон-Блера після 20 год перебування у термостаті переглядали для виявлення росту *Clostridium perfringens*.

Через 24 год перебування у термостаті здійснили посіви на виявлення росту бактерій *L. monocytogenes* на повний бульйон Фрейзера та на дві паралельні чашки Петрі з середовищем Оксфорд та Палкам агаром, помістили у термостат на 24 - 48 год за температури +37° С. У цей же день перевірили середовище Кода для виявлення росту БГКП.

На наступний день здійснили пересів із середовищ Раппапорта-Велісіадіса та селеніт-цистийнового на середовище Діагностичний агар з діамантовим зеленим (ДАЗДЗ) і діагностичний агар (ДАС) для виявлення росту бактерії роду *Salmonella*, пересіви помістили у термостат за температури + 37° С на 24 год. Одночасно провели пересів з пептонно-сольового розчину на

агаризоване середовище Байрд-Паркер для виявлення росту *Staphylococcus aureus*, пересіви помістили у термостат за температури + 37° С на 24-48 год. На наступний день здійснено пересів із середовища повного Фрезера (*L. monocytogenes*) на середовище Палкам і Оксфорд агар, пересіви перемістили в термостат за температури + 37 ° С на 24 - 48 год.

Після закінчення термінів перебування посівів у термостаті, здійснено перевірку середовищ ДАзДЗ та ДАС для виявлення характерного росту бактерій роду *Salmonella*, середовищ Палкам і Оксфорд агар для виявлення росту колоній *L. Monocytogenes*, середовища Байрд-Паркера для виявлення росту *Staphylococcus aureus*.

У варених ковбасних виробках не допускається наявності бактерії групи кишкової палички (БГКП), в 1 г продукту, сульфїтредукувальні клостридії: в 0,01 г продукту, *Staphylococcus aureus* в 1,0 г продукту, *L. monocytogenes* в 25 г продукту, патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду *Salmonella*, в 25 г продукту.

### **2.3.6. Математична обробка експериментальних даних**

Статистична обробка та виконання діаграм за експериментальними даними виконувалася із застосуванням Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, США).

Критичний рівень значущості ( $p$ ) під час перевірки статистичних гіпотез приймався рівним 0,05. Кількісні значення показувалися як  $M \pm m$ , де  $M$  – середнє значення,  $m$  – стандартне відхилення.

У роботі використовувалися емпіричні формули та наближені обчислення, наведені у літературних джерелах.

### **Висновки до розділу 2**

Обґрунтовано напрямки та визначені об'єкти і методи дослідження.

Представлена програма організації досліджень, яка відображає основні напрями та логічний взаємозв'язок етапів експериментальних робіт, визначено

об'єкт і предмети дослідження, охарактеризовано сировину та матеріали, які використовуються у ході роботи, охарактеризовані стандартні та спеціальні методи досліджень та статистична обробка експериментальних даних.

### **Розділ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА**

#### **3.1. Характеристика харчової цінності варених ковбасних виробів**

Зберігання м'ясних продуктів в модифікованому газовому середовищі (МГС) набуває все більш широке розповсюдження. Це дозволяє збільшити термін придатності продукції із збереженням її високої якості і привабливого зовнішнього вигляду. Хоча у цього способу є і недоліки, головними з яких є збільшення собівартості продукції і зниження інтенсивності червоного забарвлення м'ясопродуктів.

З метою розширення асортименту варених ковбасних виробів подовженого терміну зберігання проведено дослідження технології виробництва варених сосисок, сировини і фаршу, готової продукції і пакування її в термоусадні плівки і термозварювані пакети з МГС умовах м'ясокомбінату ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ».

Режими зберігання встановлені на підприємстві, регламентуються внутрішніми інструкціями та рекомендації щодо зберігання наносяться на етикетках пакування.

Під час виконання науково-дослідної частини було вивчено вплив вихідного термічного стану м'ясної сировини на формування і стабільність показників якості та безпеки ковбасних виробів. Для цього заморожену м'ясну сировину (у напівтушах), що зберігалася при температурі мінус 18 °С,

розморожували до температури не вище  $0\pm 1$  °C і направляли в ковбасне виробництво. У сировинному відділенні відбирали проби розмороженої сировини та аналогічної охолодженої сировини для мікробіологічних досліджень. Далі знежилване м'ясо направляли на приготування фаршу варених ковбасних виробів. Для визначення хімічного складу фаршу і мікробіологічних досліджень відбирали зразки фаршу відразу після його приготування (з кутера) та безпосередньо перед тепловою обробкою (сирі батончики сосисок). Для оцінки стабільності показників якості та безпеки сосиски, залежно від термічного стану вихідної м'ясної сировини, упаковували в готову газову суміш (співвідношення газів  $N_2/CO_2$  в суміші варіювалось). Упаковану продукцію зберігали за температури від 2 до 6 °C протягом 25 діб.

На 2-гу, 3-тю, 5-ту, 7-му, 10-ту добу частину для неупакованих зразків і 7-му, 15-ту, 20-ту, 25-ту добу для упакованих вакуум і МГС відбирали методом випадкової вибірки. У процесі тривалого зберігання зразки сосисок, піддавали комплексним дослідженням, оцінюючи динаміку зміни показників, що впливають на якісні характеристики готового продукту.

Сосиски "Франкфуртські" вс і "Віденські", були обрані для досліджень адже виробляються вони в різних типах оболонки, що також впливає на тривалість зберігання і сенсорні показники при зберіганні.

Сосиски "Франкфуртські" вс виготовляються в колагеновій оболонці, сосиски "Віденські" вс в поліамідній димопроникній оболонці.

Рецептури сосисок "Франкфуртські" вс і "Віденські" вс наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Рецептура дослідних варених ковбасних виробів

Сировина	Основна сировина, кг на 100 кг	
	Сосиски "Франкфуртські" вс	Сосиски "Віденські" вс
1	2	3

Свинина жилована нежирна	45,0	45,0
Свинина жилована напівжирна	20,0	15,0
Свинина жилована жирна	32,0	35,0
Вершки сухі	2,0	–
Молоко сухе	–	3,0
Яечний порошок	–	0,5
Вода на гідратацію	1,0	1,5
Всього	100,0	100,0
Вода (лід)	50,0	70,0

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
Допоміжна сировина, кг на 100 кг		
Сіль кухонна	2,40	2,30
Натрій азотнокислий	0,0068	0,0068
Цукор-пісок	0,200	–
Спеція Аромат свинини (Рапс)	0,900	0,300
Спеція Гусарська ковбаса (Віберг)	–	0,230
Спеці Лікарська Комбі CPF (Рапс)	0,900	0,900
Спеція Файне Екстра комплет	0,025	0,01
Спеція Сосиски ніжні (Рапс)	0,800	–
Спеція Турбо фікс (Рапс)	0,600	–
Спеція Вітацель WF-400R (Могунція)	0,200	–
Вода на спеції	1,100	0,270

Досліджено вплив складу рецептур на якість та безпечність сосисок. В якості основної сировини використали свинину нежирну та жирну (табл. 3.1). Одним з показників, який впливає на стабільність при зберіганні готових ковбасних виробів є загальний хімічний склад.

Результати дослідження хімічного складу сосисок "Франкфуртські" вс і "Віденські" вс наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Хімічний склад сосисок "Франкфуртські" вс і "Віденські" вс

Найменування продукції	Масова частка, %				
	волога	білок	жир	вуглеводи	зола
Сосиски "Франкфуртські" вс	63,3 ± 0,5	11,26 ± 0,1	22,9 ± 0,1	0,42 ± 0,16	2,12 ± 0,02
Сосиски "Віденські" вс	57,5 ± 0,5	13,63 ± 0,1	26,85 ± 0,1	0,51 ± 0,08	2,02 ± 0,02

### 3.2. Оцінка мікробного забруднення сировини

#### 3.2.1 Оцінка мікробного забруднення м'ясної сировини на різних етапах виробництва

У виробництві сосисок використовується свинина знежилowana нежирна, напівжирна і жирна, також у виробництві варених ковбас використовується яловичина знежилowana. На подовження терміну зберігання м'ясної продукції впливає обсемінення сировини на етапі розділення напівтуш, обвалювання та жилювання і зміна мікробіологічних показників під час технологічної обробки сировини і виготовлення готової продукції.

Проведені дослідження динаміки зміни мікробіологічних показників сировини в процесі технологічної обробки, наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Мікробіологічні показники м'ясної сировини

Об'єкти дослідження	Мікробіологічні показники			
	МАФAM, КУО/г		Маса продукту (г), у якій БГКП не виявлялися	
	Охолоджене	Розморожене	Охолоджене	Розморожене

	м'ясо	м'ясо	м'ясо	м'ясо
Яловичі напівтуші	$(7,4 \pm 0,2) \cdot 10^2$	$(4,4 \pm 0,2) \cdot 10^3$	0,001	0,001
Яловичина жилована вищого ґатунку	$(6,9 \pm 0,2) \cdot 10^4$	$(4,3 \pm 0,2) \cdot 10^4$	0,001	0,001
Яловичина жилована першого сорту	$(6,5 \pm 0,2) \cdot 10^4$	$(1,1 \pm 0,2) \cdot 10^5$	0,001	0,001
Свинячі напівтуші	$(5,8 \pm 0,1) \cdot 10^2$	$(6,1 \pm 0,1) \cdot 10^2$	0,001	0,001
Свинина жилована нежирна	$(5,4 \pm 0,1) \cdot 10^3$	$(8,5 \pm 0,1) \cdot 10^3$	0,001	0,001
Свинина жилована напівжирна	$(1,0 \pm 0,1) \cdot 10^5$	$(1,9 \pm 0,1) \cdot 10^5$	0,001	0,001

Таким чином, на підставі отриманих результатів було встановлено, що на динаміку розвитку мікрофлори в м'ясі в процесі оброблення, обвалювання і знежилування впливав термічний стан вихідної сировини.

Згідно з результатами досліджень (табл. 3.3), розморожене м'ясо в напівтушах за своїми мікробіологічними показниками (для яловичини МАФAM -  $4,4 \cdot 10^3$  КУО/г, для свинини -  $6,1 \cdot 10^2$  КУО/г) поступалося охолодженій м'ясній сировині (для яловичини МАФAM –  $7,2 \cdot 10^2$  КУО/г, для свинини –  $5,8 \cdot 10^2$  КУО/г). Отримані дані засвідчували відповідність мікробіологічних показників вимогам безпеки.

У процесі розділення, обвалювання і знежилування м'яса спостерігалось збільшення МАФAM на 1-3 порядки залежно від сортності виділеного м'яса і його вихідного термічного стану. Було зазначено, що жилована яловичина, виділена з охолоджених та розморожених напівтуш, мала більші відмінності за цим показником, ніж жилована свинина. Однак мікробіологічні показники жилованої свинини більшою мірою залежали від сортності виділеної безкісткової сировини, ніж у жилованої яловичини. Так, у свинині напівжирної МАФAM досягало значень  $10^5$ , у той час як для свинини нежирної значення МАФAM не перевищувало третього ступеня.

Проте, результати визначення мікробіологічних показників ковбасного фаршу, отриманого з досліджуваної м'ясної сировини, та готової продукції показали, що проведення соління та теплової обробки призводило до нівелювання відмінностей у значеннях мікробіологічних показників (МАФAM та БГКП) у процесі виготовлення сосисок "Франкфурські" вс і "Віденські" вс (табл. 3.4).

Витримка сирих батончиків перед тепловою обробкою протягом години не призводила до істотної зміни значень МАФAM ковбасного фаршу як виготовленого з охолодженого, і з розмороженого м'яса.

Після теплової обробки сосисок незалежно від термічного стану використаної м'ясної сировини в готовій продукції рівень загального вмісту мікроорганізмів (МАФAM) не перевищував  $1,0 \cdot 10^1$  КУО/г.

Таблиця 3.4

Мікробіологічні показники в процесі виготовлення  
сосисок "Франкфуртські" вс

Об'єкти дослідження	МАФAM, КУО/г		Маса продукту (г), у якій БГКП не виявлялися	
	Охолоджене м'ясо	Розморожене м'ясо	Охолоджене м'ясо	Розморожене м'ясо
Ковбасний фарш після приготування	$(3,9 \pm 0,1) \cdot 10^5$	$(6,2 \pm 0,1) \cdot 10^5$	0,0001	0,0001
Ковбасний фарш перед термообробкою (через 1 год)	$(5,5 \pm 0,1) \cdot 10^5$	$(6,9 \pm 0,1) \cdot 10^5$	0,0001	0,0001
Готовий продукт	$<1,0 \cdot 10^1$	$<1,0 \cdot 10^1$	не виявлено	

Таблиця 3.5

Мікробіологічні показники в процесі виготовлення  
сосисок "Віденські" вс

Об'єкти дослідження	МАФAM, КУО/г		Маса продукту (г), у якій БГКП не виявлялися	
	Охолоджене м'ясо	Розморожене м'ясо	Охолоджене м'ясо	Розморожене м'ясо
Ковбасний фарш після приготування	$(4,6 \pm 0,1) \cdot 10^5$	$(6,8 \pm 0,1) \cdot 10^5$	0,0001	0,0001
Ковбасний фарш перед термообробкою (через 1 год)	$(6,1 \pm 0,1) \cdot 10^5$	$(7,9 \pm 0,1) \cdot 10^5$	0,0001	0,0001
Готовий продукт	$<1,0 \cdot 10^1$	$<1,0 \cdot 10^1$	не виявлено	

Аналіз мікробіологічних досліджень, наведених в таблицях 3.3-3.5 показав, що:

- найбільші відмінності за загальним змістом мікроорганізмів у процесі виготовлення ковбас типові для знежиланого м'яса і залежать як від сортності, так і від термічного стану вихідної сировини;

- рівень вмісту мікроорганізмів у знежиланому м'ясі підвищується на 1-3 порядки, у ковбасному фарші – на 3 порядки по відношенню до вихідної сировини;

- до теплової обробки навіть при витримуванні протягом 1 години можливе зростання мікроорганізмів не повинно призводити до зміни загального вмісту мікрофлори більше, ніж на два порядки по відношенню до вихідної сировини;

- при нормальному розвитку мікрофлори у процесі виготовлення варених ковбасних виробів їх загальний вміст у готовому продукті в результаті теплової обробки має знижуватися до рівня менше 10 КУО/г, який забезпечує мікробіологічну стабільність продукції при подальшому тривалому зберіганні.

Подальші дослідження готових ковбасних виробів повинні довести, що в результаті ефективної теплової обробки має виживати не більше 0,002% кількості мікроорганізмів, що містяться в сирих батончиках перед тепловою обробкою, що повинно забезпечувати нормовані значення мікробіологічної безпеки згідно нормативних даних ДСТУ 4436:2005 "Ковбаси варені, сосиски, сардельки, м'ясні хліби".

У літературних даних зазначається, що в результаті теплової обробки ковбасних виробів гине 99% мікроорганізмів, відповідно, виживає лише 1%. На наступному етапі роботи провели мікробіологічні дослідження, у виробничих умовах.

Подальші мікробіологічні дослідження мікробіологічних показників сосисок після теплової обробки були продовжені після упакування сосисок в МГС та вакуумі.

### 3.2.2. Оцінка мікробного забруднення ковбасної оболонки

Оболонки, які використовуються для виробництва сосисок, що піддаються копченню і варінню, повинні мати стійкість до мікроорганізмів, дію високих температур, мати достатню газо- і вологопроникність.

Проведено оцінку мікробного забруднення білкових та паропроникних поліамідних оболонок з метою визначення впливу на готовий продукт при зберіганні (таблиця 3.6).

В якості оболонок використали колагенову оболонку ТМ «Fabios» діаметром 22/24 мм та димопроникну поліамідну оболонку ТМ «Podanfol» діаметром 22/24 мм.

Таблиця 3.6

Мікробіологічні показники сосисочних оболонок

Ковбасна оболонка	Мікробіологічні показники			
	МАФАМ, КУО/г	Дріжджі в 0,1 г.	БГКП в 0,1 г	Плісняві гриби, КУО/г
колагенова оболонку NDX 17	$2 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	не виявлено	$<1 \cdot 10^1$

димопроникна поліамідна оболонка НЕКА	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	не виявлено	$<1 \cdot 10^1$
---------------------------------------	-----------------	-----------------	-------------	-----------------

Встановлено, що використані оболонки по значеннях мікробіологічних показників не перевищувало нормованих значень.

### **3.3. Дослідження терміну придатності варених ковбасних виробів без захисного упакування**

Згідно літературних джерел, в першу чергу на мікробіологічну стабільність готових сосисок при умові зберігання до 7 діб найбільше впливає наявність і чистота використовуваних спецій, що пов'язано з високими значеннями активності води та високим вологовмістом даної групи продуктів.

У результаті варіння ковбасні вироби, до яких відносяться сосиски "Франкфуртські" вс і "Віденські" вс стають готовими до вживання.. Після закінчення процесу варіння за температури 75-85 °С, температура в товщі батончика повинна становити  $72 \pm 2$  °С. Під час нагрівання змінюється структура фаршу. Результатом варіння є денатурація і коагуляція більшої частини білків м'яса, внаслідок чого утворюється пружний просторовий каркас, в якому затримується волога і розчинені в ній речовини. У результаті проведення варіння до температури  $72 \pm 2$  °С і центрі батона ковбасні вироби стають готовими до вживання.

Від час варіння руйнуються ферменти, які мають білкову природу, що викликає практичне припинення автолітичних процесів. Вегетативні форми мікроорганізмів майже повністю (до 99 %) знищуються.

Відповідно до інформативних джерел, термін придатності сосисок, упакованих у МГС, становлять від 15 до 20 діб. Було доцільним провести дослідження, спрямовані на вивчення терміну придатності неупакованих сосисок.

Таблиця 3.7

Показники МАФАМ та БГКП сосисок не упакованих

Тривалість зберігання сосисок	Період зберігання, діб	Мікробіологічні показники	
		КМАФАнМ, не більше $1 \cdot 10^3$ КУО/Г	БГКП, в 0,1 г
1	2	3	4
Сосиски "Віденські" вс	0	$<1 \cdot 10^1$	не виявлено
	2	$2 \cdot 10^1$	не виявлено
	3	$9 \cdot 10^1$	не виявлено
	5	$2 \cdot 10^2$	не виявлено
	7	$7 \cdot 10^2$	не виявлено
	10	$>1 \cdot 10^3$	не виявлено

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4
Сосиски "Франкфуртські" вс	0	$<1 \cdot 10^1$	не виявлено
	2	$4 \cdot 10^1$	не виявлено
	3	$1 \cdot 10^2$	не виявлено
	5	$7 \cdot 10^2$	не виявлено
	7	$>1 \cdot 10^3$	не виявлено
	10	-	не виявлено

Отримані дані (табл. 3.7) показали, що терміни придатності для сосисок в колагеновій оболонці становить не більше 72 годин, тоді як в проникній поліамідній оболонці сприяє максимальному збереженню показників якості та безпеки сосисок та збільшує терміни придатності з 3 до 5 діб. У зв'язку з тим, що терміни придатності неупакованих сосисок невеликі упаковку, подальші дослідження вели для сосисок упакованих під вакуумом, терміни придатності якої можна порівняти з термінами придатності сосисок в МГС.

### 3.4. Дослідження терміну придатності варених ковбасних виробів з використанням вакуумного та МГС упакування

#### 3.4.1. Визначення співвідношення складу МГС для варених ковбасних виробів

Проведені дослідження, спрямовані на вибір оптимального співвідношення CO<sub>2</sub> та N<sub>2</sub> у складі МГС (CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> = 20%/80% (МГС-1), CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> = 30%/70% (МГС-2), CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> = 10%/90% (МГС-3)), що забезпечує максимальне інгібування розвитку процесу мікробіологічного псування.

При постановці експерименту використовували франкфуртські сосиски у колагеновій оболонці; упаковку продукції здійснювали не пізніше як за 2 години після завершення технологічного процесу виготовлення; склад МГС відрізнявся співвідношенням газів.

Таблиця 3.8

Вплив співвідношення газів у складі МГС на рН фаршу сосисок "Франкфуртські" вс

Склад МГС	Значення рН при зберіганні протягом, діб					Концентрація газів у складі МГС %	
	0	7	15	20	25	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
МГС-1	6,41	6,37	6,32	6,36	6,43	20	80
МГС-2	6,41	6,33	6,31	6,35	6,36	30	70
МГС-3	6,41	6,30	6,29	6,41	6,45	10	90
Вакуум	6,41	6,53	6,45	6,5	6,46	–	–

При використанні вакуумного пакуванням і МГС спостерігались відмінності в рН (Таблиця 3.8), а саме нижчі значення рН у зразках, упакованих у модифікованій атмосфері порівняно з вакуумом. Середнє початкове значення рН сосисок перед упакуванням становило 6,41 і знизилось на 15 день у зразках, упакованих в МГС, проте підвищилось при пакуванні у вакуум.

Під час зберігання спостерігалися відмінності рН між зразками МГС. Зменшення пов'язане із концентрацією вуглекислого газу. Нижчі значення рН були виявлені при більш високих концентраціях вуглекислого газу. Причину такого впливу вуглекислого газу на рН можна пояснити тим, що поглинання діоксиду вуглецю м'ясом та утворення вуглекислоти.

Результати досліджень, наведені у табл. 3.9 свідчили про те, що на початкових стадіях зберігання (до 15 діб) склад МГС не має істотного впливу на органолептичні та мікробіологічні характеристики сосисок.

У контролі сліди псування починали виявлятися на 20-ту добу, у виробів, упакованих у МГС - на 25-ту добу, причому кращими показниками якості та безпеки протягом усього циклу зберігання мала продукція, упакована в МГС-1.

Необхідно відзначити також, що в процесі зберігання відбувалася зміна складу МГС всередині упаковки, що супроводжується зниженням концентрації вуглекислого газу і збільшенням концентрації азоту.

Таблиця 3.9

Вплив співвідношення газів у складі МГС на сосиски "Франкфуртські" вс, вироблені в колагеновій оболонці

Період зберігання, діб	Склад МГС	Мікробіологічні показники				Концентрація газів у складі МГС %	
		МАФАМ не більше $1 \cdot 10^3$ КУО/г	Дріжджі в 0,1 г.	Сульфід-редуючі клостридії в 0,1 г.	Молочно-кислі бактерії в 0,1 г.	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
0	МГС-1	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	19,0	80,9
	МГС-2	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	29,2	70,7
	МГС-3	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	9,3	90,6
	Вакуум	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	—	—
7	МГС-1	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	16,5	83,3
	МГС-2	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	25,2	74,5
	МГС-3	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	6,5	93,3

	Вакуум	$6 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	—	—
15	МГС-1	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	15,3	84,4
	МГС-2	$5 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	23,8	75,9
	МГС-3	$4 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	5,5	94,1
	Вакуум	$6 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	—	—
20	МГС-1	$1 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	14,7	85,0
	МГС-2	$9 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	22,7	76,8
	МГС-3	$7 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	4,8	94,8
	Вакуум	$2 \cdot 10^3$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	—	—
25	МГС-1	$2 \cdot 10^3$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	14,1	85,5
	МГС-2	$5 \cdot 10^3$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	21,2	78,2
	МГС-3	$3 \cdot 10^3$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	3,3	96,2
	Вакуум	$8 \cdot 10^3$	не виявл.	не виявл.	не виявл.	—	—

Це пов'язано з розчиненням вуглекислого газу в продукті і збільшення вмісту кисню, який надходив в упаковку через стінки полімерного пакета, але його концентрація була в межах допустимих значень і не перевищувала 0,5% протягом всього терміну зберігання.

Таким чином, аналіз експериментальних даних дозволив зробити висновок про доцільність використання МГС-1 порівняно з МГС-3 та вакуумною упаковкою.

#### **3.4.2. Вплив складу МГС на мікробіологічні показники варених ковбасних виробів**

З метою отримання інформації про вплив МГС на стійкість сосисок до псування при зберіганні, були виконані мікробіологічні дослідження, в ході яких визначали кількість аеробних мезофільних і факультативних анаеробних мікроорганізмів (МАФМ), наявність молочно-кислих бактерій, дріжджів та сульфітрeredуючих клостридій. Отримані дані наведено у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 Зміна мікробіологічних показників сосисок у процесі зберігання при  $t = 4 \pm 2^\circ\text{C}$  залежно від типу оболонки та упаковки

Тип оболонки	Склад МГС	Період зберігання, діб	Мікробіологічні показники			
			МАФАМ не більше $1 \cdot 10^3$ КУО/г	Дріжджі в 0,1 г.	Сульфід-редуючі клостридії в 0,1 г.	Молочно-кислі бактерії в 0,1 г.
1	2	3	4	5	6	7
Сосиски "Віденські"	МГС-1	0	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		7	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		15	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		20	$3 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		25	$2 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7
Сосиски "Франкфуртські"	МГС-1	0	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		7	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		15	$1 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		20	$1 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		25	$8 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Сосиски "Віденські"	МГС-3	0	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		7	$3 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		15	$2 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		20	$4 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		25	$5 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Сосиски "Франкфуртські"	МГС-3	0	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		7	$3 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		15	$6 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.

		20	$8 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		25	$9 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Сосиски "Віденські"	вакуум	0	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		7	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		15	$7 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		20	$2 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		25	$2 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Сосиски "Франкфуртські"	вакуум	0	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		7	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		15	$4 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		20	$6 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.
		25	$9 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.	не виявл.

При їх проведенні не було виявлено наявності молочно-кислих бактерій, дріжджів і сульфїтредукуючих клостридій, а значення МАФAM протягом усього періоду зберігання знаходяться в межах нормованих показників.

Результати мікробіологічних досліджень дають підстави стверджувати, що комплексне використання двох видів захисних засобів – сосисочної оболонки та МГС – дає можливість запобігти псуванню продукції навіть на 25-ту добу зберігання, при тому, що термін придатності сосисок згідно ДСТУ 4436 становить 15 діб.

Аналіз наведених даних (табл. 3.10) показує, що в жодному зразку через 25 діб зберігання МАФAM не перевищив нормативного рівня  $1 \cdot 10^3$  КУО/г.

Ризики зниження якості упакованої продукції можуть бути не пов'язані з мікробіологічними процесами. Відомо, що при тривалому зберіганні м'яса і м'ясної продукції його функціонально-технологічні характеристики знижуються внаслідок денатураційних змін білків.

У зв'язку з цим, паралельно з мікробіологічними дослідженнями, було проведено органолептичні і фізико-хімічні дослідження варених сосисок ковбас, упакованих в умовах МГС і вакууму на різних етапах зберігання.

### 3.4.3. Вплив складу МГС на органолептичні показники

В подальших дослідженнях вивчили вплив виду упаковки на органолептичні показники сосисок, при проведенні експерименту визначали також кількість і ступінь прозорості бульйону, що виділяється з продукту і накопичується всередині упаковки в процесі зберігання.

Для експерименту були вироблені сосиски в проникній поліамідній та колагеновій оболонках, які упаковували в суміші вуглекислого газу та азоту у співвідношенні 20% та 80% відповідно (МГС-1), 30% на 70% (МГС-3), як контроль служила продукція, упакований під вакуумом. Упаковки сосисок зберігали при температурі  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ , дослідження проводили на 1, 7, 15, 20 та 25 добу зберігання.

Після розкриття упаковок проводили органолептичні дослідження, результати яких представлені на рис. 3.1. та у табл. 3.11.

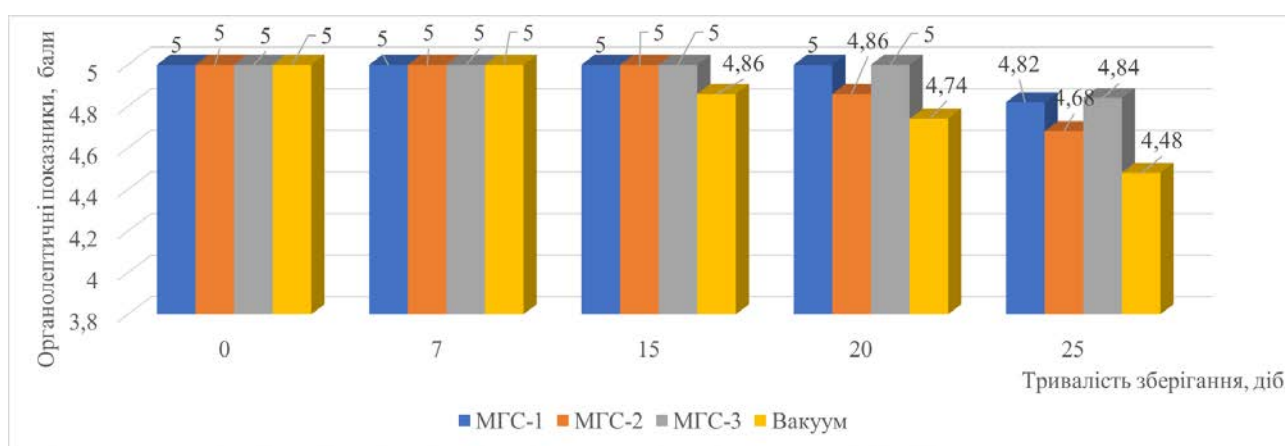


Рис. 3.1. Органолептичні показники сосисок при у вакуумному упакованні та в МГС після вироблення

Отримані дані виявили вплив типу оболонки та виду упаковки на органолептичні показники сосисок. Колір, запах, зовнішній вигляд продукції

відповідав даному типу продукту протягом 20 діб, проте спостерігалось відділення рідкої фази.

У партіях, упакованих у МГС-1 та МГС-3, виділення рідини, як правило, мало місце після 20 діб зберігання, а в контрольних вакуумних упаковках – вже після 7-ї доби, тобто спостерігалось явище синерезису – відділення вільної або слабозв'язаної вологи із продукту.

Найбільше явище синерезису характерно для продукції у вакуумній упаковці, що обумовлено впливом підвищених тисків на зразки. Серед різних типів упаковки мінімальний синерезис відзначався в упаковках з МГС-1.

Крім того спостерігалися зміни в стані сосисочних оболонок у процесі зберігання: зокрема, колагенова оболонка на 20-25 добу зберігання набухала і розшаровувалася, що по всій видимості є наслідком явища синерезису, кращі органолептичні показники відповідали сосискам, виробленим в проникній поліамідній оболонці.

Таблиця 3.11

Вплив МГС та вакууму на органолептичні показники сосисок у процесі зберігання

Тип оболонки / склад МГС	Зовнішній вигляд, колір, запах, на добу зберігання				
	1-а доба	7 діб	15 діб	20 діб	25 діб
1	2	3	4	5	6
Сосиски "Віденські"/ МГС-1	Слабкий запах копчення і кислинка, сосиски трохи вологі, світлі				
	після зняття оболонки скоринка підсихання на сосисці тонка, м'яка				рідина в пакеті каламутна
Сосиски "Франкфуртські"/МГС-1	Запах копчення і кислинка, сосиски світло-коричневого кольору				
	трохи вологі, через високу адгезію оболонки скоринка підсихання частково знімається разом з оболонкою	трохи вологі		вологі, мутність рідини, оболонка дещо розшаровується	вологі, рідина каламутна, враження, що оболонка розшаровується
Сосиски "Віденські"/ МГС-3	Слабкий запах копчення, сосиски світлі, вологі,				
	після зняття оболонки скоринка підсихання на				переважанням запаху кислоти,

	сосиску тонка, м'яка		рідина в пакеті прозора
Сосиски "Франкфуртські"//МГС-3	Запах копчення, сосиски світло-коричневого кольору, вологі,		
	через високу адгезію оболонки скоринка підсихання частково знімається разом з оболонкою		рідина в пакеті мутна
Сосиски "Віденські"/вакуум	Слабкий запах копчення та кислинка сосиски вологі, світлі		
		рідина в пакеті желеподібна	
Сосиски "Франкфуртські"// вакуум	Запах копчення і кислинка, сосиски світло-коричневого кольору, вологі,		
	через високу адгезію оболонки, скоринка підсихання частково знімається разом з оболонкою.	рідина в пакеті каламутна	

#### 3.4.4. Вплив МГС і вакууму на втрати при зберіганні

При проведенні досліджень органолептичних показників було виявлено явище синерезису – відділення вільної або слабозв'язаної вологи з продукту. Вільну рідину зливали з пакетів і визначали її кількість, також визначали кількість рідкої фази, яка залишалася в упаковках, шляхом зважування розкритої упаковки (без продукту) та порівняння його маси з вихідною масою пакета до упаковки сосисок.

Отримані дані наведено на рис. 3.2-3.4.

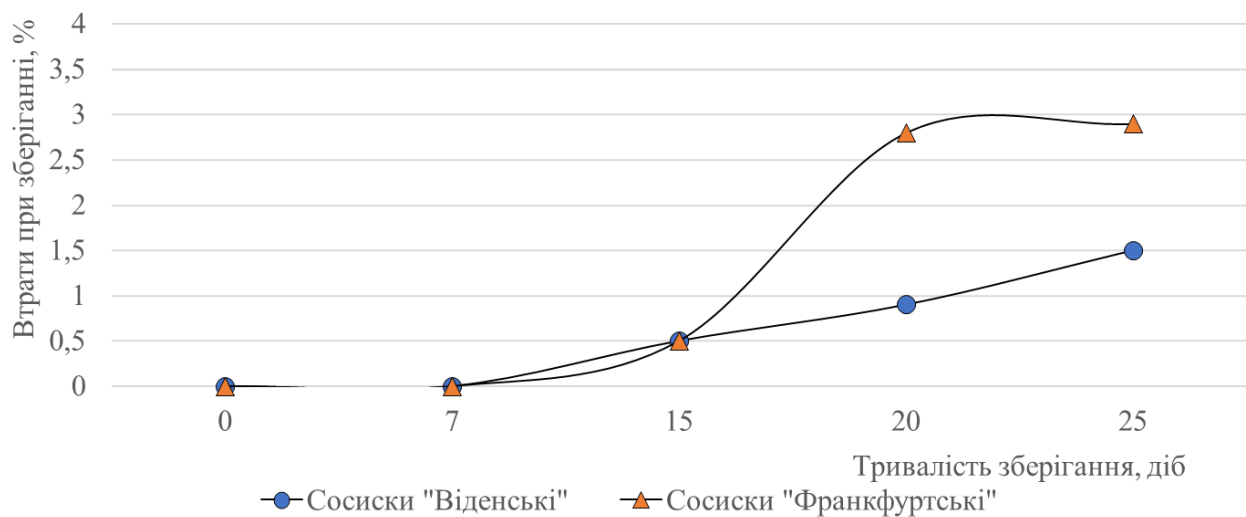


Рис. 3.2 Зміни величини втрат маси сосисок у процесі зберігання при упакованні в МГС-1

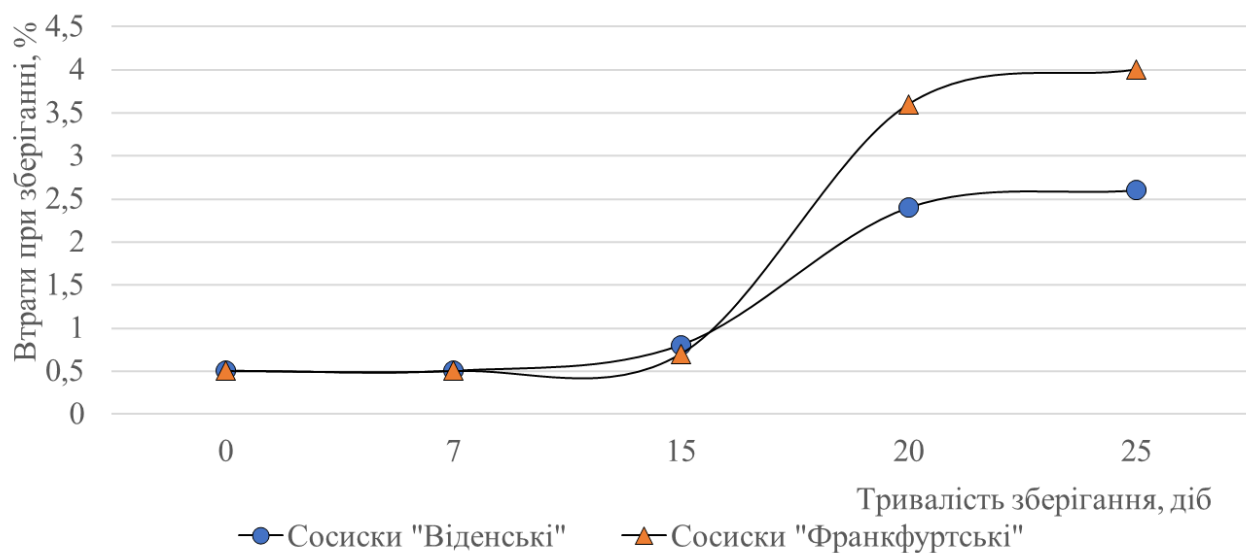


Рис. 3.3 Зміни величини втрат маси сосисок у процесі зберігання при упакованні в МГС-3

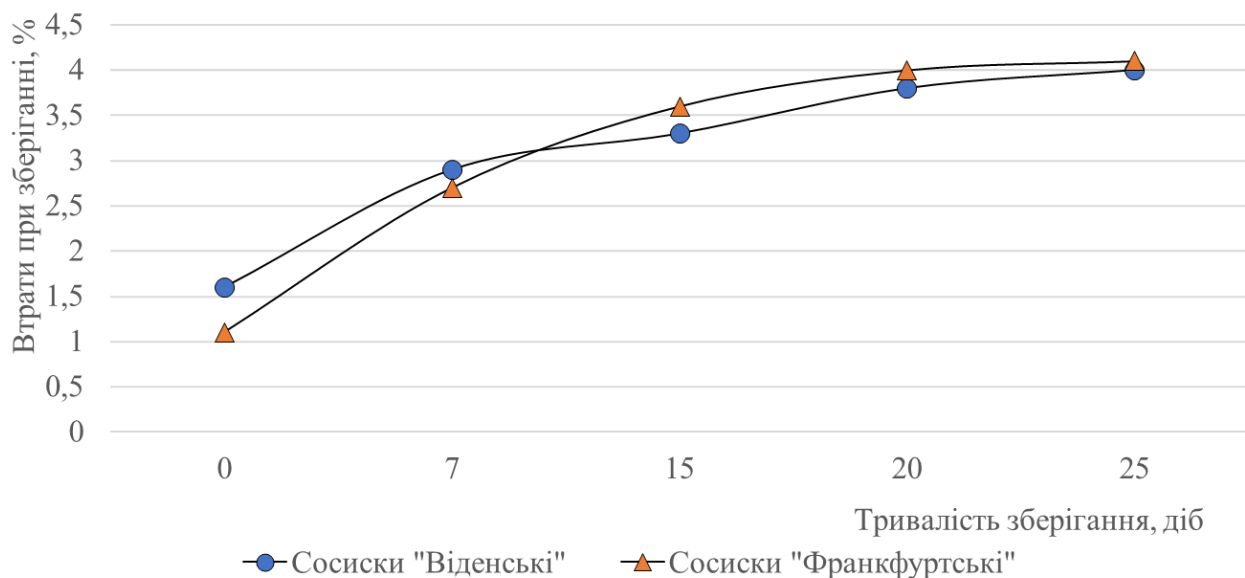


Рис. 3.4 Зміни величини втрат маси сосисок у процесі зберігання при упакованні в вакуумі

Як випливає з наведених даних, динаміка процесу втрат маси продукції істотно змінюється в залежності від тривалості зберігання: протягом перших 15 днів зберігання величина втрат маси сосисок, упакованих у МГС-1, не перевищувала 0,55%; при подальшому зберіганні втрати маси різко зростали (до 15-29%).

Для сосисок, упакованих під вакуумом, істотні зміни маси (1-3%) мали місце після першої доби зберігання. Враховуючи, що зміни маси у сосисок, упакованих під вакуумом і МГС, багато в чому обумовлені явищем синерезису, тобто мимовільним стисненням матриксу гелів і високомолекулярних дисперсних структур.

Результати аналізу сукупності отриманих експериментальних даних дозволили зробити висновок, що, виходячи з необхідності зниження кількості втрат та ступеня синерезису у процесі зберігання, найбільш доцільним є застосування МГС-1 та обмеження тривалості зберігання 20 днів.

#### 3.4.5. Вплив складу МГС на фізико-хімічні характеристики

Беручи до уваги, що застосування МГС має забезпечити не тільки збереження органолептичних показників та зниження рівня втрат маси при

зберіганні, але й стабілізувати фізико-хімічні показники якості сосисок, вивчили вплив складу МГС на характер зміни показника активності води ( $a_w$ ), ступінь гідролізу та окиснення ліпідів у процесі зберігання.

За результатами проведених експериментів отримано дані, наведені у табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Зміна показника активності води ( $a_w$ ) у процесі зберігання  
франкфуртських сосисок

Тип оболонки	Склад МГС	Період зберігання, діб				
		0	7	15	20	25
		Показник активності води ( $a_w$ )				
Сосиски "Віденські"	МГС-1	0,9762	0,9754	0,9745	0,9734	0,9730
Сосиски "Франкфуртські"	МГС-1	0,9776	0,9763	0,9758	0,9734	0,9731
Сосиски "Віденські"	МГС-3	0,9755	0,9745	0,9734	0,9731	0,9728
Сосиски "Франкфуртські"	МГС-3	0,9757	0,9755	0,9745	0,9739	0,9736
Сосиски "Віденські"	вакуум	0,9756	0,9754	0,9748	0,9744	0,9742
Сосиски "Франкфуртські"	вакуум	0,9751	0,9752	0,9750	0,9747	0,9745

Наведені дані свідчили про те, що вид упаковки не мали істотного впливу на величину  $a_w$ . При цьому відзначено деяке зниження абсолютних значень активності води по мірі подовження періоду зберігання, що, очевидно, обумовлено зменшенням частки, слабозв'язаної вологи, яка випаровується в процесі зберігання.

#### 3.4.6. Вплив складу МГС на окисно-гідролітичні зміни ліпідів

Відомо, що в процесі зберігання ковбасних виробів, що містять жир, відбуваються окислювальні процеси як в результаті контакту з киснем повітря, так і при взаємодії з адсорбованим киснем раніше. Розчинність у жирі кисню

повітря є причиною його окисного псування. Результати дослідження ступеня окиснення ліпідів при зберіганні сосисок наведено у табл. 3.13, 3.14.

Таблиця 3.13

Зміна кислотного числа у процесі зберігання сосисок

Тип оболонки	Склад МГС	Період зберігання, діб				
		0	7	15	20	25
		Кислотне число мг КОН/г				
"Віденські"	МГС-1	1,57	2,58	2,67	2,91	3,02
"Франкфуртські"	МГС-1	1,32	2,56	2,75	2,90	3,14
"Віденські"	МГС-3	1,56	2,02	2,19	2,36	2,42
"Франкфуртські"	МГС-3	1,15	2,40	2,51	2,61	2,73
"Віденські"	вакуум	1,93	2,31	2,34	2,53	2,72
"Франкфуртські"	вакуум	1,68	1,83	1,91	2,03	2,11

Таблиця 3.14

Зміна пероксидного числа у процесі зберігання сосисок

Тип оболонки	Склад МГС	Період зберігання, діб				
		0	7	15	20	25
		Пероксидне число, ммоль акт. O <sub>2</sub>				
"Віденські"	МГС-1	1,12	2,28	2,61	2,68	2,76
"Франкфуртські"	МГС-1	1,94	3,42	4,13	4,68	4,73
"Віденські"	МГС-3	2,90	3,83	3,98	4,09	4,21
"Франкфуртські"	МГС-3	2,28	3,75	3,83	3,99	4,12
"Віденські"	вакуум	1,06	1,37	1,57	1,63	1,77
"Франкфуртські"	вакуум	1,29	1,56	1,86	2,07	2,14

Аналіз наведених даних показує, що в жодному зразку через 25 діб зберігання значення КЧ та ПЧ не перевищили нормативного рівня (КЧ<sub>кр</sub> = 4,0 мг КОН, ПЧ<sub>кр</sub> = 10,0 ммоль активного O<sub>2</sub>).

Для порівняння та вибору найкращого складу МГС у порівнянні з використанням вакууму було розраховано характеристики зростання КЧ (табл. 3.15) та ПЧ (табл. 3.16), зокрема середній приріст показника за добу, або швидкість зростання ( $V_{\text{кч}}$  та  $V_{\text{пч}}$ ) та відношення значення показника в кінці періоду зберігання до початкового значення ( $O_{\text{кч}}$ ,  $O_{\text{пч}}$ ).

Таблиця 3.15

Характеристика зростання кислотного числа сосисок у процесі зберігання при  $t = 4 \pm 2^\circ\text{C}$

Тип оболонки	Склад МГС	Характеристика зростання	
		$V_{\text{кч}}$ мг КОН за добу	$O_{\text{кч}}$
"Віденські"	МГС-1	0,061	1,97
"Франкфуртські"	МГС-1	0,073	2,38
"Віденські"	МГС-3	0,036	1,57
"Франкфуртські"	МГС-3	0,064	2,04
"Віденські"	вакуум	0,032	1,42
"Франкфуртські"	вакуум	0,019	1,28

Таблиця 3.16

Характеристика зростання пероксидного числа сосисок у процесі зберігання при  $t = 4 \pm 2^\circ\text{C}$

Тип оболонки	Склад МГС	Характеристика зростання	
		$V_{\text{пч}}$ ммоль акт. $O_2$ за добу	$O_{\text{пч}}$
"Віденські"	МГС-1	0,065	2,46
"Франкфуртські"	МГС-1	0,032	1,42
"Віденські"	МГС-3	0,057	1,49
"Франкфуртські"	МГС-3	0,071	1,78
"Віденські"	вакуум	0,029	1,69
"Франкфуртські"	вакуум	0,033	1,65

Аналіз даних таблиці 3.14 показав, що в цілому зростання кислотного числа у франкфуртських сосисках відбувалося дещо повільніше ( $V_{\text{кч}} =$  від 0,019 до 0,073 мг КОН за добу) зростання ПЧ ( $V_{\text{пч}} =$  від 0,029 до 0,095 ммоль активного  $O_2$  добу).

У той же час, тип склад МГС по-різному впливали на зростання кислотного та пероксидно числа. Кислотне число найбільш швидко зростало в франкфуртських сосисках, вироблених в колагеновій оболонці у поєднанні з МГС-1 або з МГС-3 ( $V_{\text{кч}} -$  від 0,064 до 0,073 мг КОН), а пероксидне число найбільш швидко зростало в сосисках, вироблених в проникній поліамідній оболонці у поєднанні з МГС-1 та колагеновій оболонці у поєднанні з МГС-3 або ВАК ( $V_{\text{пч}} =$  від 0,065 до 0,071 ммоль активного  $O_2$ ).

#### **3.4.7. Вплив типу оболонки та складу МГС на спектральні характеристики**

Для отримання більш точного уявлення про зміни показників інтенсивності кольору сосисок у процесі зберігання використовували, метод визначення стійкості забарвлення м'ясопродуктів, заснований на вимірюванні колірних характеристик свіжого зрізу. Під стійкістю відповідно до цього методу розуміють здатність готового продукту зберігати початкові колірні характеристики під впливом нього певних чинників, таких як кисень повітря, світло та інших.

Результати колірних досліджень, наведені в таблиці 3.16 показали, що дослідні зразки за базовими інтегральними показниками кольору ( $L$ ,  $a$  та  $b$ ) принципівих відмінностей не мали. Причому в процесі зберігання відзначалося деяке зниження їх значень (на 0,8-1,5%) по відношенню до вихідних даних, що призвело до незначного, візуально-визначеного потемніння, по мірі подовження тривалості зберігання. Проте, цей ефект переважно починав проявлятися після 20-25 діб зберігання. В цілому середній показник стійкості кольору навіть при максимальних термінах зберігання становив 98,5-99,2%.

Таблиця 3.17 Результати дослідження колірних показників сосисок, упакованих у МГС та під вакуумом

Тип оболонки та склад МГС	Період зберігання, діб	Кольорові координати CIELab					
		L (інтенсивність світлого відтінку)		a (інтенсивність червоного кольору)		b (інтенсивність жовтого кольору)	
		Значення	Стійкість кольору, %	Значення	Стійкість кольору, %	Значення	Стійкість кольору, %
Сосиски "Віденські" в МГС-1	0	61,348	-	13,765	-	12,779	-
	10	60,846	-	13,641	-	12,691	-
	20	60,427	98,5	13,586	98,7	12,574	98,4
Сосиски "Франкфуртські" в МГС-1	0	61,684	-	14,264	-	12,831	-
	10	61,543	-	14,127	-	12,741	-
	20	61,128	99,1	14,064	98,6	12,677	98,8
Сосиски "Віденські" в МГС-3	0	61,348	-	13,765	-	12,779	-
	10	61,042	-	13,624	-	12,683	-
	20	60,673	98,9	13,570	98,5	12,611	98,6
Сосиски "Франкфуртські" в МГС-3	0	61,684	-	14,264	-	12,831	-
	10	61,153	-	14,151	-	12,769	-
	20	60,882	98,7	14,064	98,6	12,625	98,4
Сосиски "Віденські" в вакуумі	0	61,348	-	13,765	-	12,779	-
	10	61,072	-	13,638	-	12,682	-
	20	60,857	99,2	13,599	98,8	12,574	98,4
Сосиски "Франкфуртські" в вакуумі	0	61,684	-	14,264	-	12,831	-
	10	61,429	-	14,182	-	12,758	-
	20	61,005	98,9	14,078	98,7	12,686	98,5

Аналіз результатів досліджень колірних показників франкфуртських сосисок, незалежно від виду упаковки свідчив про те, що в процесі зберігання франкфуртських сосисок, показники інтенсивності світлого, червоного та жовтого відтінків знизилися дуже незначно. Сосиски стали темнішими на 20 добу зберігання на 1-1,5%, такі зміни пов'язані з незначними окисними процесами, що відбуваються в сосисках у процесі зберігання.

### **3.5. Дослідження впливу тривалості періоду з моменту закінчення процесу виробництва варених ковбасних виробів до початку процесу пакування в МГС на мікробіологічні показники**

Відомо, що час з моменту закінчення технологічного процесу виготовлення сосисок до початку процесу пакування, при дотриманні умов та режимів зберігання продукції, встановлених нормативною документацією, не повинен перевищувати для сосисок – 2 години. Однак у виробничих умовах можуть відбуватися деякі збої і вироби можуть бути незапакованими більше 2-х годин. Відповідно до схеми постановки експерименту було передбачено конкретизувати тривалість періоду після закінчення процесу виробництва до початку процесу пакування сосисок МГС.

На даному етапі, зважаючи на результати попередніх досліджень, до складу МГС входило 20% CO<sub>2</sub> та 80% N<sub>2</sub> (МГС-1).

Тип сосисочної оболонки - колагеновий, обраний як більш небезпечний, виходячи з раніше отриманих даних. Як граничні умови обрані такі тимчасові цикли витримки продукції: 2-9-12-24 год. Тривалість подальшого зберігання – до 25 діб при температурі 4±2°C.

Результати органолептичних та мікробіологічних досліджень, наведені у табл. 3.18 показують, що, незважаючи на суттєві відмінності в тривалості періоду, що передує упаковці сосисок в МГС значення мікробіологічних показників у всіх вивчених зразках протягом періоду зберігання не перевищували регламентованого рівня, (не більше 1·10<sup>3</sup> КУО/г).

Вплив тривалості витримки сосисок перед упаковкою на зміну  
мікробіологічних показників у процесі зберігання МГС-1.

Тривалість витримки сосисок перед упакуванням, год	Період зберігання, діб	ОП (макс. 5 балів	Показатели		
			МАФАМ, <math>1 \cdot 10^3</math> КУО/г	Молочно- кислі бактерії	Дріжджі БГКП, в 0,1 г
1	2	3	4	5	6
2	0	4,92	$<1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.
	5	4,81	$<1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.
	10	4,77	$<1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.
	15	4,74	$1 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	20	4,68	$2 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	25	4,45	$4 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
9	0	4,90	$<1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.
	5	4,83	$<1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.
	10	4,76	$1 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	15	4,72	$2 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	20	4,69	$3 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	25	4,42	$4 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
12	0	4,91	$<1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.
	5	4,80	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.
	10	4,76	$2 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	15	4,73	$3 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	20	4,66	$5 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	25	4,44	$6 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
24	0	4,88	$1 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.
	5	4,80	$2 \cdot 10^1$	не виявл.	не виявл.

1	2	3	4	5	6
24	10	4,72	$4 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	15	4,68	$6 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	20	4,61	$8 \cdot 10^2$	не виявл.	не виявл.
	25	4,40	$1 \cdot 10^3$	не виявл.	не виявл.

Величини МАФAM на етапі упаковки та в перші п'ять днів зберігання практично не відрізнялися, що пояснюється наявністю газів, які інгібують розвиток псування. Відмінності у значеннях загального мікробного числа починають виявлятися на 15 добу зберігання, а до 25-ї доби рівень МАФAM досягає критичного рівня лише в одній партії – упакованій після витримки готових сосисок протягом 24 год. Зазначено, що в жодному з досліджених зразків не виявлено МКБ, БГКП та дріжджі.

Оцінка органолептичних показників продукції у всіх зразків монотонно знижується протягом усього терміну зберігання.

Аналіз отриманих даних дозволяє дійти висновку про те, що як з урахуванням організаційно-виробничих умов, так і з позицій дотримання гарантованої безпеки продукції, максимальний час з моменту закінчення виробничого процесу до початку процесу пакування сосисок перед упаковкою в МГС не повинна перевищувати 12 год.

### Висновки по розділу 3

Виходячи з проведених досліджень щодо визначення найбільш раціональної МГС, можна зробити висновок, що максимального збереження показників якості та безпеки сосисок, дозволяє домогтися МГС із вмістом  $\text{CO}_2$  – 20% та  $\text{N}_2$  – 80%. Результати мікробіологічних досліджень дають підстави стверджувати, що комплексне використання двох видів захисних засобів – сосисочної оболонки та МГС – дає можливість запобігти псуванню продукції навіть на 25-у добу зберігання. Виходячи з проведених досліджень з вивчення впливу типу оболонки та виду МГС на мікробіологічні показники, зробили

висновок, що пакування сосисок у МГС-1 дозволяє максимально інгібувати зростання мікроорганізмів, незалежно від типу оболонки.

Отримані дані виявили вплив типу оболонки та виду упаковки на органолептичні показники сосисок. Колір, запах, зовнішній вигляд продукції відповідав даному типу продукту протягом 20 діб, проте спостерігалось відділення рідкої фази. Найбільше відділення рідини спостерігалось у продукції у вакуумній упаковці, що з впливом підвищених тисків на продукцію. Крім того, колагенова оболонка на 20-25 добу зберігання набухала і розшаровувалася, що очевидно є наслідком явища синерезису.

Результати проведених експериментальних досліджень дозволили зробити висновок, що в процесі зберігання найбільш доцільним є використання поліамідних оболонок в сукупності з МГС-1.

Динаміка зміни показників активності води відображає те, що тип оболонки та вид упаковки не впливають на її величину. Вивчення змін кислотних і пероксидних чисел, дозволяє зробити висновок, що зростання ПЧ у сосисках відбувається швидше за зростання КЧ, проте не досягає критичних значень протягом усього періоду зберігання сосисок. Слід зазначити, що найбільш інтенсивне зростання показників КЧ і ПЧ відзначається у сосисок, вироблених в колагеновій оболонці.

Порівняльний аналіз комплексу експериментальних даних, отриманих з використанням фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних методів дослідження дає підстави дійти висновку про те, що, незважаючи на задовільний рівень мікробіологічних та фізико-хімічних (КЧ, ПЧ,  $a_w$ ) показників, стан структури та кольору протягом всього 25-добового зберігання, суттєвим та обмежуючим тривалість зберігання сосисок фактором є синерезис, що викликає втрату маси продукту, погіршення органолептичних показників та провокуючий розвиток гнильної мікрофлори. При цьому за сукупністю вивчених показників термін зберігання сосисок МГС може бути рекомендований в межах 20 діб.

## Розділ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В ковбасному цеху відповідно до рецептур складається калькуляція собівартості виробу. Плануються видатки на тонну готового продукту, повна собівартість виробів з урахуванням ПДВ, ППР, фонду зарплати, соціальний внесок, формується оптово-відпускна ціна, згідно торгової надбавки. Собівартість продукції складається з витрат сировини, як основної сировини - м'яса, меланжу, вершків так і допоміжних матеріалів – солі, спеці, й добавок.

Кількість основної сировини розраховується за формулою:

$$A_{\text{осн.}} = A_{ij} \cdot \frac{100}{n_{ij}}, \text{ кг} \quad (5.3)$$

де  $n_{ij}$  - норма виходу продукту, % до маси сировини.

Норма виходу сосисок "Франкфуртські" вс складає 130%:

$$A_{\text{осн.}} = 1000,0 \cdot \frac{100}{130} = 769,23 \text{ кг}$$

Результати розрахунків основної сировини наведено в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 Розрахунок кількості основної сировини

Назва продукту	Вихід, %	Кількість основної сировини, кг
Сосиски "Франкфуртські" вс	130	769,23
Сосиски "Віденські" вс	135	740,74

Таблиця 5.2 Розрахунок вартості основної сировини для сосисок  
"Франкфуртські" вс

№	Потреба в сировині та матеріалах	Норма, кг на 100 кг	Потреба, кг/т	Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, тис. грн.
1	Свинина жилована нежирна	45	346,2	160	55,38
2	Свинина жилована напівжирна	20	153,8	136	20,92
3	Свинина жилована жирна	32	246,2	104	25,60
4	Вершки сухі	2	15,4	220	3,38
5	Вода на гідратацію	1	7,7	0,1	0,0008
	<b>Всього</b>	<b>100</b>	<b>769,2</b>		<b>105,29</b>

Таблиця 5.3 Розрахунок вартості основної сировини для сосисок "Віденські" вс

№	Потреба в сировині та матеріалах	Норма, кг на 100 кг	Потреба, кг/т	Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, тис. грн.
1	Свинина жилована нежирна	45	333,3	160	53,33
2	Свинина жилована напівжирна	15	111,1	136	15,11
3	Свинина жилована жирна	35	259,3	104	26,96
4	Молоко сухе	3	22,2	122	2,71
5	Яєчний порошок	0,5	3,7	170	0,63
6	Вода на гідратацію	1,5	11,1	0,1	0,0011
	<b>Всього</b>	<b>100</b>	<b>740,7</b>		<b>98,75</b>

Таблиця 5.4 Розрахунок вартості допоміжних матеріалів для сосисок "Франкфуртські" вс

№	Найменування допоміжних матеріалів	Норми витрат, кг на 100 кг	Потреба, кг	Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, тис. грн.
1	Сіль кухонна	2,4	18,4615	7,9	0,146
2	Натрій азотнокислий	0,0068	0,0523	105	0,005
3	Цукор-пісок	0,2	1,5385	16	0,025
4	Спеція Аромат свинини	0,9	6,9231	580	4,015
5	Спеція Лікарська Комбі CPF	0,9	6,9231	620	4,292
6	Спеція Файне Екстра комплет	0,025	0,1923	340	0,065
7	Спеція Сосиски ніжні	0,8	6,1538	532	3,274
8	Спеція Турбофікс	0,6	4,6154	650	3,000
9	Спеція Вітацель WF-400R	0,2	1,5385	450	0,692
10	Колагенова оболонка NDX 17, 20 мм, тис.м	0,5	3,8462	5,7	0,022
	<b>Всього</b>				<b>15,515</b>

Таблиця 5.5 Розрахунок вартості допоміжних матеріалів для сосисок

"Віденські" вс

№	Найменування допоміжних матеріалів	Норми витрат, кг на 100 кг	Потреба, кг	Ціна за 1 кг, грн.	Вартість, тис. грн.
1	Сіль кухонна	2,3	17,037	7,9	0,135
2	Натрій азотнокислий	0,0068	0,050	105	0,005
3	Спеція Аромат свинини	0,3	2,222	580	1,289
4	Спеція Гусарська ковбаса	0,23	1,704	680	1,159
5	Спеція Лікарська Комбі CPF	0,9	6,667	620	4,133
6	Спеція Файне Екстра комплет	0,01	0,074	340	0,025
7	Поліамідна димопроникна оболонка, 20 мм, тис. м	0,50	3,704	1,55	0,006
	<b>Всього</b>				<b>6,752</b>

Таблиця 5.8 Розрахунок за статтею «Паливо та енергія на технологічні цілі»

№	Вид енергоресурсів	Витрати на 1 т продукції	Ціна за одиницю, грн	Вартість, тис. грн.
1	Вода, м <sup>3</sup>	16	30,4	0,486
2	Холод, кДж	0,1042	3800,0	0,396
3	Пара, т	0,06	4200,0	0,252
4	Стиснене повітря, м <sup>3</sup>	89	8,4	0,748
5	Газ, м <sup>3</sup>	17	65,0	1,105
6	Ел. енергія, кВт/год	65	8,8	0,572
	<b>Всього</b>			<b>3,559</b>

### Стаття витрат «Основна заробітна плата»

Фонд основної заробітної плати робітників, що виробляють даний вид продукції та перебувають на відрядній формі оплати праці розраховується, виходячи з розцінки 1т продукції та її кількості. Відрядна розцінка за

виробництво 1 т сосисок становить 950 грн.

**Стаття витрат «Додаткова заробітна плата»**

Витрати складають 20% від фонду основної заробітної плати робітників:

$$950 \cdot 20/100 = 190 \text{ грн/т}$$

**Стаття витрат «Відрахування до єдиного соціального фонду»**

Витрати складають 22,0% від суми фонду основної заробітної плати і додаткової заробітної плати:

$$(950+490) \cdot 22,0 / 100 = 250,8 \text{ грн/т}$$

**Стаття витрат «Витрати, пов'язані з розробкою та освоєнням нової продукції»** приймається в розмірі 10% від фонду основної заробітної плати

$$950 \cdot 10/100 = 95 \text{ грн/т}$$

**Стаття витрат «Витрати на утримання й експлуатацію обладнання»** приймається в розмірі 60% від фонду основної заробітної плати:

$$950 \cdot 60/100 = 570 \text{ грн/т}$$

**Стаття витрат «Загальновиробничі витрати»** приймається в розмірі 300% від фонду основної заробітної плати:

$$950 \cdot 300/100 = 2850 \text{ грн/т}$$

**Стаття витрат «Адміністративні витрати»** приймається в розмірі 2% від виробничої собівартості.

**Стаття витрат «Витрати на збут»** приймається в розмірі 1% від виробничої собівартості продукції.

**Стаття витрат «Інші операційні витрати»** приймається в розмірі 0,1% від виробничої собівартості.

Дані розрахунків виробничої собівартості та повних витрат на виробництво наведені в табл. 5.9

## Розрахунок повних виробничих витрат на виробництво сосисок

Статті витрат	Вартість витрат, тис. грн	
	Сосиски "Франкфуртські" вс	Сосиски "Віденські" вс
1	2	3
Сировина і основні матеріали	120,67	129,29
Допоміжні матеріали на технологічні цілі	102,352	109,662
Паливо і енергія на технологічні цілі	0,627	0,627
Основна заробітна плата	0,45	0,45
Додаткова заробітна плата	0,09	0,09
Відрахування на єдиний соціальний внесок	0,222	0,222
Витрати, пов'язані з освоєнням та підготовкою виробництва продукції	0,045	0,045
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	0,27	0,27
Загальновиробничі втрати	1,35	1,35
<b>Виробнича собівартість</b>	<b>226,07</b>	<b>242,00</b>
Адміністративні витрати (2%)	4,521	4,840
Витрати на збут (1%)	2,261	2,420
Інші операційні витрати (0,1%)	0,226	0,242
<b>Собівартість на весь обсяг</b>	<b>233,08</b>	<b>249,50</b>

**Розрахунок економічної ефективності****Ціна на продукцію**

$$Ц = СВ + Прн$$

де, СВ – собівартість продукції. тис. грн.;

Прн - прибуток по нормі рентабельності, (20%)%;

$$Ц_1 = 133,28 + 133,28 * 24 / 100 = 165,27 \text{ тис.грн}$$

$$Ц_2 = 116,40 + 116,40 * 24 / 100 = 144,34 \text{ тис.грн}$$

**Дохід:**

$$Д = Ц_{1Т} * V$$

де,  $Ц_{1Т}$  – ціна за одну тону продукції, тис.грн.;

$V$  – обсяг виробленої продукції. т

**Прибуток від реалізації продукції, тис. грн**

$$Пр = Д - СВ$$

**Чистий прибуток**

$$ЧПр = Пр - ППр - ПДВ$$

ППр – податок на прибуток % (18%);

ПДВ – податок на додану вартість % (20%),

**Рентабельність продукції, %**

$$Р = П / С * 100 ;$$

**Витрати на одну гривню обсягу виробництва , грн**

$$В = С / Д;$$

Результати економічної ефективності сосисок зводимо в таблицю 5.10.

Таблиця 5.10

Економічна ефективність впровадження сосисок упакованих в МГС

Статті витрат	№1	№2
Дохід (Д), грн	165,27	144,34
Собівартість (СВ), грн	133,28	116,40
Прибуток (Пр), грн	31,99	27,94
Податок на прибуток (Ппр - 18%), грн	-5,76	-5,03
Податок на додану вартість (ПДВ - 20%), грн	-6,40	-5,59
Чистий прибуток (ЧПр),грн	19,83	17,32
Рентабельність продукції,%	14,9	14,9
Витрати на 1 грн, грн	0,81	0,81

## Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Основоположним законодавчим документом щодо реалізації вказаних у Конституції прав громадян, якими керується підприємство є Закон України «Про охорону праці». В ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» за стан охорони праці відповідає директор, головний технолог виконує обов'язки інженера з охорони праці, який слідкує за виконанням визначених вимог, та проводить інструктаж з охорони праці робітникам, як щодо правил внутрішнього розпорядку, так і щодо правил роботи.

В компанії суворо дотримуються законодавства про працю, норм і правил техніки безпеки. Організуються роботи по атестації робочих місць на відповідність вимогам нормативних актів з охорони праці. Проводиться аналіз причин виробничого травматизму, аварійності, захворювань на виробництві. Ведеться відповідна документація.

Проводяться наступні види інструктажів: вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий та цільовий.

При проведенні вступного інструктажу проводять ознайомлення робітників з загальними правилами охорони праці, питаннями профілактики травматизму.

До роботи допускають фахівців не молодше 18 років, які знають свої обов'язки, вміють поводитися із тваринами, мають навички праці з механізмами, та ті, які пройшли інструктаж з охорони праці та інструктаж безпосередньо на робочому місці.

Працівникам не дозволяється з'являтися на робочому місці у алкогольному або наркотичному сп'янінні. В кабінеті головного технолога знаходиться куток з охорони праці, в якому знаходиться журнал з первинного інструктажу. При прийомі на роботу інженер з охорони праці проводить первинний інструктаж після якого кожний робітник розписується в журналі, що він був ознайомлений з вимогами до охорони праці. Крім того інженер з охорони праці є організатором роботи з охорони праці на кожному робочому місці. Він також вивчає причини нещасних випадків, розробляє міри їх

попередження. Також інженер з охорони праці слідкує за тим, щоб провели інструктаж вже безпосередньо обслуговуючому персоналу на їх робочих місцях.

Головний технолог підприємства проводить інструктажі на робочому місці, слідкує за обладнанням, своєчасним забезпеченням робітників спецодягом і спецвзуттям, за дотриманням робітниками правил техніки безпеки.

Робітники, що обслуговують механізми, проходять повторний інструктаж щоквартально, а інші - не рідше одного разу на шість місяців. У випадку одержання травми будь-ким з робітників проводять позаплановий інструктаж.

Територія комплексу обнесена огорожею, чиста, в нічний час освітлюється. Для працівників передбачений ветсанперепускник, де є кімната відпочинку, роздягальня.

Працівники користуються спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту. Штучне освітлення встановлене у виробничих і побутових приміщеннях, а також у складах.

Оскільки у ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ» підтримується високий рівень безпеки праці, рівень травматизму та нещасних випадків невисокий. Для покращення умов праці усіх робітників забезпечують спецодягом, необхідним обладнанням, засобами індивідуального захисту, медичними аптечками з необхідним набором лікарських засобів. Найчастіше випадки травматизму трапляються взимку - причиною є ожеледиця; пожеж не відбувається. Персонал проінструктований про засоби особистої гігієни, а також правила поводження з забійними тваринами і сировиною.

Ефективність трудової діяльності людини в значній мірі залежить від предмета і знарядь праці, працездатності організму, організації робочого місця, гігієнічних факторів виробничого середовища, які характеризуються умовами праці. Умови праці в ковбасному виробництві диференціюються з урахуванням фактично визначених рівнів і факторів виробничого середовища згідно з

санітарними нормами і правилами, гігієнічними нормативами, з урахуванням можливого шкідливого впливу на стан здоров'я працівників[5].

Робітник, проводить на виробництві значну частину свого життя. Для нормальної життєдіяльності в умовах виробництва необхідно створити такі умови, які б дають змогу плідно працювати, не перевтомлюватись, зберігати здоров'я і працездатність робітників. Цього можна домогтись шляхом компенсування енергетичних витрат відпочинком та регулювання умов оточуючого середовища.

Працездатність людини і її самопочуття залежать від декілька факторів, основним з яких є мікроклімат - комплекс фізичних факторів навколишнього середовища в робочій зоні. Фізичний стан повітряного середовища визначається сполученням температури, відносної вологості і швидкості руху повітря, барометричним тиском та інтенсивністю теплового випромінювання [7].

У виробничих приміщеннях виробництва варених ковбасних виробів в умовах ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» влаштовані вентиляційні пристрої, що забезпечують провітрюваність приміщень, напрямленість руху повітря, що надходить. ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» частково має цехи з відкритим технологічним процесом, у таких приміщеннях передбачено очищення зовнішнього припливного повітря, від пилу в системах механічної припливної вентиляції. Забір повітря для виробничих приміщень проводиться в зоні найменшого забруднення.

У приміщеннях, де відбувається виділення тепла, обладнана припливно-витяжна вентиляція. На деяких робочих місцях влаштовані місцеві відсмоктувачі. Крім того, кожне приміщення виробництва варених ковбасних виробів має додаткове природне провітрювання.

Побутові приміщення підприємства обладнані припливною і витяжною вентиляцією. Однократний повітрообмін дозволяє влаштувати природну припливну і витяжну вентиляцію. На підприємстві постійно проводиться аналіз вмісту шкідливих газів, пари і пилу в робочій зоні виробничих приміщень, за

актами перевірок вміст шкідливих газів, пари, пилу в робочій зоні виробничих приміщень в умовах ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» відповідає санітарним нормам та правилам.

Термічні камери, варильні котли та інші джерела значних виділень парів герметизовані і обладнані місцевими відсмоктувачами.

Викид в атмосферу повітря, що видаляється загальнообмінною вентиляцією і місцевими відсмоктувачами мають пристрої очищення. У виробничих приміщеннях з виділенням шкідливих парів встановлені газоаналізатори, які заблоковані із звуковою і світловою сигналізацією, яка попереджає про небезпечну концентрацію шкідливих речовин.

Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» відповідає нормативним вимогам. Вентиляційні канали, повітровідводи від технологічного устаткування згідно графіка періодично очищають (акти перевірки стану вентиляційний каналів, повітровідводів).

Основним джерелом шуму в робочих зонах виробничих приміщень і території ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» являються: транспортери, подрібнюючі обладнання (вовчки, подрібнювачі морожених блоків, кутери); вентилятори, компресори, парові і водогрійні котли; транспортно-технологічні засоби.

Зниження шуму і вібрації на підприємстві забезпечується такими заходами:

- обмежується швидкості обертання вентиляторів і швидкість руху повітря;
- обладнані системи звукоізоляції;
- проведення періодичних оглядів і заміна (за необхідності) підшипників рухомого обладнання;
- усунення порушень балансування колес, ротора електродвигуна під час проведення ремонтних і налагоджувальних робіт;
- проведення своєчасного планового і попереджувального ремонту машин з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик;

– улаштування огорожень, сигналізації, блокування, попереджувальних написів тощо.

Технічна документація на виробниче обладнання, що створює шум і вібрацію, включає паспорти, де зазначається шумові характеристики і рівні вібрації під час роботи цього устаткування. На підприємстві забезпечений контроль рівнів шуму і вібрації на робочих місцях (один раз на рік). Рівень шуму і вібрації визначається на працюючому обладнанні на холостому режимі і під навантаженням.

Кожен працівник ковбасного цеху несе відповідальність за виконання правил особистої гігієни, стан робочого місця, виконання технологічних і санітарних вимог на своєму робочому місці і своїй ділянці. Під час прийому на роботу, а також впродовж терміну роботи працюючі на підприємстві ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» проходять медичні обстеження у відповідності з вимогами, встановленими санітарно- епідеміологічної служби. Кожний працівник має особисту медичну книжку. Працівники підприємства під час прийому на роботу пройшли підготовку за програмою санмінімуму і здали з особистої гігієни та санітарії (відмітки у відповідному журналі, особиста медична книжка працівника). Один раз у два роки всі працівники проходять навчання і перевірку знань із санітарного мінімуму (відмітки у відповідному журналі, особиста медична книжка працівника). Особи, які не здали санмінімум, до роботи не допускаються.

Згідно з інструкції про порядок проведення медичних обстежень осіб, які поступають на роботу і працюють на харчових підприємствах до роботи в цехах виробництва варених ковбас в умовах ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» працівників, які страждають захворюваннями не допускають (акти медичних обстежень). При аналізі методом анкетування було з'ясовано, що працівники, які мали ознаки хвороби (шлунково-кишкові захворювання, підвищена температура, нагноєння, симптоми інших захворювань) своєчасно повідомляли про хвороби адміністрацію підприємства та зверталися у медичну установу для одержання відповідного лікування.

В обов'язковому порядку працівники виробничих цехів перед початком роботи приймають душ, перевдягаються у чистий спеціальний одяг так, щоб він цілком закривав особистий одяг. Жінки (чоловіки) підбирають волосся під косинку (ковпак). Після закінчення роботи також приймають душ. Заміна спецодягу проводиться працівниками щоденно і за мірою забруднення.

У періоди епідеміологічного неблагополуччя (COVID – 19) працівники цехів перед миттям рук дезінфікують їх 0,2%-ним розчином хлораміну або 0,1%-ним освітленим розчином хлорного вапна. У разі ураження шкіри працівника у вигляді поранень, опіків, гноячок, злущування, пораненні місця обробляються антисептичними розчинами, працівник відстороняється від роботи та звертається у медичний заклад.

Для запобігання попаданню сторонніх предметів у сировину та в готову продукцію забороняється:

- заносити і зберігати в цехах дрібні скляні і металеві предмети (крім металевих інструментів і технологічного інвентарю);
- застібати спецодяг шпильками, голками і зберігати в кишенях халатів предмети особистого вжитку (дзеркала, гребінці, обручки, цигарки, сірники тощо).

Працівники підприємства слідкують за чистотою рук. Нігті на руках зстригають коротко і не покривають їх лаком. Миють руки перед початком роботи і після кожної перерви в роботі, у разі переходу від однієї операції до іншої, після стикання із забрудненими предметами [32] (особисті дослідження при аналізі стану виконання санітарних вимог норм і правил). Вживати їжу під час перерви на обід працівники тільки в їдальнях, кімнатах для вживання їжі, розташованих на території підприємства. В індивідуальних шафах гардеробної харчові продукти не зберігаються.

На основі проведеного аналізу, зробили висновок, що стан організації охорони праці при виробництві варених ковбасних виробів в умовах ПрАТ«АПК-ІНВЕСТ» є задовільним та відповідає нормативно- правовим актам з охорони праці.

## ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

Відповідно до поставленої мети узагальнили і систематизували дані про основні показники якості та безпеки сосисок при їх зберіганні, в залежності від виду МГС, типу оболонки, тривалості зберігання, і на базі їх аналізу сформулювати вимоги до умов упаковки, термінів придатності і термінами реалізації після відкриття упаковки.

В результаті експериментально-аналітичних досліджень представили дві рецептури сосисок "Франкфуртські" вс і "Віденські" вс в колагеновій і поліамідній оболонці.

Дослідили зміну мікробіологічних показників в процесі підготування їх до термічної обробки і встановили, що не дивлячись на деяку відмінність показників різних фаршів після термічної обробки кількість МАФМ зменшується більш ніж на 90%.

Встановили, що тип оболонки при виробництві сосисок у МГС для тривалого зберігання, не впливає на показники якості та безпеки продукції. Запропоновано найефективніше співвідношення газів у складі МГС ( $\text{CO}_2/\text{N}_2 = 20/80\%$ ).

Встановили максимальний термін придатності сосисок, упакованих у МГС-1 ( $\text{CO}_2/\text{N}_2 = 20/80\%$ ) за температури зберігання  $4\pm 2^\circ\text{C}$ , що становить 20 діб.

Виявлено, що штучні білкові оболонки найбільше провокують зневоднення та ущільнення поверхневих шарів сосисок як у вакуумній упаковці, так і в МГС у процесі тривалого зберігання (більше 20 діб).

Обґрунтований максимальний час з моменту закінчення технологічного процесу до пакування готових виробів у МГС-1, він повинен становити не більше 12 год.

Встановлено, що тривалість збереження показників якості та безпеки сосисок після розкриття упаковки з МГС-1 залежить від періоду попереднього зберігання: при зберіганні до 5 діб – протягом 72 годин; до 10 діб – протягом 48 год; до 15 діб – протягом 24 год; до 20 діб – протягом 12 год.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні рекомендації до виконання випускової кваліфікаційної роботи [Електронний ресурс]: на здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса» денної та заочної форм навчання / Уклад.: Л.В. Пешук, О.А. Топчій, О.І. Гащук. – К.: НУХТ, 2019.- 33 с.
2. Стріха Л. О. Біохімія м'яса і м'ясних продуктів : курс лекцій / Л. О. Стріха. – Миколаїв : МНАУ, 2015. – 84 с.
3. Dave, D. & Ghaly, A. E. (2011). Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6(4), 486-510. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2011.486.510>
4. Мікробіологія м'яса та м'ясопродуктів (практикум): навч. посібник./ Власенко В.В., Скибіцький В.Г., Власенко І.Г., Ібатулліна Ф.Ж., Козловська Г.В., Мельник М.В./- Вінниця: «Едельвейс і К», 2008. -308с.
5. Meat Spoilage: A Critical Review of a Neglected Alteration Due to Ropy Slime Producing Bacteria Maria F. Iulietto, Paola Sechi, Elena Borgogni & Beniamino T. Cenci-Goga (2015) Meat Spoilage: A Critical Review of a Neglected Alteration Due to Ropy Slime Producing Bacteria, *Italian Journal of Animal Science*, 14:3, 4011, DOI: 10.4081/ijas.2015.4011
6. Ветеринарна санітарія : курс лекцій / уклад. : А. О. Бондар. – Миколаїв : МНАУ, 2020. – 77 с.
7. The Microbiome of an Active Meat Curing Brine David F. Woods, Iwona M. Kozak, Stephanie Flynn and Fergal O'Gara *Front. Microbiol.*, 11 January 2019 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03346>
8. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології» / А.М. Соломон, Н.М. Казмірук, С.Д. Тузова – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. – 312 с
9. Optimization of biosynthesis parameters, partial purification and characterization of extracellular lipase from soil derived *Streptomyces* sp. Loyola

Lipase-1, P. Praveen Kumar, R. Sagaya Jansi, P. Saravana Kumar et al. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 12, pp. 241–247, 2017.

10. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review Ana Beatriz AMARAL Marcondes Viana da SILVA Suzana Caetano da Silva LANNES *Food Sci. Technol (Campinas)* 38 (Suppl. 1) • Dec 2018 • <https://doi.org/10.1590/fst.32518>

11. Sakowska, A.; Guzek, D.; Głańska, D.; Wierzbicka, A. Carbon monoxide concentration and exposure time effects on the depth of CO penetration and surface color of raw and cooked beef *Longissimus lumborum* steaks. *Meat Sci.* **2016**, 121, 182–188.

12. Жаринов А.И. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Часть 1. М., 1994. – 295 с.

13. Жаринов А.И., Кузнецова О.В., Черкашина Н.А. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Часть 2. М., 1994. 324 с.

14. Myoglobin Chemistry and Meat Color Surendranath P. Suman and Poulson Joseph *Annu Rev Food Sci Technol* . 2013;4:79-99. doi: 10.1146/annurev-food-030212-182623. Epub 2012 Nov 26.

15. Djenane, D.; Beltrán, J.A.; Camo, J.; Roncalés, P. Influence of vacuum at different ageing times and subsequent retail display on shelf life of beef cuts packaged with active film under high O<sub>2</sub>. *J. Food Sci. Technol.* 2016, 53, 4244–4257.

16. Carbon Monoxide in Meat and Fish Packaging: Advantages and Limits Djamel Djenane, Iand Pedro Roncalés *Foods* . 2018 Jan 23;7(2):12. doi: 10.3390/foods7020012.

17. Порча пищевых продуктов: виды, причины и способы предотвращения / Канищева Н.Ю., Телятникова Н.В.// Молодежь и наука. 2017. № 3. С. 26.

18. Основные факторы повышения стойкости мясных продуктов к микробиологической порче / Лисицын А.Б., Семенова А.А., Цинпаев М.А. // Все о мясе. 2007. № 3. С. 16-23.

19. Посібник для малих та середніх підприємств м'ясопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР / Г. Василенко, О. Дорофєєва, Б. Голуб, Г. Миронюк . - Видання перше. — К.: IIFSQ, AMP США, 2011. — 236 с.

20. Зниження вмісту патогенних мікроорганізмів. Системи аналізу ризиків і визначення критичних контрольних точок (НАССР). Кодекс федеральних розпоряджень(CFR) Департаменту сільського госпва США// Офіц. пер. 9-го вид. Федерального реєстру [Текст] / М.: Рос. Представництво США з експорту молока, 2004.

21. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2005, IDT): ДСТУ ISO 22000– 2007 [Текст] / Чинний від 2007-04-02. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 39 с.

22. Підготовка та впровадження системи управління безпечністю продукції на основі концепції НАССР. [Електроний ресурс]. – Режим доступа: [www.tvie.onaft.edu.ua/Vprovadzhenja\\_NASSR\\_HASSP.ppt](http://www.tvie.onaft.edu.ua/Vprovadzhenja_NASSR_HASSP.ppt).

23. Ляйтнер Л. Барьерные технологии: комбинированные методы обработки, обеспечивающие стабильность, безопасность и качество продуктов питания. – Перевод с англ. / Л. Ляйтнер, Г. Гоулд. – М.:ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова. 2006. – 236 с.

24. The effect of pH decline rate on the meat and eating quality of beef carcasses / D. L. Hopkins A,E, E. N. Ponnampalam B, R. J. van de Ven C and R. D. Warner // Animal Production Science, 2014, 54, 407–413 <http://dx.doi.org/10.1071/AN12314>

25. Aksu M.I., Kaya M., Ockerman H.W. Effect of modified atmosphere packaging, storage period and storage temperature on the residual nitrate of sliced-

pastirma, dry meat product, produced from fresh meat and frozen/thawed meat. //Food Chemistry. – 2005, V. 95. – p. 237-242.

26. Кудряшов Л.С. Способы упаковки мясных продуктов. //Мясные технологии. – 2013, №6. - с. 49-52.

27. Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: Навч. пос. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 304 с.

28. Фатьянов Е.В. Показатель активности воды в переработке мяса Е.В. Фатьянов // Мясные технологии. –2008. – №12. – С. 11–14.

29. Використання модифікованого газового середовища та вакуумування при пакуванні і зберіганні охолодженого м'яса та напівфабрикатів з нього В.М. Пасічний, О.В. Храпачов, А.І. Маринін Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2016. Т. 18. № 2-3 (68). С. 68-72.

30. Базарнова, Ю.Г. Фитоэкстракты – природные ингибиторы порчи пищевых продуктов (обзор) / Ю.Г. Базарнова // Санкт-Петербургский университет низкотемпературных и пищевых технологий. – 2010. – № 2. – С. 2.

31. Charles D.J., Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources, Springer, USA, 2013, Vol. 8, 612 p..

32. Jessica Elizabeth D.L.T., Gassara F., Kou-assi A.P., Brar S.K. et al., *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2017, Vol. 57, pp. 1078-1088.

33. Karre, L. Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Sci* 2013, 94 (2), p 220-227.

34. Proestos, C., Boziaris, I., Kapsokefalou, S.M., and Komaitis, M. (2008). Natural antioxidant constituents from selected aromatic plants and their antimicrobial activity against selected pathogenic microorganisms. *Food Technol. Biotechnol.* 46: 151–156.

35. Shah, M. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Sci*, 2014, 98 (1), p 21-33.

36. Dasgupta, A. Antioxidants in Food, Vitamins and Supplements. *Prevention and Treatment of Disease* 2014, p 343.
37. Combined Effect of Organic Acids and Modified Atmosphere Packaging on *Listeria monocytogenes* in Chicken Legs / Elena Gonzalez-Fandos, Alba Martinez-Laorden and Iratxe Perez-Arnedo // *Animals* 2020, 10, 1818; doi:10.3390/ani10101818
38. A Study on the Prevention of Salmonella Infection by Using the Aggregation Characteristics of Lactic Acid Bacteria / Min-Soo Kim, [Yeo-Sang Yoon](#), [Jae-Gu Seo](#), [Hyun-Gi Lee](#), [Myung-Jun Chung](#), and [Do-Young Yum](#) // *Toxicol Res.* 2013 Jun; 29(2): 129–135. doi: [10.5487/TR.2013.29.2.129](#)
39. Effects of Chitosan Coating with Green Tea Aqueous Extract on Lipid Oxidation and Microbial Growth in Pork Chops during Chilled Storage / Eduardo Montaña-Sánchez, Brisa del Mar Torres-Martínez, Rey David Vargas-Sánchez, Nelson Huerta-Leidenz, Armida Sánchez-Escalante, María J. Beriain, and Gastón R. Torrescano-Urrutia // *Foods* 2020, 9, 766; doi:10.3390/foods9060766
40. Pasichniy, V. M.; Ukrainets, A. I.; Zheludenko, Y. V. Antioxidant plant extracts in the meat processing industry, *Biotechnologia ACTA* 2016, 2, с 19-27.
41. Грегірчак, Н.М.; Пешук, Л. В.; Зусько, К.В.; Іванова, Т. М.; Радзієвська, І.Г. Дослідження сосисок з включенням кверцетину та нативної кверцетинвмісної сировини подовженого терміну зберігання. *Наукові праці НУХТ* 2017, 23 (4), с 223-234.
42. Создание упаковочных полимерных материалов с антимикробными свойствами / Фролова Ю.В., Кирш И.А., Безнаева О.В., Помогова Д.А., Тихомиров А.А. // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология.* 2017;7(3):145-152. [https://doi.org/ 10.21285/2227-2925-2017-7-3-145-152](https://doi.org/10.21285/2227-2925-2017-7-3-145-152)
43. *Абдуллаева А.М.* Упаковка мясной продукции в МГС и вакуум: преимущества и недостатки / *А.М. Абдуллаева, В.Е. Лужнева, Е.А. Лукьянов* // В сборнике: Современная наука и ее ресурсное обеспечение: инновационная

парадигма. *Поснова М.В.* сборник статей VII Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2020. С. 15-18.

44. *Городова А.С.* Влияние модифицированных газовых сред на безопасность мясной продукции / *А.С. Городова, В.С. Тюменцева* // Научный электронный журнал Меридиан. 2021. № 1 (54). С. 189-191.

45. Jongberg, S. Effect of high-oxygen atmosphere packaging on oxidative stability and sensory quality of two chicken muscles during chill storage /S. Jongberg, J. Wen, M.A. Tørngren, M.N. Lund // *Food Packag. Shelf Life* 2014, 1, 38-48.

46. Способы упаковки мясной продукции: преимущества и недостатки / *Семенова А.А., Насонова В.В., Туниева Е.К., Адыпов Ф.В.* // Мясная индустрия. 2014. № 1. С. 52-54.

47. Влияние вида упаковки на потребительские свойства мясных изделий / *Дружечкова Е.Н., Величко Н.А.*// Вестник КрасГАУ. 2020. № 12 (165). С. 215-221.

48. Spoilage of fresh turkey and pork sausages: Influence of potassium lactate and modified atmosphere packaging / Martin Luong, N-D., Jeuge, S., Coroller, L., Feurer, C., Desmots, M-H., Moriceau, N., Anthoine, V., Gavignet, S., Rapin, A., Frémaux, B., Robieu, E., Zagorec, M., Membré, J-M., Guillou, S. // *Food Research International* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109501>

49. Упаковка продукции в модифицированной газовой среде / *Магаюмова О.Н., Белокурова Г.Б.* // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. 2020. № 13. С. 164-175.

50. Исследование показателей качества сарделек и шпикачек, упакованных в модифицированной газовой среде / *Семенова А.А., Кузнецова Т.Г., Насонова В.В., Голованова П.М., Тактаров А.Ш.* // Все о мясе. 2013. № 2. С. 14-16.

51. Влияние газовых сред на качество и безопасность мясной продукции / Семенова А.А., Насонова В.В., Адылов Ф.В.// Все о мясе. 2017. № 4. С. 40-42.

52. Перелік методик вимірювань та методик визначення вмісту (рівнів) забруднювачів та інших речовин хімічного, біологічного чи іншого походження в харчових продуктах та продовольчій сировині [Електронний ресурс] : [затв. 29.12.2014 р.] / В.В. Башинський // Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України. - Електронні дані. - Режим доступу: <http://vet.gov.ua/node/2264>, вільний (дата звернення 23.03.2016) - Назва з екрана. - Мова укр.

53. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов : ГОСТ 26669-85. - [Введен 1986-01-01]. - М. : Изд-во стандартов, 1986. - 9 с.

54. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) :ГОСТ 30518-97. - [Введен 1998-04-16]. - М. : ВНИИКОП, 1998. - 7 с. - (Межгосударственный стандарт).

55. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella* (EN 12824:1997, IDT) : ДСТУ EN 12824:2004. - [Чинний від 2005-07-01]. - К. : Держспоживстандарт, 2005. - 24 с. - (Національний стандарт України).

56. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення (ISO 11290-1:1996, IDT) : ДСТУ ISO 11290-1:2003. - [Чинний від 2004-10-01]. - К. : Держспоживстандарт, 2004. - 23 с. - (Національний стандарт України).

57. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 2. Метод підрахування (ISO 11290-2:1998, IDT) : ДСТУ ISO 11290-2:2003. - [Чинний від 2004-10-01]. - К. : Держспоживстандарт, 2004. -

21 с. - (Національний стандарт України).

58. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества *Staphylococcus aureus* : ГОСТ 10444.2-94. - [Введен 1996-01-01]. - М. : ВНИИКОП, 1998. - 11 с. - (Межгосударственный стандарт).

59. Мирошникова, Е. П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов [Текст] : учеб. пособие / Е. П. Мирошникова, О. В. Богатова, С. В. Стадникова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии перераб. молока и мяса. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 247 с. - Библиогр.: с. 246-247.

60. Соколов А. Физико-химические и биохимические основы технологии мясопродуктов / А. Соколов. - М.: Пищевая промышленность, 1965. - С. 96 - 131.

61. Храпачов, О. В. Спосіб подовження термінів зберігання охолодженого м'яса та напівфабрикатів / О. В. Храпачов, В. М. Пасічний, А. І. Маринін // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 84 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня, 2018 р. – Київ : НУХТ, 2018. – Ч. 1. - С. 357.

62. Пакування під вакуумом, як спосіб подовження термінів зберігання охолодженого м'яса та напівфабрикатів з нього. / В. М. Пасічний, О. В. Храпачов, А. І. Маринін, Р. С. Святненко, А. М. Герעדчук // Харчова промисловість. - 2018. - № 23. - С. 88-94.

63. Бойчик І. М. Економіка підприємства : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І. М. Бойчик. - К. : Атіка, 2004. - 480 с.

64. Основи охорони праці : підручник / М.П. Купчик, М.П. Ганзюк, І.Ф. Степанець, В.Н. Вендичанський, А.М. Литвиненко, О.В. Іваненко ; за ред.. М. П. Купчика, М.П. Гандзюка. – Київ: Основа, 2000. – 416 с.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор з виробництва  
ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ»  
\_\_\_\_\_ Башкир І.П.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

### АКТ

#### виробництва дослідно-промислової партії продукції

Ми, що нижче підписалися, в.о. головного технолога ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ» Яровая Н.О., д.т.н., професор Національного університету харчових технологій Пасічний В.М., к.т.н., с.н.с. Національного університету харчових технологій Маринін А.І., магістрант Національного університету харчових технологій Марков В.Т., склали даний Акт про те, що в промислових умовах, на потужностях ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ» 02.12.2021 року вироблені чотири партії наступної продукції: сосиски вищого сорту «Франкфуртські», сосиски вищого сорту «Віденські» за ТУ 15.1-24447183-001-2012 в кількості по 100 кг кожного найменування.

Дана продукція була виготовлена згідно відповідних технічних умов, запована в плівки багатощарові пакувальні виробництва ТОВ «Сіріус Екструджен» на термоформуєвальних лініях «CFS» в тому числі з використанням модифікованого газового середовища, з метою подовження термінів її зберігання.

Виготовлена продукція за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідала вимогам відповідних технічних умов: ТУ У 15.1-32122069-006:2008.

Зазначена продукція направлена на зберігання для перевірки та контролю термінів її зберігання при наступних умовах: за температури від 0 до 6 °С та відносній вологості повітря від 75 до 78 %.

**Від НУХТ:**

Д.т.н., професор НУХТ  
\_\_\_\_\_ Пасічний В.М.  
К.т.н., с.н.с. НУХТ  
\_\_\_\_\_ Маринін А.І.  
Магістрант НУХТ  
\_\_\_\_\_ Марков В.Т.

**Від ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ»:**

В.о. головного технолога  
\_\_\_\_\_ Яровая Н.О.  
Зав. виробництвом  
\_\_\_\_\_ Кретьова І.Г.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор з виробництва  
ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ»

Башкир І.П.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

### АКТ дегустаційної комісії

Ми, що нижче підписалися, в.о. головного технолога ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ» Яровая Н.О., нач. виробничої лабораторії ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ» Кретова І.Г., д.т.н., професор Національного університету харчових технологій Пасічний В.М., к.т.н., с.н.с. Національного університету харчових технологій Маринін А.І., магістрант Національного університету харчових технологій Марков В.Т., склали даний Акт про те, що «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 року проведена органолептична оцінка зразків м'ясопродуктів з проведенням упакування в вакуумі і МГС, що були виготовлені 02.12.2021 р.

#### Висновки дегустаційної комісії:

№ п/п	Найменування виробу	Зовнішній вигляд	Запах	Смак	Колір	Консистенція	Загальна оцінка*
1	Сосиски "Фрункфуртські" вс, варені, упаковані в модифікованому газовому середовищі (МГС)	5	5	5	5	5	5
2	Сосиски "Фрункфуртські" вс, варені, упаковані у вакуумі	4,2	5	5	4,5	5	4,74
3	Сосиски "Віденські" вс, варені, упаковані в модифікованому газовому середовищі (МГС)	5	5	5	5	5	5
4	Сосиски "Віденські" вс, варені, упаковані у вакуумі	4,2	5	5	4,5	5	4,74

\*- загальна середня оцінка дегустаційної комісії, що проводилась за п'ятибальною шкалою (від найменшого балу «1» до найбільшого «5»).

#### Від НУХТ:

Д.т.н., професор НУХТ  
\_\_\_\_\_ Пасічний В.М.  
К.т.н., с.н.с. НУХТ  
\_\_\_\_\_ Маринін А.І.  
Магістрант НУХТ  
\_\_\_\_\_ Марков В.Т.

#### Від ПрАТ «АПК-ІНВЕСТ»:

В.о. головного технолога  
\_\_\_\_\_ Яровая Н.О.  
  
Нач. виробничої лабораторії  
\_\_\_\_\_ Кретова І.Г.

## Додаток Б



**International Science Group**

**ISG-KONF.COM**

**XVI**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL  
CONFERENCE "SCIENCE AND SOCIETY, PATTERNS AND  
TRENDS OF DEVELOPMENT"**

**Vienna, Austria**

**March 30 – April 02, 2021**

**ISBN 978-1-63848-672-5**

**DOI 10.46299/ISG.2021.I.XVI**

63.	Буряк М.С., Штіммерман А.М. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОРЕКЦІЇ ЗВУКОВОГО РЯДУ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ПОРУШЕННЯМИ СЛУХУ НА ОСНОВІ ДАНИХ АУДІОГРАМ	254
64.	Грабовська О.В., Євдомаха Т.І., Дарміна А.Д. ТЕХНОЛОГІЯ НИЗЬКОЛАКТОЗНОГО СОУСУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	258
65.	Кавин Я.М., Кавин С.Я., Кавин Б.Я. МЕТОДИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ В ІНТЕРАКТИВНИХ ПРОГРАМНИХ СЕРЕДОВИЩАХ	263
66.	Марков В.Т., Пасічний В.М. ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА (МГС) В УПАКОВЦІМЯСНИХ ПРОДУКТІВ	266
67.	Торба А.А., Рондалев М.І. МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ІSM-ДІАПАЗОНІ.	270
68.	Қаршыға Ғ.О., Каршыгаев Р.О., Корганбаева Г.М. ГАЗДЫБЕТОН ӨНДІРІСІНДЕ ЖЭС КҮЛІН ПАЙДАЛАНУ	272

## ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА (МГС) В УПАКОВЦІМ'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

**Марков В.Т.,**

Студент/здобувач

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Пасічний Василь Миколайович**

д-р.т.н., професор

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Вимоги щодо якості, зручності, безпеки і збільшеного терміну зберігання свіжих м'ясних продуктів та ковбасних виробів потребують впровадження інновацій при пакуванні харчової продукції.

**Метою роботи** поставлено завдання вивчити характеристики впливу рецептурного складу МГС на забезпечення ефективного зберігання різних видів м'ясної продукції та властивості упаковки м'ясних продуктів в модифікованому газовому середовищі.

Термін придатності м'яса та м'ясних продуктів, особливо варених ковбас, обмежений. Зберігання в охолоджену вигляді значно знижує швидкість, з якою в їжі відбуваються шкідливі зміни, але не продовжує термін придатності в достатній мірі. За останнє десятиліття використання пакування в модифікованому газовому середовищі (МГС) збільшилось в м'ясній промисловості в різних країнах.

Вибір способу пакування м'ясних виробів залежить від їх виду. Так, наприклад, у виробництві м'ясних продуктів широко застосовують полімерні багатошарові оболонки, що володіють високими бар'єрними властивостями. Фахівці м'ясної промисловості досі не можуть дати однозначної відповіді на питання про те, як краще упаковувати продукцію - в вакуумі або в модифікованому газовому середовищі (МГС). При цьому безсумнівним залишається той факт, що використання сучасних способів пакування дозволяє зберегти якість і безпечність продуктів без заморожування і застосування хімічних консервантів і антиоксидантів, а при поєднанні з ними дозволяє досягати ефектів синергізму.

Основне завдання вакуумного пакування - видалення кисню з обсягу, в якому знаходиться продукт. Застосування вакуумування одночасно з цілим рядом переваг (збільшення тривалості зберігання продуктів, запобігання їх від окислення, висихання, збереження якостей характеристик та ін.) неоднозначно впливає на зовнішній вигляд продуктів.

Це пов'язано з тим, що при пакуванні під вакуумом відбувається механічна деформація і незначне порушення структури продукту, що може виражатися в склеюванні шматочків при сервіровочному нарізанні або зміні форми напівфабрикатів [2, 3, 4]. Тому використання вакууму непридатне для упаковки

ряду продуктів (наприклад, формованих напівфабрикатів), так як в цьому випадку їх форма буде порушена в процесі вакуумування.

Крім того, вакуумне пакування має недоліки і при її використанні для охолодженого м'яса і шматкових напівфабрикатів; в першу чергу це пов'язано з виділенням м'ясного соку при вакуумуванні [4].

Перераховані недоліки вакуумування, зокрема, пов'язаних з деформацією продукції, можна уникнути за рахунок застосування упаковки в умовах модифікованого газового середовища.

Модифіковане газове середовище (МГС) знайшла широке застосування для зберігання різноманітних харчових, в тому числі м'ясних, продуктів.

У м'ясній промисловості в якості компонентів суміші газів використовують кисень  $O_2$ , вуглекислий газ  $CO_2$  і азот  $N_2$ .

Вибір газу, що використовується окремо або в комбінації, залежить від виду продукту та упаковки. Насьогодні доступні пакувальні плівки з різною газопроникністю для задоволення різних вимог харчової промисловості.

$CO_2$  - це безбарвний газ з легким різким запахом при високих концентраціях. Розчинність  $CO_2$  у водній і ліпідній фазах продукту збільшується з пониженням температури. З цієї причини антимікробна активність  $CO_2$  помітно вища при температурах нижче  $7^\circ C$ . Антибактеріальні ефекти  $CO_2$  відомі вже кілька десятиліть.  $CO_2$  ефективний проти псіхротрофних бактерій і має високий потенціал для продовження терміну зберігання продуктів, що зберігаються в холоді [2-6].

Незважаючи на те, що точний механізм впливу двоокису вуглецю на мікроорганізми не достатньо вивчений, існують такі гіпотези, що пояснюють унікальний ефект  $CO_2$ :

- швидке проникнення всередину мікробної клітини збільшує проникність мембрани і полегшує хімічний вплив  $CO_2$  на метаболічні процеси;
- підкислення цитоплазми клітин, що, в свою чергу, може перешкоджати метаболічним процесам;
- інгібування ферментів.

Грамнегативні бактерії вважалися більш чутливими до  $CO_2$ , ніж грампозитивні бактерії. Однак різні автори вказують, що високі рівні  $CO_2$  ( $> 20\%$ ) призводять до небажаного коричневого кольору м'яса. Антимікробний механізм  $CO_2$  можна пояснити його здатністю проникати через бактеріальну мембрану, викликаючи сильну зміну внутрішньоклітинного рН [4, 5]. Як правило,  $CO_2$  збільшує лаг-фазу і час утворення мікроорганізмів, які викликають псування.

Двоокис вуглецю надає інгібуючий вплив тільки на аеробні мікроорганізми. Такі бактерії, як *Clostridium perfringens* і *Clostridium botulinum*, не схильні до негативного впливу вуглекислого газу, так як розвиваються в анаеробних умовах [4].

$O_2$  - це безбарвний газ без запаху, що володіє високою реакційною здатністю і підтримує горіння. Кисень в МГС сприяє підтриманню яскраво-червоного кольору м'яса і м'ясного продукту при зберіганні, може уповільнити окислення пігменту. Однак кисень може прискорювати окислення ліпідів і білків і

підтримувати зростаючі бактерії, що викликають псування, що негативно позначається на смаку і текстурі м'яса [6]. Також  $O_2$  сприяє окисленню жирів, реакції потемніння і окислення пігментів. Більшість звичайних бактерій і грибів, які викликають псування, потребують  $O_2$  для зростання.

$N_2$  - це відносно інертний газ без запаху, смаку і кольору. Низька розчинність  $N_2$  у харчових продуктах може використовуватися для запобігання руйнування упаковки шляхом включення достатньої кількості  $N_2$  в газову суміш, щоб збалансувати зменшення обсягу через поглинання  $CO_2$  і  $O_2$  продуктом. Він використовується для витіснення повітря і, зокрема,  $O_2$  з МГС. Оскільки повітря і, отже,  $O_2$  були видалені, зростання аеробних організмів, що викликають псування, і реакції окислення придушуються або припиняються.

$N_2$  - інертний газ, який не вступає в реакцію з пігментами м'яса і не поглинається м'ясом; отже, він запобігає стисненню і підтримує цілісність упаковки за рахунок своєї присутності у вільному просторі. Благородні гази, такі як гелій (He), аргон (Ar), ксенон (Xe) і неон (Ne), характеризуються відсутністю реакційної здатності. Ці гази використовуються в ряді харчових продуктів.

Результати проведених раніше досліджень дозволили запропонувати найбільш ефективне співвідношення газів в складі МГС для упаковки варених ковбасних виробів ( $CO_2/N_2 = 20/80\%$ ). Для м'ясних продуктів тривалого зберігання, що містять більш високу частку кухонної солі, основна мета використання захисних газів зводиться до гальмування процесів окисного псування. Внаслідок цього суміші, що містять кисень, стають непридатними для даних виробів.

Рекомендовані пропорції газів для пакування готових м'ясних продуктів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

## Рекомендовані пропорції суміші газів для упаковки м'ясних продуктів

Вид м'ясної продукції	Кисень ( $O_2$ ), %	Вуглекислий газ ( $CO_2$ ), %	Азот ( $N_2$ ), %
М'ясо і шматкові напівфабрикати	60 - 85	15 - 40	-
Посічені напівфабрикати і фарш	30 - 40	30 - 40	30 - 40
Варені ковбасні вироби	-	20 - 40	60 - 80
Напівкопчені ковбаси	-	20 - 30	70 - 80
Сирокопчені ковбаси	-	10 - 20	80 - 90

**Висновок.** Пакування продукції з використанням в якості внутрішнього газового середовища різних газоподібних сумішей призводить до уповільнення «дихання» продукції, оскільки відсутня можливість газообміну з навколишнім середовищем. Таким чином можна вирішити проблему зповільнення процесів псування продуктів або появи цвілі, а також зменшити зростання мікроорганізмів на поверхні продукту. Головна відмінність МГС від інших середовищ, полягає в поетапному введенні газу при пакуванні. На першому етапі

в якості основи виступає звичайне повітря, а вже на другому етапі, після визначення індивідуального складу для кожного виду продукції відбувається його заміщення на необхідну суміш газів. Суміші складаються індивідуально, з урахуванням особливостей зберігання зарпакованих продуктів.

#### Список літератури.

1. Bozhko, N., Tischenko, V., Pasichnyi, V., Marynin, A., & Polumbryk, M. (2017). Analysis of the influence of rosemary and grape seed extracts on oxidation the lipids of peking duck meat. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (4 (11)), 4-9.
2. Пасічний В. М. Використання модифікованого газового середовища та вакуумування при пакуванні і зберіганні охолодженого м'яса та напівфабрикатів з нього / В. М. Пасічний, О. В. Храпачов, А. І. Маринін // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Харчові технології. - 2016. - Т. 18, № 2. - С. 68-72.
3. Pasichnyj, V. M., Ukrainec, A. I., Khrapachov, O. V., & Marynin, A. I. (2017). Perspektivu vykorystannja pakuval'nyh materialiv dlja termichnoi'obrobky m'jasa ta m'jasoproduktiv. *Tekhnika, energhetyka, transport APK*, 2(97), 71-75.
4. Абдуллаева А.М. Упаковка мясной продукции в МГС и вакуум: преимущества и недостатки / А.М. Абдуллаева, В.Е. Лужнева, Е.А. Лукьянов // В сборнике: Современная наука и ее ресурсное обеспечение: инновационная парадигма. Пособие М.В. сборник статей VII Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2020. С. 15-18.
5. Городова А.С. Влияние модифицированных газовых сред на безопасность мясной продукции / А.С. Городова, В.С. Тюменцева // Научный электронный журнал Меридиан. 2021. № 1 (54). С. 189-191.
6. Jongberg, S. Effect of high-oxygen atmosphere packaging on oxidative stability and sensory quality of two chicken muscles during chill storage /S. Jongberg, J. Wen, M.A. Tørngren, M.N.Lund // *Food Packag. Shelf Life* 2014, 1, 38-48.